

EL CASO TRAGICO DE LOS BASURALES

UNA AMENAZA PARA LA SALUD



Autor principal: Antonis Mavropoulos, Jefe de Grupo del Comité Técnico Científico de ISWA (ISWA STC, por sus siglas en inglés)
Colaboraciones de David Newman, Presidente de ISWA

ISWA, Junio de 2015

El presente informe se realizó como parte del Programa de Trabajo 2014-2015 del Comité Técnico Científico de ISWA (ISWA STC). Este informe se pudo realizar gracias a la colaboración y el apoyo brindado por un gran número de personas incluyendo el comité Técnico Científico de ISWA y los miembros de los distintos Grupos de Trabajo, amigos y además de algunos de mis estudiantes y colaboradores del Waste Atlas. En especial, quisiera expresar mi agradecimiento y mi respeto por su colaboración a las siguientes personas:

- David Newman, Presidente de ISWA, por sus pensamientos, ideas y sugerencias. Su colaboración ha mejorado notablemente la calidad del informe.
- Vivek Agrawal, Jefe del Grupo de Trabajo sobre Recolección y Transferencia de Tecnologías, por el material brindado y sus puntos de vista.
- Costas Velis, Vice Jefe del Grupo de Trabajo Europeo de ISWA, por el material brindado y las experiencias compartidas.
- Niki Mavropoulou, Gerente de Waste Atlas, por su amplia dedicación en la extracción de datos y revisión de cientos de artículos de investigación.
- Nikos Rigas, diseñador gráfico de D-Waste, por su creación en las distintas infografías y el formato final del informe

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| MENSAJES CLAVE..... | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1. UN ANTIGUO PROBLEMA SE CONVIERTE EN UN DESAFÍO GLOBAL..... | 5 |
| 2. LOS BASURALES Y EL AMBIENTE..... | 7 |
| 3. LOS RIESGOS DE LA SALUD A CAUSA DE LOS BASURALES | 12 |
| 3.1 Introducción | 12 |
| 3.2 Marco conceptual..... | 13 |
| 3.3 Residuos Municipales..... | 17 |
| 3.4 Residuos Peligrosos | 22 |
| 3.5 RES (Residuos de Establecimientos de Salud) | 26 |
| 3.6 Residuos Electrónicos..... | 29 |
| 3.7 Quema a cielo abierto..... | 35 |
| 3.8 Los riesgos de la salud ocupacional | 38 |
| 4. INCERTIDUMBRES | 42 |
| 5. UNA NOTA SOBRE EL COSTO ECONÓMICO DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD | 43 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 47 |

LISTA DE CUADROS Y GRAFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Porcentaje de la población de los países en vías de desarrollo sin acceso a recolección regular ni a disposición apropiada de residuos sólidos - el término TOTAL se refiere al porcentaje total de la población los países en desarrollo | 5 |
| Cuadro 2: Los basurales como un desafío global | 7 |
| Gráfico 3: Interacciones entre los basurales y el ambiente | 11 |
| Cuadro 4: El diagrama de flujo del estudio Dandora muestra el marco conceptual para la salud y los basurales..... | 16 |
| Gráfico 5: Los basurales vs la malaria como un riesgo de salud en India, Indonesia y Filipinas | 26 |
| Cuadro 6: Algoritmo para determinar qué tipo de enfoque metodológico utilizar para estudios económicos sobre la salud | 45 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Diferencias entre basurales a cielo abierto, basurales controlados y rellenos sanitarios . | 8 |
| Tabla 2: Los lixiviados y su relación con los riesgos para la salud | 21 |
| Tabla 3: Los contaminantes del ambiente y sus concentraciones típicas en los residuos electrónicos | 30 |
| Tabla 4: Las vías de exposición de los residuos electrónicos | 33 |
| Tabla 5: Emisiones producidas por la quema de basurales e incendios en los rellenos (ng/m ³) .. | 38 |
| Table 6: Riesgos de salud y de seguridad para los trabajadores y recicladores informales en los basurales..... | 39 |
| Table 7: Rango de costos de determinadas enfermedades asociadas con las emisiones de los basurales | 45 |

MENSAJES CLAVE

Los basurales son un gran problema global. Reciben aproximadamente el 40% de los residuos del mundo generados por 3,5-4 mil millones de personas. Los 50 basurales más grandes afectan la vida cotidiana de 64 millones de personas, una población del tamaño de la de Francia. Dado que la urbanización y el crecimiento demográfico continuarán en expansión, se espera que al menos más de varios cientos de millones de personas los sigan utilizando, especialmente en el mundo en desarrollo.

Si bien hay una escasez de estudios epidemiológicos sistemáticos a largo plazo que íntegramente documenten los impactos en la salud a causa de los basurales, existe evidencia científica que demuestra riesgos muy importantes para la salud.

Los problemas de salud asociados a los basurales se relacionan con las emisiones allí emanadas, que por lo general, incluyen contaminantes orgánicos persistentes (COPs), metales pesados y componentes orgánicos volátiles (COVs). Los riesgos de salud actuales dependen de las prácticas llevadas a cabo y de qué tipo de residuos se arrojó en cada basural, así como también tienen implicancia las condiciones sociales y aquellas presentes en el ambiente del área en cuestión.

La quema a cielo abierto y la alimentación de animales aumentan considerablemente el riesgo para la salud. En el primer caso, debido a las emisiones directas de los contaminantes peligrosos y en el segundo, porque transfieren los contaminantes a la cadena alimentaria.

La disposición de residuos peligrosos y de RES sin control, así como el tratamiento manual de los residuos en el sitio y la disposición de los residuos electrónicos por los trabajadores informales derivan en considerables aumentos de todos los riesgos de salud y de los impactos negativos en el ambiente.

ISWA hace un llamado a organizaciones internacionales, a gobiernos y a autoridades locales con el fin de desarrollar programas de emergencia que identifiquen aquellos basurales que presentan mayor riesgo para la salud y se proceda a su cierre. ISWA considera el cierre de los basurales como una emergencia de salud global y trabajará estrechamente con todos los actores involucrados para impulsar con mayor rapidez programas, iniciativas e inversiones que tengan como fin un mundo libre de basurales.

INTRODUCCION

El objetivo del presente informe es destacar los severos riesgos de salud que representan los basurales para decenas de millones de personas. A pesar de que la exposición de las personas frente a los riesgos generados por los basurales seguirá en aumento, debido a la rápida urbanización y a la falta de sistemas de gestión apropiados de residuos en el mundo en desarrollo, el cierre de los basurales debería considerarse como una emergencia de salud mundial. Las organizaciones internacionales, los gobiernos y las autoridades locales deberían desarrollar planes apropiados que gradualmente sustituyan a los basurales por infraestructuras mejor controladas y de menor impacto.

El informe comienza con un detalle de hechos y cifras sobre basurales en el mundo moderno. Luego se presenta un marco conceptual para basurales a cielo abierto y se discuten sus principales características.

La parte principal del informe presenta una recopilación de evidencia científica sobre los riesgos de salud generados por los basurales, los efectos en los trabajadores, en los recicladores informales y en las personas que viven cerca junto con los factores que afectan el alcance de esos efectos. Se incluye además una nota sobre la valuación económica de los efectos o impactos en la salud con el fin de destacar la importancia y las dificultades involucradas en dicho análisis.

Por último, el informe termina con conclusiones generales y recomendaciones prácticas para futuras investigaciones.

Este informe forma parte del programa de trabajo 2014-2015 del Comité Técnico Científico de ISWA.

1. UN ANTIGUO PROBLEMA SE CONVIERTE EN UN DESAFÍO GLOBAL

La disposición final de los residuos a través de basurales a cielo abierto y la quema de los mismos fue una norma muy común en la mayoría de los países en desarrollo hasta principios del siglo XXI. Esa práctica llevó a la aparición de la creación de basurales a cielo abierto representando riesgos considerables para comunidades vecinas y el ambiente. Las prácticas a cielo abierto aún se siguen llevando a cabo, como método dominante, tanto en los países de ingresos bajos como en aquellos de ingresos medio altos. La práctica tiende a desaparecer en el mundo desarrollado, aunque aún existen informes sobre basurales ilegales^{1,2}. Informes recientes indican que aproximadamente 3,5 – 4 mil millones de personas son servidas por los basurales, donde se dispone el 40% del total de los residuos generados^{3,4}. En el Gráfico 1 se presenta la distribución geográfica de la población sin acceso a recolección regular ni a la disposición apropiada de residuos.

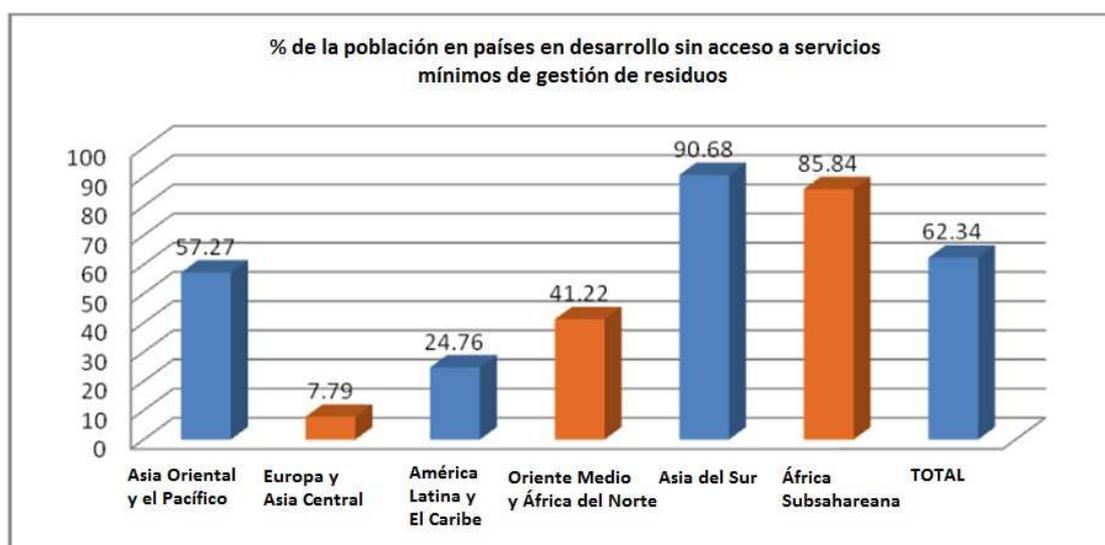


Gráfico 1: Porcentaje de la población en países en desarrollo sin acceso a recolección regular ni a disposición apropiada de residuos sólidos - el término TOTAL se refiere al porcentaje total de la población en los países en desarrollo⁴

El informe Waste Atlas 2014 enumera los 50 basurales más grandes del mundo y resalta sus consecuencias en el ambiente y en la salud⁵. Según estimaciones, esos 50 basurales afectan la vida de 64 millones de personas (una población del tamaño de la de Francia) y alojan in situ más de 50.000 recicladores informales.

¹European Court of Justice decisions for Italy and Greece available at <http://www.courthousenews.com/2014/12/02/eu-trashes-italy-and-greece-for-garbage-woes.htm>

²EUROPOL, Europol warns of increase in illegal waste dumping, 2011, available at <https://www.europol.europa.eu/content/press/europol-warns-increase-illegal-waste-dumping-1053>

³ISWA, Globalization and Waste Management, Phase 1, Concepts and Facts, 2012, available at <http://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/>

⁴D-WASTE, Waste management for everyone, 2013, available at <http://d-waste.com>

⁵WASTE ATLAS, The World's 50 Biggest Dumpsites, 2014 available at <http://www.atlas.d-waste.com>

La práctica de basurales a cielo abierto normalmente se lleva a cabo cerca de los centros urbanos y en algunos casos se encuentran áreas residenciales alrededor de los mismos. De los 50 basurales⁵ más grandes del mundo, casi todos están ubicados cerca o incluso dentro de zonas urbanas y cercanos a recursos naturales. 42 de los 50 basurales se ubican a una distancia menor a 2km, 44 están cerca (a menos de 10 km) de fuentes de recursos naturales y 38 son próximos a fuentes de agua como ríos, lagos, océanos, representando una amenaza a la contaminación marina y costera. Claramente, si bien no es posible de cuantificar, la contribución del basural a los residuos arrojados al mar es sustancial.

Debido al aumento previsto de la población y al crecimiento del PBI p/capita en el mundo en desarrollo, cantidades adicionales de residuos municipales, industriales y peligrosos ingresan cada día a las corrientes de residuos. Se ha estimado que a nivel global, los residuos de alimentos aumentarán un 44% del 2005 al 2025⁶. Si las tendencias de gestión de residuos actuales se mantienen, se prevé que los residuos de alimentos arrojados en basurales o dispuestos en los rellenos sanitarios aumenten el porcentaje de las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los rellenos de 8 a 10%. Teniendo en cuenta que existe un brecha cada vez mayor entre el progreso en proporcionar servicios de saneamiento y el crecimiento de la urbanización⁷, es casi seguro que entre los próximos 10 - 15 años mayor cantidad de residuos serán conducidos a basurales y otros cientos de millones de personas también se verán abastecidos por los basurales.

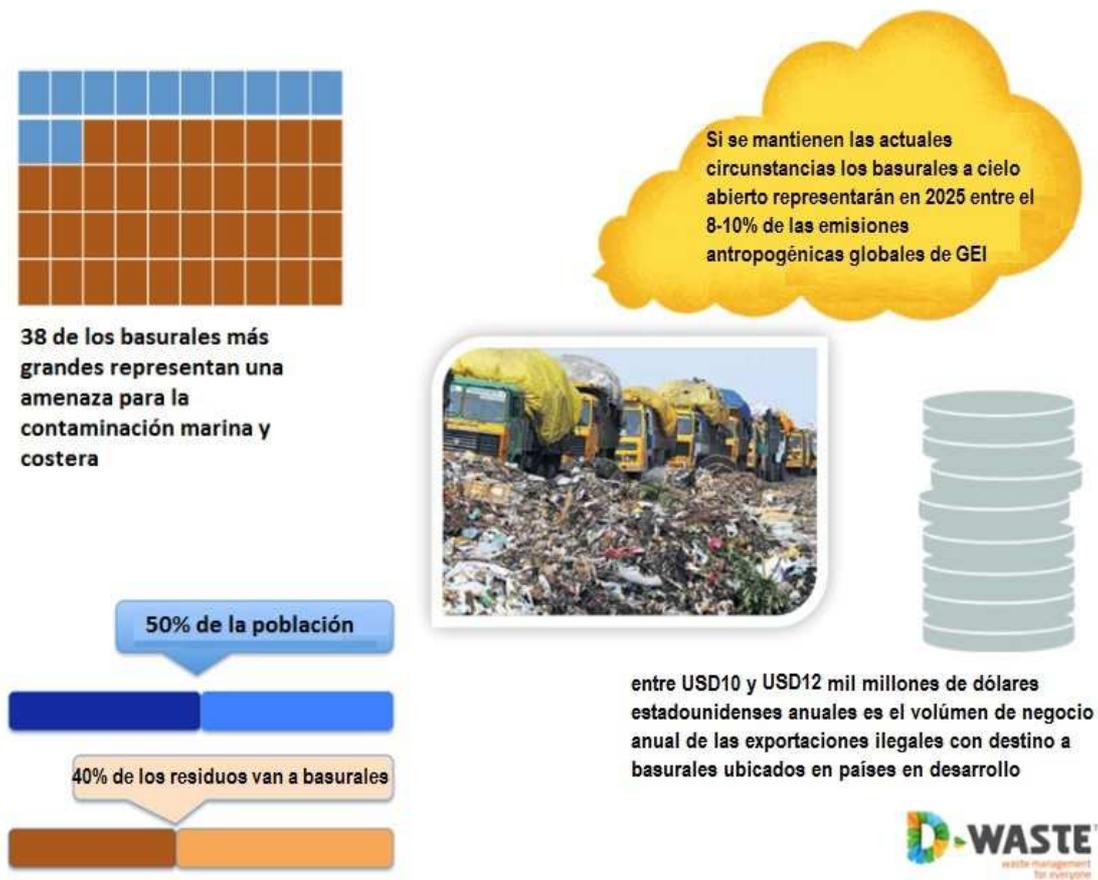
Los basurales reciben diferentes corrientes de residuos desde residuos municipales, barros cloacales, residuos peligrosos, residuos electrónicos, RES, etc. Muchos de ellos son el destino final de exportaciones ilegales de residuos (waste-trafficking) que se calcula de un valor de U\$S10 a U\$S12 mil millones de dólares estadounidenses anuales y genera ingresos bastante elevados para los delincuentes implicados en el tráfico⁸. Como ejemplo, la Unión Europea, a pesar de su legislación, es una fuente importante de residuos electrónicos, los que se exportan de manera ilegal y se depositan en países en desarrollo⁹. El Cuadro 2 sintetiza las dimensiones mundiales de los basurales.

⁶Adhikari, B. K. and Barrington, S. (2006) 'Predicted Growth of World Urban Food Waste and Methane Production', Waste Management & Research, vol.24, issue 5, pp. 421-433

⁷WHO & UNICEF, Progress on sanitation & Drinking Water, 2010 update

⁸ ISWA, Globalization and Waste Management, Final report, available at <http://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/>

⁹UK Environmental Investigation Agency, System Failure, The UK's harmful trade in electronic waste, May 2011



Cuadro2: Los Basurales como un desafío global

2. LOS BASURALES Y EL AMBIENTE

El término “basural a cielo abierto” se utiliza para caracterizar el lugar de disposición donde se lleva a cabo la eliminación indiscriminada de residuos sólidos sin control de operación o con medidas muy limitadas¹⁰ para proteger el ambiente circundante.

Además, es muy común que previo a la recepción de los residuos no se tome ninguna medida en la etapa de planificación (como sensibilización para situar el sitio) ni tampoco medida alguna de ingeniería (como el diseño de un sistema de impermeabilización). Un basural a cielo abierto no tiene ninguna relación con un relleno sanitario. Un relleno sanitario es un método aceptable para la gestión de los residuos, cuenta con control de emisiones y con un impacto limitado en el ambiente y la salud, mientras que los basurales a cielo abierto son exactamente lo contrario. Entre los basurales a cielo abierto y los rellenos sanitarios existe una zona gris comúnmente llamada “basurales controlados” con diversos niveles de ingeniería y controles ambientales, que pueden variar de una región a otra y de un país a otro. En definitiva, las diferencias entre los basurales a cielo abierto, los basurales controlados y los rellenos sanitarios se describen a continuación.

¹⁰ISWA, Sanitary Landfill Working Group, Key-Issue Paper on Closing of Open Dumps, 2006, available at <http://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/>

Tabla1: Diferencias entre basurales a cielo abierto, basurales controlados y rellenos sanitarios¹¹

| Crterios | Basurales a cielo abierto | Basurales controlados | Relleno Sanitario |
|--|--|---|--|
| Instalación del sitio | <ul style="list-style-type: none"> Sin planificación y con frecuencia mal ubicados | <ul style="list-style-type: none"> Condiciones hydro geológicas consideradas | <ul style="list-style-type: none"> La elección del sitio se basa en factores ambientales, de la comunidad y de costos |
| Capacidad | <ul style="list-style-type: none"> La capacidad del sitio no se conoce | <ul style="list-style-type: none"> Capacidad prevista | <ul style="list-style-type: none"> Capacidad prevista |
| Planificación de celdas | <ul style="list-style-type: none"> No existe la planificación de celdas Los residuos son arrojados de forma indiscriminada No se controla la zona/área de trabajo | <ul style="list-style-type: none"> No existe planificación de celdas, pero seminimiza la zona/área de trabajo. La disposición solamente se realiza en determinadas zonas. | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de diseño celda por celda La zona/área de trabajo se delinea en base al espacio práctico más pequeño La disposición se realiza únicamente en las celdasdesignadas |
| Preparación del sitio | <ul style="list-style-type: none"> Muy poca o no existe preparación del terreno | <ul style="list-style-type: none"> Petreo de basedel sitio de disposición. Control de drenaje y aguas superficiales sobre la periferia del sitio | <ul style="list-style-type: none"> Amplia preparación del sitio |
| Gestión del lixiviado | <ul style="list-style-type: none"> No hay gestión de lixiviado | <ul style="list-style-type: none"> Gestión de lixiviado parcial | <ul style="list-style-type: none"> Plena gestión del lixiviado |
| Gestión del Gas | <ul style="list-style-type: none"> No hay gestión de gas | <ul style="list-style-type: none"> Gestión de gas parcial o no hay gestión de gas | <ul style="list-style-type: none"> Plena gestión del gas |
| Aplicación de la cobertura de suelo | <ul style="list-style-type: none"> Cobertura de residuos ocasional o inexistente | <ul style="list-style-type: none"> Se implementa cobertura de suelo de manera regular, pero no necesariamente diaria. | <ul style="list-style-type: none"> Se aplica cobertura de suelo intermedia y final diariamente |
| Compactación del residuo | <ul style="list-style-type: none"> No hay compactación | <ul style="list-style-type: none"> Compactación en algunos casos | <ul style="list-style-type: none"> Compactación de residuos |
| Mantenimiento de la calle de acceso | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento inadecuado de la calle de acceso | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento limitado de la calle de acceso | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo pleno y mantenimiento de la calle de acceso |
| Vallado | <ul style="list-style-type: none"> Sin vallado | <ul style="list-style-type: none"> Con vallado | <ul style="list-style-type: none"> Vallado seguro con portón |
| Ingreso de Residuos | <ul style="list-style-type: none"> No hay control sobre la cantidad y/o la composición de los residuos que ingresan al sitio | <ul style="list-style-type: none"> Control parcial o sin control sobre la cantidad de residuos, pero los residuos que se aceptan para disposición se limitan a residuos sólidos municipales. | <ul style="list-style-type: none"> Control pleno sobre la cantidad y la composición de los residuos que ingresan al sitio Disposiciones especiales para ciertos tipos de residuos |
| Historial de registros | <ul style="list-style-type: none"> Sin historial de registros | <ul style="list-style-type: none"> Historial de registro básico | <ul style="list-style-type: none"> Historial de registro completo sobre el volumen, tipo, y fuente del residuo recibido. Además de un detalle de las actividades y eventos llevados a cabo en el sitio |
| Recolección en el sitio | <ul style="list-style-type: none"> Recolección de residuos por recolectores informales¹² | <ul style="list-style-type: none"> Recolección y comercio de residuos controlado | <ul style="list-style-type: none"> Sin recolección y comercio de residuos en el sitio |
| Clausura | <ul style="list-style-type: none"> Sin clausura adecuada del sitio luego del cierre de las operaciones | <ul style="list-style-type: none"> Las actividades de clausura se limitan a la cobertura con suelo sin compactar y suelo | <ul style="list-style-type: none"> Gestión de clausura y post clausura completes. |

¹¹UNEP, Training Module - Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Landfilling, 2005

¹²También llamados cartoneros, catadores de materiales reciclables, cirujas, clasificadores de residuos, recicladores, recolectores independientes, recuperadores urbanos, seleccionadores de materiales (mx), etc

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | compactado y a la colocación de plantación vegetal | |
| Costo | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial baja, costo a largo plazo alto | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial de baja a moderada, costo a largo plazo alto | <ul style="list-style-type: none"> • Costos iniciales de operación y mantenimiento en aumento, costo a largo plazo moderado |
| Impactos ambientales y sanitarios | <ul style="list-style-type: none"> • Altas posibilidades de incendios y de impactos desfavorables para el ambiente y la salud | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo mínimo de impacto desfavorable para el ambiente y la salud si se compara con un basural a cielo abierto | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgos mínimos de impacto y de salud |

Las consecuencias ambientales y sanitarias de los basurales son causadas por las emisiones emanadas por la descomposición de los residuos, llamadas lixiviado y biogas.

El lixiviado es un líquido que se produce cuando los residuos sufren el proceso de descomposición, y cuando el agua (provocada por las lluvias, el drenaje de la superficie, las aguas subterráneas, etc) se percola a través de los residuos sólidos en estado de descomposición. A medida que el agua se percola, los componentes químicos y biológicos de los residuos se impregnan en el líquido lixiviado. El agua percolada también puede mezclarse con el líquido que se exprime del residuo debido al peso del material en el sitio. Por lo que el lixiviado es un líquido que contiene materiales disueltos y suspendidos, que si no son controlados de forma adecuada, pueden pasar a través del piso de base y contaminar fuentes de agua potable, así como también aguas superficiales. La composición del lixiviado depende del estado de descomposición y del tipo de residuos dentro del sitio de disposición.

La descomposición de los residuos también provoca generación de gases, principalmente una mezcla de metano y dióxido de carbono (alrededor de 50-50% en condiciones anaeróbicas), que se denomina biogas. A medida que se forma el metano, acumula presión y comienza a moverse a través del suelo, siguiendo el camino de la menor resistencia. Con frecuencia se mueve hacia los laterales por un tiempo antes de salir hacia la superficie. El metano es más liviano que el aire y es altamente inflamable. Si ingresa en un edificio cerrado y su concentración acumulada en el aire es de 5 a 15%, una chispa o una llama es capaz de causar una importante explosión. Además de ser un gas inflamable, el metano liberado a la atmósfera contribuye en gran medida al agotamiento de la capa de ozono y al cambio climático ya que, en un período de 100 años¹³, tiene aproximadamente 21 veces el potencial de calentamiento global que el dióxido de carbono.

La contaminación del suelo es otro problema ambiental que también causan los basurales. Los residuos arrastran distintos metales, que luego se transfieren a las plantas de diferentes maneras. Dependiendo de la tendencia de los contaminantes, ellos terminan o en aguas almacenadas en el suelo o filtradas

¹³ USA EPA, Overview of Greenhouse Gases, 2012 at <http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/ch4.html>

hacia las aguas subterráneas, Los contaminantes Cd, Ni, Cr, Cu, V, Pb y Zn¹⁴ pueden alterar la composición química del suelo y causar un impacto en los organismos y en las plantas que dependen del suelo como alimento¹⁵. Muchos estudios demuestran severos riesgos causados por los basurales a cielo abierto que finalmente repercuten en los ciclos de vida de las plantas¹⁶.

Los residuos en los basurales a cielo abierto con frecuencia se convierten en el alimento natural de parásitos, moscas, y otros portadores de latentes enfermedades específicas. Los basurales a cielo abierto sin cobertura de suelo diaria dan origen a olores, polvo y desechos.

Cuando la quema de residuos sólidos se lleva a cabo (una práctica habitual que se realiza para reducir el volumen de los residuos), puede derivar en la emisión de sustancias tóxicas producto de la quema de plásticos y otros materiales. Los gases tóxicos normalmente aumentan la concentración de los contaminantes atmosféricos como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (Sox), metales pesados (como el mercurio, el plomo, el cromo, el cadmio, etc) dioxinas y furanos y material particulado¹⁷.

Es importante destacar que la intensidad de las consecuencias ambientales planteadas por los basurales depende de un número de factores específicos del sitio como:

- Ubicación
- Condiciones geológicas / hidrogeológicas
- Clima local
- Flora y fauna locales
- Corrientes, composición y cantidad de residuos sólidos
- Zona geográfica que abarcan los residuos
- Años en operación
- Controles de ingeniería en el lugar

Las diferentes corrientes de residuos que se disponen en los basurales determinan no solo las consecuencias ambientales sino también aquellas en la salud, como se examinará en el capítulo siguiente.

El Gráfico 3 sintetiza las interacciones entre un basural y el ambiente.

¹⁴Cd, Cadmio; Ni, Nitrógeno; Cr, Cromo; Cu, Cobre; V, Vanadio; Pb, Plomo y Zn, Zinc

¹⁵D. Voutsas, A. Grimanis, C. Samara, Trace elements in vegetables grown in an industrial area in relation to soil and air particulate matter, *Environ. Pollut.*, 94 (1996), pp. 325–335

¹⁶Syeda Maria Ali et al, Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city, *Journal of King Saud University - Science* Volume 26, Issue 1, January 2014, Pages 59–65

¹⁷Akporfure Rim-Rukeh, An Assessment of the Contribution of Municipal Solid Waste Dump Sites Fire to Atmospheric Pollution, *Open Journal of Air Pollution*, 2014, 3, 53-60

Contaminación del aire. Los residuos sólidos orgánicos dispuestos podrían contribuir con el efecto invernadero a través de las emisiones de metano. Otros tipos de emisiones de gases podrían contribuir a la degradación de la capa de ozono o ser tóxicos para recolectores informales o la población local.



Quema sin control. La quema de residuos sólidos a cielo abierto (en especial ciertos tipos de plásticos) libera a la atmósfera humo y gases contaminantes. El humo normalmente contiene MP, monóxido de carbono y otros gases contaminantes que incluyen bajos niveles de dioxinas, todos ellos pueden resultar peligrosos para la salud.

Fauna. La fauna que existe dentro y alrededor del basural puede verse afectada ya sea por el consumo directo del residuo sólido o por el consumo de las plantas y los animales contaminados, o como resultado de los efectos del lixiviado en las aguas subterráneas y superficiales.



Flora. La vegetación cercana podría verse afectada directamente por los residuos, el polvo o el humo producto de la quema. La presencia de vegetación muerta normalmente se asocia con la zona de impacto directo en torno a los basurales.

Contaminación del suelo. Muchos contaminantes (especialmente los metales pesados) quedan atrapados en el suelo debajo de los basurales ocasionando contaminación ambiental a largo plazo.



Contaminación de aguas subterráneas y superficiales. La contaminación del agua puede producirse cuando el lixiviado proveniente del basural a través de las vías de flujo (sobre o debajo de la superficie) alcanza aguas subterráneas o superficiales o mediante contacto directo con el agua.



Gráfico3: Interacciones entre un basural y el ambiente.

3. LOS RIESGOS EN LA SALUD POR LOS BASURALES

3.1 Introducción

Varios estudios de población demuestran (científicamente) que los basurales pueden causar un efecto grave en la salud y el bienestar de la población¹⁸. A partir de la disposición de los residuos sin control, una amplia gama de sustancias tóxicas puede ser liberada al ambiente. Por ejemplo, metano, dióxido de carbono, benceno y cadmio. Se demostró que muchos de estos contaminantes resultaron tóxicos para la salud humana. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer¹⁹ clasifica la exposición frente al cadmio y al benceno como altamente cancerígena para los seres humanos. Además, es muy probable que los basurales contengan altos componentes peligrosos derivados de la producción industrial, como asbestos y plomo. Estudios epidemiológicos anteriores han encontrado dos resultados principales: cáncer y malformaciones congénitas, que están estadísticamente vinculados a la exposición de los residuos en basurales.

Sin embargo, antes de entrar en los detalles, es necesario describir el marco conceptual que describe los riesgos para la salud y los impactos asociados con los basurales. Para poner los demás elementos en su lugar es necesario comprender el marco conceptual. Los efectos en la salud relacionados con los basurales están directamente vinculados con los diferentes tipos de corrientes de residuos allí dispuestos. Las diversas corrientes incluyen también distintos riesgos de salud y seguridad. Además, los residuos municipales, los residuos peligrosos, los RES y los residuos electrónicos van a ser discutidos más adelante.

Las actividades en el basural podrían aumentar o disminuir los riesgos relacionados con la salud. La recolección informal y la quema a cielo abierto sin control, ya sea para reducir el volumen de los residuos o para la recuperación del metal, son dos de las causas más comunes que aumentan los riesgos para la salud. Uno de los temas que se abordará son los riesgos de salud laborales y las consecuencias que sufren los trabajadores y los recolectores del sector informal. Ya que esta es una temática central para una gran parte del mundo y un componente importante de la investigación en curso.

¹⁸Carla Guerriero and John Cairns, The potential monetary benefits of reclaiming hazardous waste sites in the Campania region: an economic evaluation, *Environmental Health* 2009, 8:28 doi:10.1186/1476-069X-8-28

¹⁹IARC: Monographs on the Evaluation of Carcinogen Risks to 29. Humans. Beryllium, Cadmium, Mercury and the Glass Manufacturing Industry. Volume 58. Lyon: International Agency for 30. Research on Cancer; 1993.

3.2 Marco Conceptual

Los riesgos e impactos sobre la salud a causa de los basurales se relacionan con algunos de los contaminantes (o sustancias peligrosas) que se encuentran en las corrientes de los residuos o en los contaminantes que se generan en el basural a través de interacciones fisicoquímicas.

En términos generales, los contaminantes pueden desplazarse a través del aire, el suelo o el agua. También pueden asentarse o ser asimilados por plantas o animales, y llegar así al aire, a la cadena alimenticia y al agua.

Las distintas maneras en que una persona puede entrar en contacto con los contaminantes se denomina vías de exposición. Existen tres vías de exposición básicas: por inhalación, por ingestión y por contacto con la piel. La inhalación es el proceso por el cual ingresa el aire hasta los pulmones. La ingestión es la acción de introducir algo a la boca. El contacto con la piel se produce cuando algo entra en contacto directo con la piel. La ingestión puede ser una vía de exposición secundaria luego de que se haya producido el contacto con la piel.

Los riesgos pueden ser tanto agudos como crónicos. Un riesgo agudo se produce cuando hay una única exposición a una sustancia peligrosa (contaminante) por un período de tiempo corto. Los síntomas pueden aparecer inmediatamente luego de una exposición; por ejemplo, una quemadura cuando la piel se expone a un fuerte ácido como el ácido de una pila que pierde líquido.

Los riesgos crónicos suceden luego de un período de tiempo más largo, y por lo general luego de reiteradas exposiciones en cantidades más pequeñas. Por ejemplo, la gente que vivía cerca de Love Canal²⁰, un basural con residuos peligrosos con fugas, no detectó los efectos en la salud que le provocó el riesgo de haber permanecido expuesta a ese basural por varios años. Los efectos de salud crónicos están más asociados a enfermedades o heridas que se desarrollan luego de un largo tiempo, enfermedades como el cáncer, la insuficiencia hepática, retraso en el crecimiento físico y un desarrollo intelectual limitado. La bioacumulación²¹ es una razón de exposición crónica incluso en cantidades pequeñas de sustancias peligrosas que puede ocasionar daño. Algunas sustancias se absorben y permanecen en el cuerpo humano en lugar de ser eliminadas del organismo. Se acumulan y a lo largo del tiempo causan daños.

Los efectos adversos en la salud dependen de los factores de exposición. Los factores que contribuyen o no a que los efectos adversos en la salud resulten de una exposición son:

- El tipo de contaminante;

²⁰Goldman LR et al. (1985). Low birth weight, prematurity and birth defects in children living near the hazardous waste site, Love Canal. *Hazardous Waste and Hazardous Materials*, 2:209-223. □

²¹La bioacumulación es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en el ambiente o en los alimentos.

- La cantidad o dosis (la cantidad o el nivel de un contaminante a la que se expuso una persona);
- La duración (¿Cuánto tiempo estuvo frente al riesgo?);
- La frecuencia (¿Cuántas veces la persona estuvo expuesta?).

Consecuentemente, cualquier esfuerzo por asociar a los basurales con los riesgos y los impactos para la salud sin duda implicará una evaluación de los siguientes parámetros²²:

- El índice de masa liberada de los contaminantes que se desplazan por el agua y el aire,
- La superficie de contaminación, la persistencia y la transformación de los contaminantes y sus consiguientes productos de transformación.
- Las concentraciones y grado de aquellos contaminantes que impactan negativamente en el aire, el agua y los recursos terrestres.
- Número estimado de habitantes y especialmente sectores vulnerables que puedan ser influenciados por la emanación de los contaminantes del sitio.
- Tiempo total sobre el cual se produce la liberación de los contaminantes.
- Duración de la exposición
- Efectos sinérgicos y antagónicos debido a la liberación de otros contaminantes o condiciones adversas de salud que puedan causar que un sector de la población expuesto sea más susceptible a los contaminantes derivados del sitio.
- Las características del sitio como el tirante de residuos sólido dispuestos y su grado de compactación
- Características de los residuos que acepta el propietario u operador del sitio durante la vida activa del basural.
- El tamaño del sitio que se define por la cantidad total de residuos sólidos dispuestos y la superficie cubierta.

Todo el proceso de evaluar los riesgos y los impactos para la salud que representa un basural es realmente complejo y para poder completarlo se requiere de conocimientos sumamente especializados, tiempo y recursos financieros. Que su implementación sea exitosa exige que la relación dosis respuesta de los datos específicos no disponibles de algunos de los químicos que causen preocupación sea correctamente manejada como también la cantidad de supuestos e interpretaciones.

Para una comprensión más amplia de lo que más o menos se requiere, es muy útil esbozar el estudio que PNUMA implementó sobre los impactos en la salud pública del basural de Dandora en Nairobi, Kenia.²³

Para la implementación del estudio, se analizaron muestras ambientales (del suelo y del agua) para determinar el contenido de las concentraciones de varios

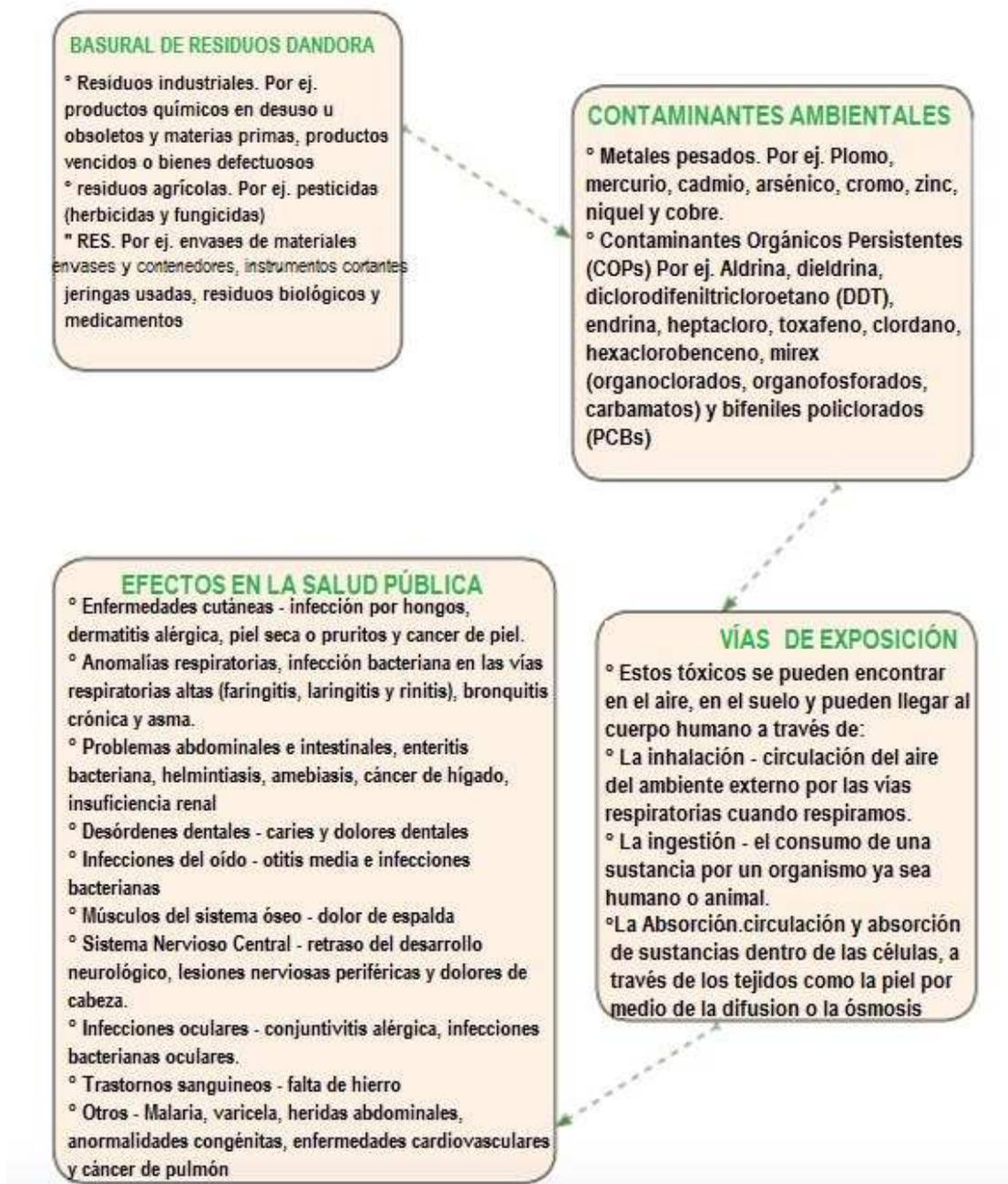
²² Kurian Joseph et al, A decision making tool for dumpsite rehabilitation in developing countries, Proc. Sardinia, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium. Cagliari, Italy, October 2005 ☐

²³UNEP, Environmental Pollution and Impacts on Public Health: Implications of the Dandora Municipal Dumping Site in Nairobi, Kenya, 2007

contaminantes (metales pesados, bifenilos policlorados y pesticidas) que se conoce afectan a la salud humana. Las muestras de suelo del basural se compararon con muestras tomadas de otro sitio ubicado en una zona residencial periurbana en las afueras de Nairobi. También se creó un campamento médico, ubicado cerca del basural. Se examinaron y se trataron diversos trastornos de un total de 328 niños y adolescentes de zonas adyacentes al basural que vivían e iban a la escuela. 40 de esos niños fueron remitidos a análisis de laboratorio adicionales que incluían muestras de sangre y orina para evaluar el impacto de la exposición a los contaminantes ambientales provenientes del basural en la salud humana.

A continuación, el diagrama de flujo del estudio muestra la relación entre los contaminantes ambientales de un basural y los impactos en la salud pública en las comunidades adyacentes. Este diagrama es típico para cualquier análisis similar y describe el marco conceptual entre la salud y los basurales.

Diagrama de Flujo sobre los efectos en la salud pública causados por la contaminación ambiental proveniente del basural de residuos Dandora



Cuadro3: El diagram de flujo del estudio de Dandora²⁴muestra el marco conceptual para la salud y los basurales

Las corrientes provenientes de los residuos que se disponen en un basural son uno de los factores más importantes que determinan los riesgos para la salud. Además de los residuos municipales, otras corrientes comunes que se encuentran en los basurales son los RES, los residuos peligrosos y los residuos

²⁴UNEP, Environmental Pollution and Impacts on Public Health: Implications of the Dandora Municipal Dumping Site in Nairobi, Kenya, Summary Report, 2007

electrónicos. El problema es que en muchos basurales todas las corrientes de residuos nombradas se encuentran presentes en general en cantidades desconocidas y las interacciones que provocan son bastante inciertas también.

3.3 Los residuos Municipales

Los residuos orgánicos en los basurales se biodegradan y por lo tanto crean condiciones favorables para la supervivencia y proliferación de microorganismos patógenos. Estas condiciones podrían mejorar aún más si los residuos se disponen junto con gérmenes patógenos de secreciones corporales y excrementos, orina, sangre y esputos humanos. Todos estos elementos se encuentran dentro de los residuos municipales a través de los pañales, las toallitas sanitarias y los desechos de los vómitos y otras secreciones humanas. Los residuos orgánicos también son una fuente de alimentos para los transmisores de patógenos entéricos como los roedores, los insectos, los pájaros y grandes mamíferos sueltos. Luego, existen también las emisiones difusas a la atmósfera provenientes de la descomposición biológica y química de los residuos municipales en los rellenos que resulta claramente un factor de riesgo para la salud. La descomposición de la fracción orgánica en los basurales da lugar a la generación de gases y contribuyen a la generación del lixiviado. Por lo tanto, las principales fuentes de emisiones contaminantes de un basural son las siguientes:

- a. Como llega el residuo al sitio, normalmente en vehículos pesados.
- b. Las emisiones generadas por los transportes, las excavadoras, etc
- c. Los residuos volátiles desparramados por la acción del viento mientras se vuelcan o depositan en el basural a cielo abierto.
- d. El polvo que se genera en la superficie del basural y cuando el residuo se vuelca o se descarga.
- e. Los residuos acumulados dispuestos hace tiempo en el basural.
- f. Cualquier gas que se genere durante el proceso de descomposición de los residuos (si es que no se recolecta o trata el gas)
- g. Cualquier lixiviado producido durante el proceso de descomposición de los residuos.
- h. Las descargas realizadas durante los procesos de recolección o tratamiento del lixiviado (en el caso de que existiera)

Mientras que en los rellenos sanitarios modernos todas esas emisiones están controladas o son eliminadas (debido a la utilización de medidas de protección ambiental avanzadas como sistemas de impermeabilización, cobertura de superficies, plantas de biogás, sistemas de gestión de lixiviado, monitoreo continuo), en los basurales esas emisiones no tienen control y verdaderamente se asocian con serios riesgos para la salud.

Los principales contaminantes asociados con los riesgos de salud en los basurales a cielo abierto son los siguientes:

Contaminantes Orgánicos Persistentes

COPs, como las dioxinas y furanos (PCDDs y PCDFs) son compuestos orgánicos persistentes no biodegradables que se producen a pesar de la existencia de la

quema de residuos sin control, la generación natural de metano y la quema de residuos a baja temperatura para la recuperación de metales. Los COPs desencadenan una respuesta biológica en los humanos que se traduce en problemas de salud neurológicos, inmunológicos y reproductivos²⁵. También han sido considerados responsables de desórdenes respiratorios²⁶, y un elevado riesgo de cáncer²⁷.

Metales Pesados

Los metales pesados pueden encontrarse en el lixiviado del basural, en el aire y en el suelo ya sea producido por la quema de plásticos o por la fundición de los desechos de metales y los residuos electrónicos. El plomo, el mercurio, el cadmio y el arsénico son los principales metales pesados que causan deterioro neurológico, anemia, insuficiencia renal, inmunosupresión, irritación gastrointestinal y respiratoria, anormalidades del sistema óseo, inflamación o cáncer de hígado, enfermedades cardiovasculares luego de exposiciones crónicas²⁸.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Los Compuestos orgánicos volátiles son nocivos para los humanos y contribuyen además con la contaminación del ozono a nivel del suelo, también conocido con el smog. La inhalación de algunos COVs puede producir irritación en los ojos, la nariz y la garganta, dolor de cabeza, pérdida de la coordinación, náuseas, y lesiones hepáticas, renales y daños al sistema nervioso central²⁹.

Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs)

Los HAPs son una clase de compuestos formados por dos o más anillos aromáticos y se encuentran presentes en los basurales³⁰. Cientos de ellos fueron identificados y definidos como mezclas complejas. Se generan a partir de procesos de combustión incompletos, erupciones volcánicas e incendios forestales o por otras fuentes antropogénicas como la producción industrial, el transporte y la incineración de los residuos. La Comunidad Europea (CE) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) los clasifica como compuestos orgánicos ambientalmente peligrosos, y están incluidos en la lista prioritaria de contaminantes³¹. Muchos de los HAPs son potenciales agentes cancerígenos para los humanos, algunos ejemplos

²⁵ S.S. White and L.S. Birnbaum, An Overview of the Effects of Dioxins and Dioxin-Like Compounds on Vertebrates, as Documented in Human and Ecological Epidemiology, Journal of Environmental Science and Health, Part C., 2009, 27(4), 197-211p

²⁶ K.O. Boadi and M. Kuitunen, Environmental and health impacts of household solid waste handling and disposal practices in third world cities: the case of the Accra Metropolitan Area, Ghana, Journal of environmental health, 2005. 68(4), 32-36p

²⁷ J. Krajcovicova and A.Q. Eschenroeder, Comparative Health Risks of Domestic Waste Combustion in Urban and Rural Slovakia. Environmental Science & Technology, 2007, 41(19), 6847-6853p

²⁸ United Nations Environment Programme, Environmental Pollution and Impacts on Public Health: Implications of the Dandora Municipal Dumping Site in Nairobi, Kenya, 2007

²⁹ EPA, Human Health, 25 June 2014, Available at

<http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/backyard/health.htm>, access on 22 January 2015

³⁰ J. K. Nduka et al, Polyaromatic Hydrocarbons (PAHs) and Inorganic Chemical Contaminants at Refuse Dumpsites in Awka, South Eastern Nigeria: A Public Health Implication, Journal of Scientific Research and Reports, ISSN: 2320-0227, Vol.: 2, Issue.: 1 (January-June). P. 173-189, 2013

³¹ Guillen MD, Sopolana P, Partearroyo MA. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial liquid flavouring of different composition by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2000;48:126-131.

incluyen benz[a]anthraceno, criseno, benzo[b]flouranteno, benzo[a]pireno and benzo[g,h,i]perileno³².

Sulfuro de Hidrógeno(SH₂)

El sulfuro de hidrógeno o ácido sulfúrico es un gas incoloro e inflamable con un olor característico a huevo podrido. Se produce en los basurales cuando los materiales con altas concentraciones de sulfato (como las placas de yeso), se mezclan con los residuos biodegradables. La composición de los residuos y las prácticas que se llevan a cabo en el sitio determinarán el monto de SH₂ producido. El SH₂ sulfuro de hidrógeno en bajas concentraciones puede provocar irritaciones en las membranas mucosas de los ojos y las vías respiratorias. La exposición a altas concentraciones pueden causar depresión del sistema nervioso central, pérdida de conciencia y parálisis respiratoria³³. Si bien se informaron otras consecuencias en la salud, los resultados sobre los efectos en los humanos luego de repetidas exposiciones son limitados y difíciles de interpretar debido a la coexposición de otros productos químicos.

Material Particulado

Las actividades en el basural producen partículas finas y gruesas, la conformación de las mismas dependerá de las actividades llevadas a cabo en el sitio y los tipos de residuos que se manipulen³⁴. La exposición a las partículas que pueden ingresar en el sistema respiratorio se asocia con una serie de efectos adversos en la salud. Es probable que las partículas con un diámetro mayor a 10 µm (partículas finas, PM10) no ingresen más allá de la nariz o la laringe, pero a medida que el diámetro disminuye la posibilidad de que traspasen hacia los pulmones y se depositen en las vías respiratorias aumenta.

Las partículas con un diámetro menor a 2.5 µm (PM2.5) se denominan partículas de black carbon (BC) o partículas “finas” y se depositan de forma relativamente eficaz en las partes más profundas del pulmón; por ejemplo, en los espacios alveolares. El Black Carbon BC consiste en carbono puro y en varias formas vinculadas. Se forma a partir del proceso de combustión incompleto de biocomponentes en los basurales. De acuerdo con la OMS³⁵, la revisión sistemática de estudios disponibles de series de tiempo, como también de la información de estudios especializados, brinda datos suficientes para realizar una asociación entre las variaciones a corto plazo (diarias) de las concentraciones de BC con los impactos en la salud a corto plazo (el riesgo de mortalidad por todas las causas y los riesgos cardiovasculares, además de los cardiopulmonares y las admisiones hospitalarias). Los estudios de grupos etarios o cohortes brindan datos suficientes de asociaciones de mortalidad de todo tipo y cardiopulmonares con un promedio de exposición a BC a largo plazo.

³²Nieva-Cano MJ, Rubio-Barroso S, Santos-Delgado MJ. Determination of PAH in food samples by HPLC with fluorimetric detection following sonication extraction without sample clean-up. *The Analyst*. 2001;126:1326-1331. □

³³HPA (Health Protection Agency), Compendium of Chemical Hazards. Hydrogen Sulphide. Available at http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1246260029655, 2009

³⁴HPA (Health Protection Agency), Impact on health of emissions of landfill sites, 2011

³⁵WHO Europe, Health effects by Black carbon, 2012, available at http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf

Las partículas de entre 2.5 y 10 µm de diámetro se denominan partículas gruesas (fracción “gruesa” de PM10). Estas partículas también pueden causar impactos en la salud. El polvo que se produce en el basural incluye ambas categorías de partículas (PM10 y PM 2.5). Las personas que ya padecen problemas pulmonares y cardiológicos, los ancianos y los niños, son especialmente sensibles a la contaminación de partículas en el aire.

El polvo de los basurales se puede transformar en partículas de polvo en suspensión en el aire moviéndose a través de un número de mecanismos. La cantidad de polvo que se levanta de la superficie en el basural depende de la velocidad del viento, la condición de la superficie y el tamaño de las partículas de polvo. La distancia que recorre el polvo dependerá del tamaño de las partículas y de la velocidad y turbulencia del viento. Las partículas más pequeñas permanecerán en el aire por más tiempo y se dispersarán sobre una superficie más extensa. Los vientos fuertes y turbulentos también mantendrán a las partículas más grandes en suspensión por mayor cantidad de tiempo.

Olores

Los olores son a menudo un factor clave en los basurales. En especial, aquellos que reciben residuos biodegradables. Los olores normalmente están asociados con la cobertura de los residuos biodegradables, el manejo de los residuos o con la presencia de trazas de componentes en el gas o el lixiviado. Los olores suelen ir acompañados de informes de mala salud de las comunidades³⁶. Las personas pueden presentar una amplia gama de síntomas de salud no específicos, atribuyéndolos al olor de la exposición, los que incluyen náuseas, dolores de cabeza, somnolencia, fatiga y problemas respiratorios. Los síntomas de salud informados en relación con los olores pueden surgir en concentraciones olfativas perceptibles muy por debajo de los niveles asociados con los efectos tóxicos o de los umbrales para la irritación de la membrana mucosa. Las respuestas individuales sobre los olores varían mucho y dependen de varios factores que incluyen la sensibilidad, la edad y la exposición previa al olor. Los factores psicológicos y sociales, además del nivel de preocupación de una persona por el posible daño a su salud, también jugarán un papel muy importante en la respuesta del individuo. Existen estudios publicados que muestran una fuerte correlación entre la percepción de la molestia de olor y los síntomas subjetivos³⁷.

Lixiviado

La naturaleza del lixiviado del relleno es una función de los distintos tipos de residuos, la solubilidad, el estado de descomposición y la degradación. Las precipitaciones pueden servir para diluir y hacer circular los contaminantes, además de colaborar con el proceso de degradación al humedecer los residuos. Una amplia gama de sustancias puede estar potencialmente presente en los lixiviados, algunas de las cuales son potencialmente dañinas para la salud humana. La tabla 2 muestra las sustancias de lixiviado más importantes que se pueden asociar con los riesgos para la salud.

³⁶Steinheider B, Environmental odours and somatic complaints. Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin [International Journal of Hygiene and Environmental Medicine], **202**, 101–19, 1999

³⁷Dalton P., Upper airway irritation, odour perception and health risk due to airborne chemicals. Toxicol Lett, 140–141, 239–48, 2003

Tabla2: Líquidos lixiviados asociados con los riesgos de salud

| Sustancias prioritarias en los lixiviados de rellenos | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Anilina | Fluoruro | Compuestos orgánicos de estaño |
| Arsénico | Mecoprop | El pentaclorofenol |
| Bifenilo | Ácido acético clorofenoxi de metilo | Los fenoles |
| Cianuro | Metil ter-butil éter | Fósforo |
| Di(2-ethylhexilo) Ftalato | Naftalina | Hidrocarburos aromáticos policíclicos |
| El diclorometano | Nitrógeno | Tolueno |
| El etilbenceno | Nonilfenol | Xylenos |

De hecho, los riesgos para la salud que plantean los lixiviados demuestran la gran diferencia que existe entre un basural y un relleno sanitario moderno. Cualquier relleno moderno se ubica a través de una adecuada asignación de sitio y un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que tenga en cuenta la vulnerabilidad ambiental. El lixiviado en un relleno sanitario moderno se descarga siguiendo un proceso de tratamiento en el lugar, y/o en una planta depuradora de aguas residuales ubicada fuera del lugar. Los sistemas de impermeabilización de los rellenos modernos son también muy eficaces para la contención del lixiviado y solo una mínima cantidad de lixiviado podría eventualmente ser liberado al suelo o al agua subterránea a través del sistema de membranas del relleno. En los rellenos sanitarios modernos son obligatorios los procedimientos de monitoreo continuo, que identifican las fugas tan pronto como suceden. Por todas estas razones, se puede asegurar que es improbable que las liberaciones de lixiviado de los rellenos modernos a las aguas superficiales o subterráneas generen un riesgo significativo de un efecto adverso para la salud³⁸.

Por el contrario, las fugas de lixiviado en los basurales no son controladas y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debería considerarse como una consecuencia certera de la operación en los basurales. Teniendo en cuenta que los basurales se ubican sin ningún tipo de procedimiento adecuado que considere la vulnerabilidad del ambiente, no es una sorpresa que una seria contaminación en la superficie y en las aguas subterráneas sea la regla en los basurales^{39, 40}.

Biogás

La formación del biogás en los basurales puede resultar en riesgos de explosión, algunos de ellos con consecuencias letales. El dióxido de carbono y el metano son los dos componentes principales del biogás. Los efectos en la salud de la exposición al metano y al dióxido de carbono son bien conocidos.

³⁸EA (Environment Agency), Updating the Landfill Leachate Pollution Inventory Tool. R&D Technical Report No. PI-496/TR(2). Shrewsbury, Enviros Consulting Ltd. , 2003

³⁹David, O. M., & Oluyeye, A. O., Effect of Open Refuse Dumpsite on the Quality of Underground Water Used for Domestic Purposes in Ado-Ekiti, Nigeria - A Public Health Awareness Study, Journal of Environment and Ecology, Vol. 5, No. 2, ISSN 2157-6092 2014

⁴⁰Glenn Sia Su, Water-borne illness from contaminated drinking water sources in close proximity to a dumpsite in Payatas, The Philippines, Journal of Rural and Tropical Public Health 4: 43-48, 2005

Ambos son gases inodoros, incoloros que actúan como asfixiantes. El dióxido de carbono no es inflamable y, a bajas concentraciones o niveles bajos de exposición, aumenta la profundidad y la frecuencia en la respiración, presión arterial y pulso⁴¹. En una concentración en aumento, se desarrolla una fase depresiva que puede terminar en insuficiencia cardiorrespiratoria. Las concentraciones por encima del 6% en volumen pueden dar lugar a dolor de cabeza, mareos, confusión mental, palpitaciones, aumento de la presión arterial, dificultad para respirar y depresión del sistema nervioso central. Los seres humanos no podemos respirar aire que contenga más del 10% de dióxido de carbono, sin perder la conciencia.

El metano, a diferencia del dióxido de carbono, es un gas inflamable, que es explosivo en el aire a concentraciones entre 5 y 15% en volumen. La inhalación puede causar náuseas, vómitos, cefalea y pérdida de la coordinación. En concentraciones muy altas puede causar el coma y la muerte por paro respiratorio⁴².

Además, los residuos municipales por lo general incluyen cantidades limitadas de sustancias nocivas como:

- Los productos químicos (pesticidas, productos de la huerta, pilas, lavandina, pintura, barnices, productos de limpieza)
- Los productos biológicos (desechos humanos, residuos verdes, infestaciones de animales, cadáveres de animales, residuos de animales, agujas/jeringas usadas, medicamentos, etc)

En un basural, los riesgos de salud de aquellas sustancias nocivas pueden suceder a través de las siguientes vías (tanto para los trabajadores como para los recicladores informales)⁴³:

- El contacto con la piel, especialmente a través de cortes y abrasiones o contacto con la membrana mucosa del ojo;
- La penetración cutánea a través de lesiones cortopunzantes; elementos cortantes, como vidrios y latas rotas, pueden aumentar el riesgo de exposición;
- La ingestión a través del contacto de las manos con la boca (normalmente al comer, beber o fumar);
- Al inhalar aerosoles o minúsculas gotas contaminadas

3.4 Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos en los basurales son una verdadera amenaza para la vida de los trabajadores y los residentes cercanos. La OMS ha estimado que la exposición al ambiente contribuye en un 19% la incidencia de cáncer en todo el mundo.⁴⁴ Además, un informe sobre los Riesgos Globales para la Salud de la OMS examinó 5 exposiciones ambientales, (agua insalubre, el saneamiento y la

⁴¹HPA (Health Protection Agency), Carbon Dioxide. Incident Management. Available at http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1279889001588, 2010

⁴²HPA (Health Protection Agency), Compendium of Chemical Hazards. Methane. Available at http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1287147970726, 2009

⁴³HSE, Health and hazardous substances in waste and recycling, UK, 2014

⁴⁴Vineis, P. and W. Xun. "The emerging epidemic of environmental cancers in developing countries." *Annals of Oncology* 20: 205–212, 2009.

higiene, la contaminación atmosférica en las ciudades, el humo interior generado por los combustibles sólidos en los hogares, la exposición al plomo y el cambio climático) y estima que representan casi el 10% de las muertes y la carga de morbilidad en todo el mundo y alrededor de una cuarta parte de las muertes y la carga de enfermedades en niños menores de cinco años⁴⁵. Los residuos peligrosos son subproductos generados por la actividad humana que pueden causar daños severos a la salud humana o al ambiente en caso de una gestión inadecuada. A modo de ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) clasifica a los materiales líquidos, sólidos y gaseosos como peligrosos si son venenosos (tóxicos), inflamables, corrosivos o químicamente reactivos según niveles de seguridad estándar especificados a niveles por sobre los cuales se establecieron umbrales. El término residuos peligrosos en general se refiere a compuestos químicos potencialmente peligrosos o contaminantes, otros potencialmente peligrosos, son los subproductos industriales, militares, agrícolas y municipales, que incluyen los contaminantes biológicos. La fabricación de productos químicos, la fundición primaria del metal, la fabricación del metal, y el procesamiento del petróleo son algunos de los generadores de residuos peligrosos industriales más comunes. Sin embargo, las empresas de todos los tamaños generan productos químicos peligrosos; como ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) actualmente enumera más de 250.000 instalaciones como “generadores de pequeña cantidad” de residuos peligrosos. Estos diversos productores, pequeños representan alrededor del 10% de las sustancias potencialmente nocivas que se producen cada año. Los pesticidas obsoletos almacenados en bidones o bolsas rotas, pueden afectar directa o indirectamente la salud de cualquier persona que entra en contacto con ellos. Durante las fuertes lluvias, los pesticidas con pérdidas pueden filtrarse en el suelo y contaminar las aguas subterráneas. La intoxicación puede ocurrir a través del contacto directo con el producto, la inhalación del vapor, la ingesta de agua o alimentos contaminados. Otros peligros pueden incluir la posibilidad de incendios y la contaminación como resultado de la disposición inadecuada, tales como la quema o el enterramiento. Los residuos químicos vertidos en la red de saneamiento pueden tener efectos adversos sobre el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales biológicas o los efectos tóxicos en los ecosistemas naturales de las aguas receptoras.

Los asbestos son otro tipo de residuo peligroso común, directamente vinculados con graves efectos en la salud. Los asbestos aluden a una familia de minerales fibrosos que se encuentran por todo el mundo. Cuando las fibras se rompen convirtiéndose en partículas del aire, pueden crear un riesgo para la salud si son inhaladas. La exposición al asbesto se asocia con ciertos tipos de cáncer de pulmón, y la exposición ocupacional a largo plazo también puede causar la enfermedad pulmonar conocida como asbestosis. En el pasado, el asbesto fue utilizado en muchos productos domésticos y en materiales de la construcción debido a su resistencia térmica y propiedades estructurales. Como resultado de

⁴⁵ WHO, Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks., 2009. 7

ello, la construcción de proyectos de renovación y demolición producen gran parte de los residuos de asbestos encontrados hoy.

Un reciente informe publicado por el Instituto Blacksmith⁴⁶ calcula que los basurales de residuos peligrosos industriales/municipales ocupan el quinto lugar en las fuentes top-ten de la contaminación industrial, mientras que el primero y el segundo lugar son para el reciclaje de baterías de plomo y la fundición de plomo. Hay casi 150 basurales industriales o municipales en la base de datos del Instituto Blacksmith que están contaminando las comunidades locales, lo que podría poner a casi 3,5 millones de personas en riesgo. Los mayores porcentajes de estos basurales a cielo abierto se encuentran en África y en los países del Este de Europa y Norte de Asia. Combinadas, estas regiones representan más de la mitad del total en población de riesgo en las investigaciones sobre basurales a cielo abierto realizadas por el Instituto Blacksmith. Sin embargo, los basurales industriales y municipales son frecuentes en todo el mundo en desarrollo, incluidos el Sur y Centro de América y el Sur y Sudeste de Asia.

En los rellenos de residuos sólidos municipales adecuadamente administrados, los materiales peligrosos considerados cancerígenos, corrosivos, tóxicos o inflamables no se aceptan y se dirigen a sitios especiales de tratamiento o disposición⁴⁷. En los sitios informales o mal dirigidos, todos estos elementos se disponen en conjunto, creando un caldo tóxico de los residuos expuestos al calor, la lluvia y el aire, causando que los materiales se descompongan y fácilmente ingresen al ambiente. Los residuos industriales son uno de los residuos más tóxicos de los basurales y constituyen una gran parte del problema de la contaminación, en los investigados por Blacksmith. Las principales fuentes de contaminantes procedentes de basurales son, o lixiviados (líquidos contaminados que se filtran a las aguas subterráneas), o el polvo de basurales mal cubierto y los gases. El lixiviado puede contener metales pesados, COVs o compuestos orgánicos peligrosos, COPs. Estos contaminantes son arrastrados hacia los acuíferos o hacia las aguas superficiales. El polvo de los basurales puede contener metales y patógenos humanos que entran en contacto con esta contaminación a través del agua subterránea contaminada y el suelo, o el contacto directo con el sitio de residuos.

A menudo se puede apreciar a niños jugando en los basurales o alrededor de ellos, generando una exposición directa con los residuos peligrosos a través del contacto con la piel, la inhalación del polvo o la ingestión accidental. Los barrios informales con frecuencia se construyen sobre antiguos basurales donde el suelo, las aguas subterráneas y superficiales cercanas están contaminadas, de manera indirecta la población local se encuentra expuesta a los lixiviados contaminados. Un aspecto notable de los basurales en el mundo en desarrollo es la presencia de los recicladores informales y sus familias que se ganan la vida

⁴⁶ BLACKSMITH INSTITUTE, *The World's Worst Pollution Problems: Assessing Health Risks at Hazardous Waste Sites*, 2012

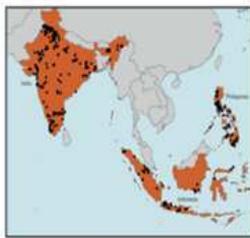
⁴⁷Allen, A.R., Taylor, R. "Waste disposal and landfill: Control and protection." *Protecting Groundwater for Health: Managing the Quality of Drinking-water Sources*, WHO Drinking Water Quality Series Monograph, IWA Publishing. 2006.

mediante la recuperación de materiales que adquieren un valor económico. En tales situaciones, las personas entran en contacto directo con los residuos peligrosos.

En la base de datos de los basurales industriales o municipales del Instituto Blacksmith los contaminantes más generalizados y perjudiciales son el plomo y el cromo. Combinados son los principales contaminantes en un tercio de los sitios, que puedan afectar a casi 1,2 millones de personas. Los impactos en la salud de estos contaminantes incluyen el cáncer de pulmón, problemas neurológicos y enfermedades cardiovasculares. Otros contaminantes en la base de datos de basurales incluyen el cadmio, varios tipos de plaguicidas, y el arsénico y COVs. Los investigadores analizaron 373 sitios de residuos tóxicos en la India, Indonesia y Filipinas, donde se estima que 8,6 millones de personas están en riesgo de exposición al plomo, asbestos, cromo hexavalente y otros materiales peligrosos. Entre las personas en situación de riesgo, las exposiciones pueden causar una pérdida de alrededor de 829.000 años de buena salud como consecuencia de la enfermedad, discapacidad o muerte prematura⁴⁸. En comparación, la malaria en estos países, cuya población combinada es de casi 1600 millones de habitantes, causa la pérdida de 725.000 años de vida saludable, mientras que la contaminación del aire exterior representa casi 1,5 millones de años de vida saludable, según la Organización Mundial de la Salud. De hecho, este es un hallazgo sorprendente: parece que los basurales son un riesgo para la salud más grave que la malaria por lo menos para los 1600 millones de personas de la India, Indonesia y Filipinas.

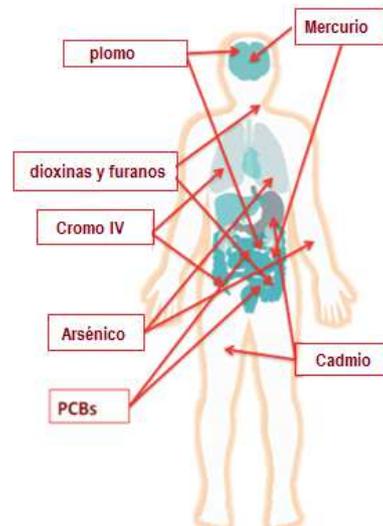
⁴⁸K. Chatham-Stephens et al, Burden of Disease from Toxic Waste Sites in India, Indonesia, and the Philippines in 2010, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206127>, Environmental Health Perspectives, 2013

BASURALES TÓXICOS VS MALARIA



8.6 millones de personas expuestas a 373 basurales

Los impactos en la salud debido a la exposición a los componentes de residuos peligrosos seleccionados



Source: K. Chatham-Stephens et al, Burden of Disease from Toxic Waste Sites in India, Indonesia, and the Philippines in 2010, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206127>, Environmental Health Perspectives, 2013



Gráfico4: Los basurales vs malaria como un riesgo de salud en la India, Indonesia y Filipinas⁴⁴

3.5 Residuos de Establecimientos de Salud RES

Los Residuos de Establecimientos de Salud (RES) se encuentran generalmente en casi todos los basurales en el mundo en desarrollo. Los centros de salud, los laboratorios de investigación microbiológico, los laboratorios de diagnóstico, las empresas farmacéuticas y las funerarias han siempre generado una amplia variedad de los residuos que tienen el potencial de transmitir agentes infecciosos para los seres humanos. Estos incluyen materiales desechados o equipos de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, evaluación de la condición actual de salud o fines de identificación, que hayan estado en contacto con la sangre y sus derivados, tejidos, fluidos de los tejidos o excrementos o desechos de las salas de infección.

Los elementos típicos de los RES son los siguientes:

- Cultivos y stock de agentes infecciosos y biológicos relacionados, que incluyen: los cultivos y stocks de agentes infecciosos que se generan en la investigación o en los laboratorios clínicos; los residuos de la producción de material biológico, incluyendo vacunas, antígenos y antitoxinas y sueros
- Residuos patológicos, que incluyen los tejidos, los órganos y partes del cuerpo; los fluidos corporales que se eliminan durante una cirugía,

autopsia, u otros procedimientos médicos; muestras de flúidos corporales.

- La sangre y sus productos, incluyendo la sangre humana líquida descartada; componentes de la sangre descartada (por ejemplo, suero y plasma); recipientes con la sangre que fluye libremente o componentes sanguíneos.
- Los artículos o materiales contaminados con sangre o con productos sanguíneos.
- Instrumental médico punzocortante, de investigación, laboratorios clínicos y bancos de sangre, que incluyen pero no se limita solamente a: agujas y jeringas, hojas de bisturí, y vidrios rotos o intactos, que estuvieran en contacto con la sangre o sus derivados.
- Los residuos de animales incluyendo cadáveres, partes del cuerpo, flúidos corporales, sangre procedente de animales de las clínicas veterinarias o de institutos de investigación.

Los componentes peligrosos de los RES representan riesgos físicos, químicos, radiológicos y/o microbiológicos para el público y para las personas involucradas en su manejo, tratamiento y disposición. En la mayoría de los casos, la concentración de los productos químicos peligrosos presentes en los RES es generalmente demasiado baja para ser considerado un problema ocupacional o un peligro para el público.

Las lesiones físicas causadas por objetos cortopunzantes descartados son un riesgo más significativo asociado con los RES y pueden contribuir directamente a la transmisión de agentes infecciosos microbianos. Además, los riesgos para la salud pueden ser generados a través de la liberación de contaminantes tóxicos en el basural durante la quema a cielo abierto o cuando suceden los incendios accidentales⁴⁹.

La causa más común y la más investigada sobre los riesgos microbiológicos asociados con los RES son las lesiones provocadas por las agujas.

Otros objetos punzantes de residuos que presentan riesgos similares incluyen el vidrio y artículos de plástico empleados en los laboratorios clínicos y anatómicos, los sistemas de recolección de sangre para la obtención de muestras, y hojas de bisturí de procedimientos quirúrgicos. Estos objetos punzantes pudieron haber estado todos en contacto con patógenos microbianos. Más importante aún, los objetos punzantes pueden causar lesiones percutáneas y de ese modo crear una abertura para los agentes infecciosos que entran en el cuerpo. Este último es uno de los cinco elementos esenciales en la adquisición de infecciones microbianas.

La mayoría de las exposiciones a riesgos biológicos de residuos de establecimientos de salud se producen cuando los trabajadores o los recicladores informales están tratando de recuperar elementos útiles como metales. Los trabajadores pueden estar expuestos a la sangre y los flúidos corporales que

⁴⁹ WHO, Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes, 2004

gotean de los contenedores, así como los patógenos en el aire que se producen cuando los residuos ingresan en el basural.

Los componentes de los RES también pueden crear riesgos microbiológicos como una fuente de aerosoles infecciosos, es decir, las gotitas de menos de 1-3 micras de diámetro, que contienen agentes etiológicos de enfermedades humanas y animales. Los cultivos y los stocks de laboratorio clínico contienen altas concentraciones⁵⁰ de muchos agentes infecciosos, por ejemplo, *Mycobacterium tuberculosis*, que se transmite de forma natural a sus anfitriones por inhalación, aunque por lo general todos los residuos de laboratorio infecciosos son tratados en la fuente. Los tejidos de humanos y de animales, los órganos y las partes del cuerpo también se han reportado en las publicaciones científicas como fuentes de aerosoles infecciosos. Por último, los lugares donde reposan animales pueden estar saturados con fluidos corporales, sangre y excrementos, pueden generar aerosoles, que son un potencial riesgo microbiológico.

La sangre y los productos sanguíneos, así como diversos tipos de fluidos corporales pueden ser capaces de transmitir patógenos⁵¹ cuando entran en contacto directo con el revestimiento de la mucosa de la boca y la nariz, los ojos, y las áreas de la piel donde puede haber cortes y heridas o abrasiones.

Cabe también destacar que muchas de las sustancias químicas y productos farmacéuticos utilizados en establecimientos de atención de la salud son peligrosos⁵² (por ejemplo, químicos tóxicos, genotóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos, explosivos)

Estas sustancias se encuentran comúnmente presentes en pequeñas cantidades en los RES; grandes cantidades pueden encontrarse cuando los productos químicos y los productos farmacéuticos no deseados u obsoletos se eliminan. Pueden causar intoxicación, ante una exposición aguda o crónica y lesiones, incluyendo quemaduras. La intoxicación puede ser resultado de la absorción de una sustancia química o farmacéutica a través de la piel, de las membranas mucosas o de la inhalación o ingestión. El contacto con los productos químicos inflamables, corrosivos o reactivos (por ejemplo, formaldehído y otras sustancias volátiles) pueden causar lesiones en la piel, en los ojos o en las membranas mucosas de las vías respiratorias.

Las lesiones más comunes son las quemaduras. Los desinfectantes son los miembros especialmente importantes de este grupo: se utilizan en grandes cantidades y son a menudo corrosivos. También hay que señalar que los

⁵⁰Weber, AM, Boudereau, Y, Mortimer VD. Health hazard evaluation report 98-0027-2709, Stericycle, Inc, Morton, Washington. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1999.

⁵¹Leese KE et al, Assessment of blood-splash exposures of medical-waste treatment workers. *Enviro Health*, January/February 1999, 8-11.

⁵² WHO, Safe management of wastes from health-care activities, Chapter 3 - Health impacts of health-care waste

productos químicos reactivos pueden formar compuestos secundarios altamente tóxicos.

3.6 Residuos electrónicos

El término residuos electrónicos describe a los residuos de artículos electrónicos, como las computadoras, los televisores y los teléfonos celulares, mientras que los RAEE incluyen también a los artículos tradicionalmente no electrónicos como lavarropas, lavavajillas, heladeras y hornos. Las computadoras y los teléfonos celulares son desproporcionadamente abundantes debido a su corta vida. Los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos, tales como las baterías, los paneles eléctricos, las carcasas de plástico, los tubos de rayos catódicos, vidrios activados y condensadores de plomo también se clasifican como residuos electrónicos.

Según las estadísticas más recientes publicadas por la iniciativa STEP, *Solving the Ewaste Problem* (La solución al problema de los residuos electrónicos) (<http://www.step-initiative.org/overview-world.html>), en 2014 se generaron alrededor de 42 millones de toneladas de residuos electrónicos.

Los residuos electrónicos son química y físicamente distintos a otros tipos de residuos urbanos o industriales; contienen tanto los materiales valiosos como los peligrosos que requieren un manejo especial además de métodos de reciclaje para evitar la contaminación ambiental y los efectos perjudiciales sobre la salud humana. El reciclaje puede recuperar los componentes reutilizables y los materiales de base, especialmente Cobre y metales preciosos. Sin embargo, debido a la falta de instalaciones, a los costos laborales altos y a las estrictas regulaciones ambientales, los países ricos solo recientemente han comenzado a reciclar los residuos electrónicos en Europa y en otros lugares. Por el contrario, los residuos electrónicos han sido dispuestos en rellenos sanitarios, o exportados de los países ricos a los países pobres, en los que se puede reciclar utilizando técnicas primitivas y con poca consideración sobre la seguridad ambiental de los trabajadores.

La composición química de los residuos electrónicos varía en función de la edad y el tipo de elemento descartado. Sin embargo, la mayoría de los residuos electrónicos se compone de una mezcla de metales, en particular Cobre, Aluminio y Hierro, unidos, cubiertos, o mezclado con varios tipos de plásticos y cerámicas.

Los artículos RAEE pesados, como los lavarropas y las heladeras, que se componen principalmente de acero, pueden contener menos contaminantes ambientales potenciales que los más livianos, como las computadoras portátiles, que pueden contener altas concentraciones de retardantes de llama y metales pesados.

Casi todos los residuos electrónicos contienen algunos componentes valiosos o materiales de base, especialmente Cobre. Estos son importantes desde el punto de vista ambiental, ya que proporcionan un incentivo para el reciclaje, que se

produce principalmente en los países pobres, y puede resultar en un riesgo para la salud humana o la contaminación ambiental. Los metales del grupo del platino se incluyen en los materiales de contacto eléctrico debido a su alta estabilidad química y la conductividad de la electricidad. Las concentraciones de metales preciosos en las tarjetas de circuitos impresos son más de diez veces superiores a los minerales extraídos comercialmente⁵³.

Las concentraciones de los contaminantes ambientales que se encuentran en los residuos electrónicos dependen del tipo de elemento que se desecha y el momento en el que se produjo ese elemento. Los posibles contaminantes ambientales asociados con los residuos electrónicos y sus concentraciones típicas se presentan en la Tabla 3⁵⁴. Algunos contaminantes, como los metales pesados, se utilizan en la fabricación de productos electrónicos, mientras que otros, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) se generan por la combustión a baja temperatura de los residuos electrónicos. La quema del cable aislado, que normalmente se produce en toneles de hierro abiertos, genera 100 veces más dioxinas que la quema de residuos domésticos⁵⁵.

Tabla3: Los contaminantes ambientales y sus concentraciones típicas en los residuos electrónicos⁴⁸

| Contaminante | Relación con los residuos electrónicos | Concentración típica de residuos electrónicos (mg/kg) |
|--|--|---|
| Difenil éteres polibromados (PBDE) bifenilos polibromados (PBB) tetrabromobisfenol -A (TBBPA) | Los retardantes de llama | |
| Bifenilos Policlorados (PCB) | Condensadores, transformadores | 14 |
| Clorofluorocarbono (CFC) | Unidades de refrigeración, espumas de aislamiento | |
| Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) | Producto de combustión | |
| Hidrocarburos aromáticos polihalogenados (PHAHs) | Producto de combustión a baja temperatura | |
| Dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDFs) | Producto de combustión a baja temperatura de PVC y otros plásticos | |
| Americio (Am) | Detectores de humo | |
| Antimonio | Retardadores de llama, | 1700 |

⁵³Betts K, Producing usable materials from e-waste. Environ Sci Technol 2008a;42:6782-3.

⁵⁴Brett H. Robinson, E-waste: An assessment of global production and environmental impacts, Science of the Total Environment 408 (2009) 183-191

⁵⁵Gullett BK, Linak WP, Touati A, Wasson SJ, Gatica S, King CJ. Characterization of air emissions and residual ash from open burning of electronic wastes during simulated rudimentary recycling operations. J Mater Cycl Waste Manag 2007;9:69-79.

| | | |
|----------------------------|---|--------|
| | plásticos(<i>Ernst et al.,(2003)</i>) | |
| Arsénico(As) | Material de dopaje para el Si | |
| Berilio (Be) | Rectifica silice controlado | |
| Cadmio (Cd) | Baterías, tóners, plásticos | 180 |
| Cromo (Cr) | Cintas de datos y disquetes | 9900 |
| Cobre (Cu) | Cableado | 41.000 |
| Galio (Ga) | Semiconductores | |
| Indio (In) | Pantallas LCD | |
| Plomo (Pb) | Soldadura (<i>Kang and Schoenung, (2005)</i>) | 2900 |
| Litio(Li) | Baterías | |
| Mercurio (Hg) | Lámparas fluorescentes, baterías, interruptores | 0,68 |
| Níquel (Ni) | Baterías | 10.300 |
| Selenio (Se) | Rectificas | |
| Plata(Ag) | Cableado, interruptores | |
| Estanio(Sn) | Soldadura (<i>Kang and Schoenung, (2005)</i>)pantalla LCD | 2400 |
| Zinc (Zn) | | 5100 |
| Elementos de tierras raras | Pantallas CRT | |

Aunque el reciclaje puede eliminar algunos contaminantes, grandes cantidades pueden aún así terminar concentrados en los rellenos o en los centros de reciclaje de residuos electrónicos, en los que pueden afectar negativamente a la salud humana o al ambiente.

Los difenil éteres polibromados (PBDE) son retardantes de llama que se mezclan en los plásticos y otros componentes. No existen enlaces químicos entre los PBDE y los plásticos, por lo tanto se pueden filtrar desde la superficie de los componentes de los residuos electrónicos hacia el ambiente⁵⁶. Los PBDE son lipofílicos consecuentes de la bioacumulación⁵⁷ en organismos y a través del proceso de biomagnificación, es decir que las concentraciones aumentan, en la cadena alimenticia. Los PBDE tienen propiedades de alteración endocrina⁵⁸. Los artefactos como heladeras obsoletas, congeladores y aparatos de aire

⁵⁶Deng WJ, Zheng JS, Bi XH, Fu JM, Wong MH. Distribution of PBDEs in air particles from an electronic waste-recycling site compared with Guangzhou and Hong Kong, South China. *Environ Int* 2007;33:1063-9. □

⁵⁷La bioacumulación es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en el medio ambiente o en los alimentos

⁵⁸Tseng LH, Li MH, Tsai SS, Lee CW, Pan MH, Yao WJ, et al. Developmental exposure to decabromodiphenyl ether (PBDE 209): Effects on thyroid hormone and hepatic enzyme activity in male mouse offspring. *Chemosphere* 2008;70:640-7. □

acondicionado contienen clorofluorocarbonos que agotan el ozono (CFC). Estos gases pueden escapar de los artefactos dispuestos en los rellenos sanitarios. El polvo es un medio de comunicación ambiental significativo que puede proporcionar información sobre el nivel, la distribución y destino de los contaminantes presentes en el ambiente de la superficie. A modo de ejemplo, estudios recientes han demostrado cargas corporales elevadas de metales pesados⁵⁹ y sustancias tóxicas persistentes en los niños⁶⁰ y los trabajadores de residuos electrónicos, respectivamente, en Guiyu, China.

Los contaminantes de los residuos electrónicos se liberan en forma de mezcla, y los efectos de la exposición a un compuesto o elemento específico no pueden considerarse de forma aislada. Sin embargo, se necesita una comprensión más compleja de las interacciones entre los componentes químicos de los residuos electrónicos. La exposición a los residuos electrónicos es un proceso complejo en el que muchas rutas y fuentes de exposición juegan un papel de variables importantes, es decir: las diferentes longitudes de tiempo de exposición, y todos los posibles efectos inhibitorios, sinérgicos, o aditivos de varios tipos de exposiciones químicas son todas variables importantes. La exposición a los residuos electrónicos es una variable única en sí misma y las exposiciones implicadas deben ser consideradas como un todo. Las fuentes de exposición a los residuos electrónicos se pueden clasificar en tres sectores: el reciclaje informal, el reciclaje formal, y la exposición a los compuestos de los residuos electrónicos peligrosos que quedan en el ambiente (es decir, la exposición ambiental).

Las vías de exposición pueden variar dependiendo de la sustancia y el proceso de reciclaje informal. La Tabla 4⁶¹ proporciona las vías de exposición según los contaminantes y los componentes de los residuos electrónicos. En general, es más probable que la exposición a los componentes peligrosos de los residuos electrónicos se produzca por inhalación, ingestión y contacto con la piel. Además de la exposición laboral directa (ya sea formal o informal), las personas pueden entrar en contacto con los materiales de residuos electrónicos, y los contaminantes asociados, a través del contacto con el suelo contaminado, el polvo, el aire, el agua, y por medio de las fuentes de alimentos, incluida la carne. Los niños, los fetos, las mujeres embarazadas, las personas mayores, las personas con capacidades diferentes, los trabajadores informales del sector de reciclaje de residuos electrónicos, y otras poblaciones vulnerables se enfrentan a riesgos de exposición adicionales. Los niños representan un grupo particularmente sensible debido a las vías adicionales de exposición (por ejemplo, la lactancia materna y las exposiciones de la placenta), sus comportamientos de alto riesgo (por ejemplo, las actividades de la mano a la boca en los primeros años y los altos

⁵⁹ Huo, X.; Peng, L.; Xu, X. J.; Zheng, L. K.; Qiu, B.; Qi, Z. L.; Zhang, B.; Han, D.; Piao, Z. X. Elevated blood lead levels of children in Guiyu, an electronic waste recycling town in China. *Environ. Health Perspect.* 2007, 15, 1113–1117. □

⁶⁰ Bi, X. H.; Thomas, G. O.; Jones, K. C.; Qu, W. Y.; Sheng, G. Y.; Martin, F. L.; Fu, J. M. Exposure of electronics dismantling workers to polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, and organochlorine pesticides in South China. *Environ. Sci. Technol.* 2007, 41, 5647–5653 □

⁶¹ Kristen Grant, Fiona C Goldizen, Peter D Sly, Marie-Noel Brune, Maria Neira, Martin van den Berg, Rosana E Norman, Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review □, *Lancet Glob Health* 2013; 1: e350–61, Published Online □ October 30, 2013 [http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70101-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70101-3)

comportamientos de riesgo en la adolescencia), y sus cambios fisiológicos (por ejemplo, el consumo elevado de aire, el agua y los alimentos, y las bajas tasas de eliminación de toxinas). Los hijos de los trabajadores de reciclaje de residuos electrónicos también se enfrentan a la contaminación en el hogar a través de la ropa de sus padres, y el contacto con su piel, además de la exposición directa de alto nivel si el reciclaje se lleva a cabo en sus hogares.

En un reciente estudio sobre riesgos para la salud planteados a partir de los residuos electrónicos, se revisaron 23 estudios epidemiológicos publicados, todos provenientes del sudeste de China⁵⁴. El proyecto registró posibles resultados asociados con la exposición a los residuos electrónicos, incluido el cambio en la función de la tiroides, los cambios en el aspecto y la función celular, los resultados neonatales adversos, cambios en el temperamento y en el comportamiento, y la disminución de la función pulmonar. Los niños de entre 8 y 9 años que vivían en un pueblo donde se reciclaban los residuos electrónicos tenían una capacidad vital forzada menor que aquellos que vivían en un pueblo de contraste. También se registraron correlaciones negativas significativas entre las concentraciones de cromo en la sangre y la capacidad vital forzada en niños de 11 y 13 años. Los resultados de la mayoría de los estudios asociados con la exposición a los residuos electrónicos demostraron aumentos en abortos espontáneos, en el índice de mortinatalidad y en nacimientos prematuros, además de la reducción de peso al nacer y de longitudes congénitas. Las personas que vivían en las ciudades donde se reciclaban los residuos electrónicos o que trabajaban en el reciclaje de los residuos electrónicos demostraron pruebas de daño extremo en el ADN que aquellas que vivían en las ciudades controladas.

Tabla 4: Vías de exposición de los residuos electrónicos⁵⁴

| | Componentes de equipamientos eléctricos y electrónicos | Fuente de exposición ecológica | Rutas o vías de exposición |
|---|---|--|---|
| Contaminantes orgánicos persistentes | | | |
| Retardantes de llama bromados | Retardantes de fuego para equipos electrónicos | Aire, polvo, comida, agua, suelo | Ingestión, inhalación, y transferencia transplacentaria |
| Polibromodifeniléteres | | | |
| Bifenilos policlorados | Fluidos dieléctricos, lubricantes y refrigerantes en generadores, condensadores y transformadores, iluminación fluorescente Ventiladores de techo, lavavajillas y motores eléctricos. | Aire, polvo, suelo y comida, (bioacumulables en pescados y mariscos) | Ingestión, inhalación o contacto dérmico, y transferencia transplacentaria |
| Dioxinas | | | |
| Dibenzodioxinas y dibenzofuranos policlorados | Liberaciones como subproducto de la combustión | Aire, polvo, suelo, comida, agua, y vapor | Ingestión, inhalación, contacto con la piel, y transferencia transplacentaria |

| | | | |
|---|--|--|---|
| Bifenilos policlorados similares a las dioxinas | Liberaciones como subproducto de la combustión pero también existente en los fluidos dieléctricos , lubricantes y refrigerantes de los generadores, condensadores y transformadores, lámparas fluorescentes , ventiladores de techo, lavavajillas y motores eléctricos | Liberaciones como subproducto de la combustión, aire, polvo, suelo, y comida (bioacumulables en pescados y mariscos) | Ingestión, inhalación, y absorción dérmica |
| Hidrocarburos poliaromáticos | | | |
| Acenafteno , acenaftileno , antraceno, benzo [a] antraceno , benzo [a] pireno , benzo [e] pireno benzo [b] fluoranteno , benzo [g, h, i] perileno , benzo [j] fluoranteno , benzo [k] fluoranteno , criseno , dibenzo [a, h] antraceno, fluoranteno , fluoreno , indeno [1,2,3 -c , d] pireno , fenantreno y pireno | Liberaciones como subproducto de la combustion | Liberaciones Released as combustionbyproduct, air, dust, soil, and food | Ingestión, inhalación, y contacto con la piel |
| Elementos | | | |
| Plomo | Placas de circuito impreso, tubos de rayos catódicos, tubos o bombillas de luz, televisores (1·5-2·0 kg por monitor), y baterías | Agua, comida, suelo, polvo, y aire | Inhalación, ingestión, y contacto con la piel |
| Cromo o cromo hexavalente | Recubrimientos anticorrosivos, Cintas de datos, y disquetes | Agua, comida, suelo, polvo, y aire | Inhalación e ingestión |
| Cadmio | Interruptores, fuentes, conectores , placas de circuito impreso, baterías, detectores infrarrojos, chips semiconductores , máquinas de tinta o de tóner de fotocopadoras, tubos de rayos catódicos, y teléfonos móviles | Agua, comida, suelo, polvo, y aire (especialmentearróz y vegetales) | Ingestión e inhalación |
| Mercurio | Termostatos, sensores, monitores, células, placas de circuitos impresos, y lámparas fluorescentes de cátodo frío (1-2 g pos aparato) | Aire, vapor, agua, suelo, y alimentos (bioacumulable en los peces) | Inhalación, ingestión, y contacto con la piel |
| Zinc | Tubos de rayos catódicos, y recubrimientos metálicos | Aire, agua, y tierra | Ingestión e inhalación |
| Níquel | Baterías | Aire, tierra, agua, y alimentos(vegetales) | Inhalación, ingestión, contacto con la piel, y transferencia transplacentaria |
| Litio | Baterías | Aire, suelo, agua, y alimentos(vegetales) | Inhalación, ingestión, y contacto con la piel |
| Bario | Tubos de rayos catódicos, y lámparas fluorescentes | Aire, agua, suelo, y alimentos | Ingestión, inhalación contacto con la piel |
| Berolio | Cajas de suministro de energía, computadoras, máquinas de rayos X, componentes de cerámica de la electrónica | Aire, alimentos, y agua | Inhalación, ingestión, y transferencia transplacentaria |

En otros estudios⁶², investigadores han relacionado a los residuos electrónicos con los efectos adversos sobre la salud humana, como la inflamación y el estrés oxidativo - precursores de la enfermedad cardiovascular, el daño del ADN y posiblemente cáncer.

Aunque la toxicología de muchos componentes de residuos electrónicos está bien caracterizada, algunos materiales más nuevos, como los arseniuros de indio y galio que se encuentran en nuevos semiconductores, son menos conocidos. Su incorporación en los nanomateriales puede aumentar la biodisponibilidad de manera imprevista. El desarrollo de los niños y los fetos podría ser particularmente vulnerable a las toxinas que se encuentran en los residuos electrónicos, y los estudios epidemiológicos tempranos cerca de los sitios de reciclaje informal de residuos electrónicos indican la posibilidad del desarrollo de un potencial de neurotoxicidad. Entender los alcances de los peligros de los residuos electrónicos, los impactos de su disposición, y los riesgos del reciclaje informal o negligente ayudará a reducir o prevenir el desarrollo de enfermedades asociadas con la exposición a los componentes de los residuos electrónicos.

3.7 Quema a cielo abierto

“La quema a cielo abierto” de los residuos es una práctica habitual en muchos basurales a cielo abierto, como un método para reducir el volumen de los residuos. La práctica de la quema a cielo abierto suele producir severos daños en la salud pública y nocivos efectos ambientales.

Las investigaciones científicas llevadas a cabo en todo el mundo han demostrado de manera concluyente que la quema de los residuos en basurales a cielo abierto produce toxinas. Por lo general, la quema se produce a temperaturas bajas (entre 250°C a 700°C) en condiciones de deficiencia de oxígeno. Los hidrocarburos, los materiales clorados y los pesticidas compuestos bajo estas condiciones producen una amplia gama de gases tóxicos perjudiciales para el ambiente y la salud pública. Estos gases contienen dioxinas/furanos, compuestos orgánicos volátiles, partículas (PM), cloruro de hidrógeno (HCl), monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre y nitrógeno y liberan metales incluyendo antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, plomo, manganeso, mercurio, fósforo y titanio⁶³.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos estima⁶⁴ que la quema de residuos mixta sin control es una fuente de dioxinas mayor a la combustión del carbón, la fundición de los metales ferrosos, la incineración de los residuos peligrosos o las operaciones del blanqueo de las plantas de celulosa.

⁶²Fangxing Yang et al, Comparisons of IL-8, ROS and p53 responses in human lung epithelial cells exposed to two extracts of PM2.5 collected from an e-waste recycling area, China 2011, Environ. Res. Lett. 6 024013 doi:10.1088/1748-9326/6/2/024013

⁶³Nammari, D.R., Hogland, W., Marques, M., Nimmermark, S. and Moutavtchi, V. (2004) Emissions from a Controlled Fire in Municipal Solid Waste Bales. Waste Management, 24, 9-18

⁶⁴United States Fire Administration (USFA), “Landfill fires, their magnitude, characteristics and mitigation,” TriData Corporation, Arlington, Virginia, USFA Tech. Rep. FA-225, 2002.

La quema de residuos produce dos tipos de cenizas: cenizas de fondo y cenizas volantes. Las cenizas volantes son partículas de luz y de residuos de combustión de gas cargadas de metales tóxicos, dioxinas / furanos y otros productos de la combustión incompleta que pueden viajar miles de kilómetros antes de liberarse para ingresar en la cadena alimentaria humana. Las emanaciones de la quema a cielo abierto son preocupantes desde una perspectiva de salud pública, debido a varias razones:

- Las emisiones de la quema a cielo abierto se liberan normalmente a ras del suelo o cerca del nivel del suelo; y no desde altos montones de basura acumulada, que facilitarían su rápida difusión;
- Las emisiones de la incineración a cielo abierto no se distribuyen uniformemente a lo largo del año; más bien, por lo general son ocasionales en el tiempo o en la temporada y a nivel local / regional;
- Las fuentes de la quema a cielo abierto son fuentes no puntuales y se extienden en grandes áreas;
- El cumplimiento de las prohibiciones de la quema a cielo abierto son difíciles de llevar a cabo.
- La incineración a cielo abierto es un fenómeno de combustión transitoria, frecuentemente con combustibles heterogéneos; es difícil atribuir las emisiones a un solo componente del combustible.

Uno de los contaminantes más dañinos liberados durante la quema a cielo abierto es la dioxina. La dioxina es un conocido carcinógeno y se asocia con defectos congénitos. La dioxina puede ser inhalada directamente o depositada sobre el suelo, el agua y los cultivos donde se convierte en parte de la cadena alimentaria.

La quema de los residuos sólidos municipales puede liberar al ambiente hexaclorobenceno (HCB). Este compuesto es una toxina altamente persistente que se degrada lentamente en el aire. Por lo tanto, puede movilizarse largas distancias en la atmósfera. Se bioacumula en los peces, en los animales marinos, en los pájaros, en los líquenes, y en los animales que se alimentan de peces y líquenes. El HCB es un probable carcinógeno humano, y de acuerdo con estudios realizados sobre animales, las exposiciones a HCB de bajo nivel ya largo plazo puede dañar al feto en desarrollo, y hasta podrían conducir a daño renal y hepático, y causar cansancio e irritación en la piel.

Cuando los productos de madera, las pinturas, los revestimientos, o la espuma de urea-formaldehído se presionan o compactan y el aislamiento de fibra de vidrio se quema liberan el compuesto químico llamado formaldehído. La exposición al formaldehído puede causar lagrimeo, sensación de ardor en los ojos y en la garganta, náuseas, dificultad para respirar (por ejemplo, tos, opresión en el pecho, sibilancias o jadeo al respirar), y erupciones en la piel. La exposición prolongada al formaldehído puede causar cáncer.

Durante el proceso de incineración de plásticos, o cloruro de polivinilo (PVC), se puede producir gas cloruro de hidrógeno o ácido clorhídrico, lo que puede causar

acumulación de líquido en los pulmones y posible ulceración del tracto respiratorio.

El humo visible producto de la quema a cielo abierto se compone de pequeñas partículas, que contienen contaminantes tóxicos. Si se inhalan, estas partículas microscópicas pueden penetrar con facilidad profundamente en los pulmones y permanecer allí durante meses o incluso años. Respirar partículas aumenta las posibilidades de infección respiratoria, puede desencadenar en ataques de asma, y causar otros problemas, como la tos, sibilancias, dolor de pecho y dificultad para respirar.

El Material Particulado, MP (Black Carbon), es un resultado muy habitual de las prácticas de quema a cielo abierto. Además de ser el segundo gran contribuyente al calentamiento global después del dióxido de carbono, el MP también plantea riesgos para la salud humana, incluyendo enfermedades cardiovasculares, respiratorias y muerte prematura ⁶⁵.

El monóxido de carbono se genera a partir de la combustión incompleta de los residuos. Es un gas incoloro e inodoro que impide que el oxígeno sea absorbido por la sangre y los pulmones. Es especialmente peligroso cuando es inhalado por niños pequeños con pulmones inmaduros, los ancianos y las personas con condiciones crónicas del corazón o que padecen enfermedades pulmonares.

Los incendios de los neumáticos son motivo de preocupación para la salud. Los neumáticos se componen de caucho natural de árboles de caucho, caucho sintético hecho de materia prima petroquímica, hollín, aceites extendedores, alambre de acero, concentran hasta 17 metales pesados, otros productos petroquímicos y cloro. Una comparación entre el alto contenido de carbón y cloro en los neumáticos demostró que los neumáticos pueden contener de 2 a 5 veces el nivel de cloro del carbón típico occidental. Los incendios de los neumáticos son más prolongados, lo que permite la acumulación de los subproductos de la combustión alrededor de las áreas circundantes.

La quema de los neumáticos emite dioxinas y derivados del benceno, los que se han vinculado a enfermedades como insuficiencias reproductivas y cáncer en los seres humanos⁶⁶. Los incendios de neumáticos liberan un humo negro y espeso que contiene monóxido de carbono, dióxido de azufre y productos de butadieno y estireno. Además, estos incendios pueden ser extremadamente difíciles de contener y extinguir y por lo tanto quemar y arden durante un largo período de tiempo. Incluso después de que se extinguen, los incendios de llantas pueden estallar nuevamente incluso semanas o meses después. Esto puede causar una acumulación de los subproductos de la combustión en locales cerrados como casas circundantes, lo que crea un peligro adicional para la salud. La Tabla 5

⁶⁵PNAS, "Highway Proximity and Black Carbon from Cookstoves as a Risk Factor for Higher Blood Pressure in Rural China," 2014, available at <http://www.pnas.org/content/111/36/13229>

⁶⁶Adeolu O. Aderemi, Adebayo A. Otitolaju An Assessment of Landfill Fires and Their Potential Health Effects- A Case Study of a Municipal Solid Waste Landfill in Lagos, Nigeria # IJEP Vol. 2 No. 2 February 2012 PP.22-26 www.ij-ep.org

presenta las emisiones típicas de la quema a cielo abierto de los contaminantes incluidos en las plumas de difusión de un contaminante gaseoso.

Tabla5: Emisiones de la quema en basurales e incendios en rellenos sanitarios (ng/m³)⁶⁷

| Compuesto | Incendios controlados en rellenos | Incendios sin control en rellenos |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Acenaftileno | 90 | 60 |
| Acenafteno | 50 | 30 |
| Fluoranteno | 100 | 50 |
| Fenantreno | 520 | 30 |
| Antraceno | 160 | 85 |
| Fluoreno | 120 | 180 |
| Pireno | 120 | 170 |
| Benzo [a] antraceno | 60 | 60 |
| Criseno | 80 | 70 |
| Benzo [b&k] fluoranteno | 50 | 20 |
| Benzo [a] pireno | 20 | 15 |
| Indeno [1,2,3-cd]pireno | 10 | 10 |
| Dibenzo [a,h] antraceno | 10 | 10 |
| Benzo [g,h,i]perileno | 10 | 10 |
| Totales HAP | 1480 | 810 |
| Totales PCBs | 15.5 | 590 |

3.8 Riesgos de salud ocupacional.

Los riesgos de salud ocupacional en los basurales están presentes tanto para los recicladores informales como para los formales. Durante el proceso de gestión de los residuos sólidos, se pueden reducir los riesgos de salud laborales mediante la inclusión de mejores tecnologías, reduciendo las emisiones contaminantes, modificando y actualizando los métodos de trabajo, utilizando indumentaria de protección y manteniendo a la comunidad y a otros habitantes a una distancia segura de las operaciones. Por ejemplo, el riesgo de infección respiratoria o una reacción alérgica al polvo orgánico puede reducirse en gran medida si los sistemas de estaciones de transferencia, compostaje y los procesos de reciclaje son cerrados o con una ventilación adecuada y si los trabajadores llevan máscaras respiratorias reglamentarias⁶⁸.

Un estudio realizado en los EE.UU. sobre el aumento de casos de enfermedad coronaria demostró que los trabajadores de residuos sólidos se encontraban doblemente expuestos al riesgo que el resto de los trabajadores del país. En la mayoría de los países en desarrollo los riesgos no son manejados adecuadamente porque no se interpreta la dimensión real del problema o por los bajos recursos financieros⁶⁹.

⁶⁷Paul M. Lemieux, Christopher C. Lutes, Dawn A. Santoianni⁷ Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review, *Progress in Energy and Combustion Science* 30 (2004) 1–32

⁶⁸United Nations Environment Program Agency (UNEP), "Informal Solid Waste Management," 2006. <http://www.unep.org?PDF/Kenyawastemngntsector/chapter1.pdf>

⁶⁹K. O. Boardi and M. Kuitunen, "Environmental and Health Impacts of Household Solid Waste Handling and Disposal Practices in the Third World Cities: The Case of Accra Metropolitan Area, Ghana," *Journal of Environmental Health*, Vol. 68, No. 4, 2005, pp. 34-36

En particular, los trabajadores y los recicladores informales están expuestos a los siguientes riesgos de salud y de seguridad⁷⁰:

- Corren el riesgo de morir o ser gravemente heridos por los equipos en movimiento, tales como excavadoras o camiones que transportan los residuos, sobre todo cuando los vehículos se encuentran en marcha atrás.
- Son vulnerables a los trastornos respiratorios debido a la exposición prolongada y frecuente al humo de los incendios comunes en los basurales.
- Los riesgos que corren las personas de heridas temporales por los residuos cortantes y pesados que ellos manejan.
- Pueden sufrir daños permanentes por la exposición a la materia fecal o a los residuos químicamente peligrosos, tóxicos u otros residuos contaminados.
- Corren el riesgo de infección con el VIH o la hepatitis C, en particular de los residuos peligrosos de establecimientos de salud. (RES)

La Tabla 6 resume los riesgos de salud y de seguridad de los trabajadores y los recicladores informales.

La exposición a los residuos de los basurales puede provocar un aumento significativo de los riesgos de enfermedad respiratoria crónica. En la mayoría de los residuos hay pequeñas cantidades de material biológico, dando lugar a un potencial de exposición a bioaerosoles⁷¹. La eliminación de residuos ricos en materia orgánica, incluyendo aquellos RSU sin tratamiento, aumenta en gran medida el potencial de emisiones de bioaerosoles.

Tabla6: Riesgos de salud y de seguridad para los trabajadores y recicladores informales en los basurales⁷²

| Prevalencia | Gravedad |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Dolor en las articulaciones | 1. Enfermedades infecciosas |
| 2. Lesiones / cortes | 2. Problemas respiratorios |
| 3. Problemas respiratorios | 3. Infección cutánea |
| 4. Trastornos gastrointestinales | 4. Trastornos gastrointestinales |
| 5. Fatiga | 5. Lesiones / cortes |
| 6. Infección cutánea | 6. Dolor en las articulaciones |
| 7. Enfermedades infecciosas | 7. Fatiga |

Varios estudios han examinado los efectos sobre la salud de los trabajadores⁷³. Todos ellos han indicado una mayor prevalencia en síntomas

⁷⁰UNEP & Republic of South Sudan, 2013, Health and Safety Guidelines for Waste Pickers

⁷¹Mugo K.K, Gichanga J.M, Gatebe E. and Njogu P.M., Assessment of the Safety and Health Hazards in Existing Dumpsites in Kenya, Proceedings of the Sustainable Research and Innovation (SRI) Conference 6 - 8 May, 2015

⁷²South Sudanese Development Organization (SSDO). 2013. Survey Report on Health and Safety of Waste Pickers at Lagoon Dump Site, Juba. Project No. AE/30200902.UNEP/SSFA/DEPI/2012/PCDMB/075. Juba: SSDO and UNEP.

⁷³ CDC Policy Working Paper Health & Social Conditions of Sanitation Workers in Nagpur, 2010

dermatológicos, neuromusculares, respiratorios, de audición, gastrointestinales y otras lesiones relacionadas con el trabajo entre los trabajadores de los rellenos que entre aquellos previsores del grupo de control. Además, otros síntomas específicos como la congestión nasal se correlacionaron positivamente con el manejo de los productos de madera, el aceite de máquinas, grasas, y lubricantes; tareas laborales que requieren el uso de herramientas manuales o eléctricas también se correlacionaron positivamente con dolores de espalda y dolor en las articulaciones. Por último, las encuestas de higiene indicaron una alta cantidad de polvo en suspensión, bacterias y hongos dentro de la zona de respiración de los trabajadores en los rellenos no controlados⁷⁴.

La seguridad en el trabajo de los recolectores informales, sobre todo en los basurales, es muy deficiente y lamentablemente en muchos casos afecta a los niños también⁷⁵. El trabajo de los recolectores informales comienza cuando los camiones ya se encuentran en el proceso de descarga. En el momento de la descarga del camión justo cuando el remolque se encuentra en la zona de vuelco aún con posición elevada de inflexión, no es inusual ver a los hombres jóvenes trepándose sobre los residuos. Con frecuencia, en el sitio hay máquinas presentes que realizan el trabajo de desparramar (y compactar) los residuos. Los recolectores informales buscan residuos en las altas pilas muy cerca de las máquinas. Hay un potencial constante de lesiones por resbalones, tropiezos y caídas. Debido a que los recolectores informales casi nunca utilizan la ropa de protección adecuada, como botas, guantes y máscaras, por lo que a menudo sufren cortes por objetos punzantes, como agujas y vidrios rotos, como mordidas por perros y ratas. Además de los problemas de seguridad mencionados, existen también frecuentes incidentes de violencia.

La organización GIZ, anteriormente GTZ, completó un estudio importante sobre los problemas de salud de los recicladores informales⁷⁶- el trabajo de campo se llevó a cabo en Nicaragua, Costa Rica y Colombia, con un total de 118 encuestados. Los principales problemas de salud mencionados fueron problemas renales, presión arterial y diabetes, que son problemas generales de población y no están directamente relacionados con el tipo ocupacional. Los mareos, el asma, la tos, las enfermedades de la piel, artritis e infecciones de las vías urinarias y del riñón, por el contrario, podrían ser enfermedades profesionales, vinculados con las condiciones en las que se lleva a cabo el trabajo, donde hay humo por la quema de residuos, no existen instalaciones sanitarias, y el consumo de agua es bajo, a pesar de la exposición directa a la radiación solar y las altas temperaturas. Los tipos de riesgos y los accidentes más comunes están relacionados con lesiones causadas por algún material, por golpes o ser golpeado por los camiones, así como infecciones de la piel. Hay muchos más riesgos asociados con el trabajo que los mencionados por las personas entrevistadas. Al parecer

⁷⁴Kitsantas P, Kitsantas A, Travis HR. Occupational exposures and associated health effects among sanitation landfill employees. *J Environ Health*. 2000; 63 (5):17-24.

⁷⁵ISWA Landfill Working Group, Key issue paper on Landfill Working Group Key Issue Waste Scavenging at Dumpsites in Economically Developing Countries, written by Ljiljana Rodic-Wiersma, David C. Wilson and Derek Greedy

⁷⁶GIZ, 2011, Report on health related issues of informal sector involvement in solid waste management

trabajan en condiciones tan extremas, sólo logran reconocer los riesgos y accidentes más comunes y visibles. Otro estudio reciente⁷⁷sobre los efectos en la salud de los basurales en los recicladores informales llegó a la conclusión, " ... (recicladores informales) ... con mayores años de experiencia tienen mayores probabilidades de contraer enfermedades cutáneas y enfermedades respiratorias, tales como falta de aliento. Los resultados también mostraron que el riesgo de heridas por objetos punzantes disminuyó con el aumento en el nivel de educación de los recolectores de basura"

⁷⁷Aweng, E.R., and Fatt, C.C., Survey of Potential Health Risk of Rubbish Collectors from the Garbage Dumpsites in Kelantan, Malaysia, Asian Journal of Applied Sciences (ISSN: 2321 – 0893) Volume 02 – Issue 01, February 2014

4. INSEGURIDADES INVOLUCRADAS

Este informe tiene como objetivo describir los impactos en la salud que plantean los basurales. Para ello, se han estudiado una larga lista de estudios de caso y otros documentos. Los impactos de salud adversos que plantean los basurales no están en duda, pero aún así, en los detalles de los materiales estudiados, hay una serie de limitaciones e incertidumbres que tienen que ser consideradas, tal como se mencionan a continuación.

Existe una amplia variedad de exposiciones rutas y escenarios de exposición con los que se puede asociar a los basurales, lo que implica una gran complejidad y dificultad de estimar los riesgos para la salud posiblemente involucrados. Sólo unos pocos estudios epidemiológicos han evaluado sitios con respecto a los tipos de sustancias químicas que contienen y liberan; la mayoría de los estudios sobre los efectos en la salud de los basurales, de hecho, carecen de medición de la exposición directa, y se basan en la distancia residencial del sitio o, a veces en el modelado de la exposición. Muchos criterios de valoración de la salud han sido considerados en los estudios epidemiológicos, incluyendo la incidencia y mortalidad por cáncer y los resultados reproductivos, tales como defectos de nacimiento y bajo peso al nacer⁷⁸.

Si un basural representa un riesgo para la salud, los afectados pueden ser diversos y numerosos. El énfasis está en la palabra "puede", ya que el vínculo con la salud puede parecer intuitivo y realista, pero demostrar que los residuos provocan mala salud no es ni simple ni sencillo⁷⁹.

La mayoría de las investigaciones sobre los efectos de salud se iniciaron a partir la disposición de residuos químicos en grandes cantidades entre los años 1940 y 1970 y las investigaciones más intensivas se llevaron a cabo en los Estados Unidos durante los años 1980 y 1990. A pesar de estudios exhaustivos realizados sólo se encontró en una minoría de sitios un posible vínculo entre un contaminante químico y una enfermedad cuantificable. Los resultados de estos estudios epidemiológicos se ven seriamente afectados por muchos "factores externos que llevan a confusión" por lo que es difícil probar una relación entre los basurales y la mala salud cuando se tiene en cuenta, por ejemplo, los diferentes estilos de vida, el tabaco, la dieta, el consumo de alcohol, la calidad de la vivienda, de susceptibilidad racial, género o grupos étnicos a determinadas afecciones y la lista continúa.

Por lo tanto, es importante investigar los efectos en la salud de un basural junto con otros peligros ambientales, como exposiciones simultáneas pueden dar lugar a efectos sinérgicos. En particular, es interesante considerar cómo los posibles efectos en la salud a causa de los residuos pueden ocurrir en combinación con

⁷⁸WHO, Population health and waste management: scientific data and policy options, Rome, Italy, March 2007

⁷⁹Philip Rushbrook, The Health Effects from Wastes - Overplayed or Underestimated? Workshop: Health Impact of Waste Management Activities IWM Annual Conference, Paignton, UK. June 2001

otros determinantes de la salud de gran alcance en función del estilo de vida y el entorno social⁸⁰.

La evidencia científica sobre los efectos en la salud de la exposición a causa de los residuos no es 100% concluyente. La exposición diferencial a los residuos por el estatus socioeconómico es a menudo documentada, pero la interacción entre los factores ambientales y sociales no es muy conocida ni documentada.

Hay incertidumbres específicas que se deben tomar en cuenta cuando se analiza la relación entre la salud y los basurales⁸¹:

- Características específicas de los basurales (edad, los flujos de residuos eliminados, las condiciones en la capa inferior, etc.) no son conocidos y los conjuntos de datos relevantes simplemente no están disponibles.
- El nivel de exposición no está claramente definido simplemente por la distancia entre los basurales y las poblaciones afectadas. Se deben también tomar en consideración otros elementos como el flujo de agua subterránea o el de la dirección del viento. Esto crea consecuencias importantes para la definición de una muestra de población adecuada para los estudios de salud involucrados.
- Muchos estudios no identifican la ruta específica de exposición, lo que podría crear riesgos para la salud (aire, agua).
- Los vínculos directos entre las sustancias químicas específicas dentro de los basurales y los riesgos para la salud son difíciles de establecer sin estudios epidemiológicos adecuados que estudian la misma muestra de población durante un tiempo suficiente.
- Una confusión sin control por la exposición a otros factores ambientales (por ejemplo, la industria) sigue siendo posible en muchos de los estudios implementados.

A pesar de estas limitaciones metodológicas, las investigaciones científicas sobre los efectos en la salud de los basurales proporcionan fuertes indicios de los vínculos existentes entre los basurales y los efectos adversos para la salud⁸² de los trabajadores, recicladores informales y los residentes cercanos.

5. UNA NOTA SOBRE EL COSTO ECONÓMICO DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD

Uno de los desafíos más importantes es evaluar la carga económica que plantean los basurales a los sistemas sanitarios nacionales y locales. Los contaminantes ambientales pueden tener efectos directos e indirectos sobre la salud humana. Además hay efectos económicos, por ejemplo, en la atención médica, en la

⁸⁰Marco Martuzzi et al, Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health, European Journal of Public Health, Vol. 20, No. 1, 21–26, 2010

⁸¹WHO, Health effects from landfills – Impacts from the latest research, Report on a WHO meeting, Bilthoven, Netherlands, 1998

⁸²Daniela Porta et al, Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste, Environmental Health 2009, 8:60 doi:10.1186/1476-069X-8-60

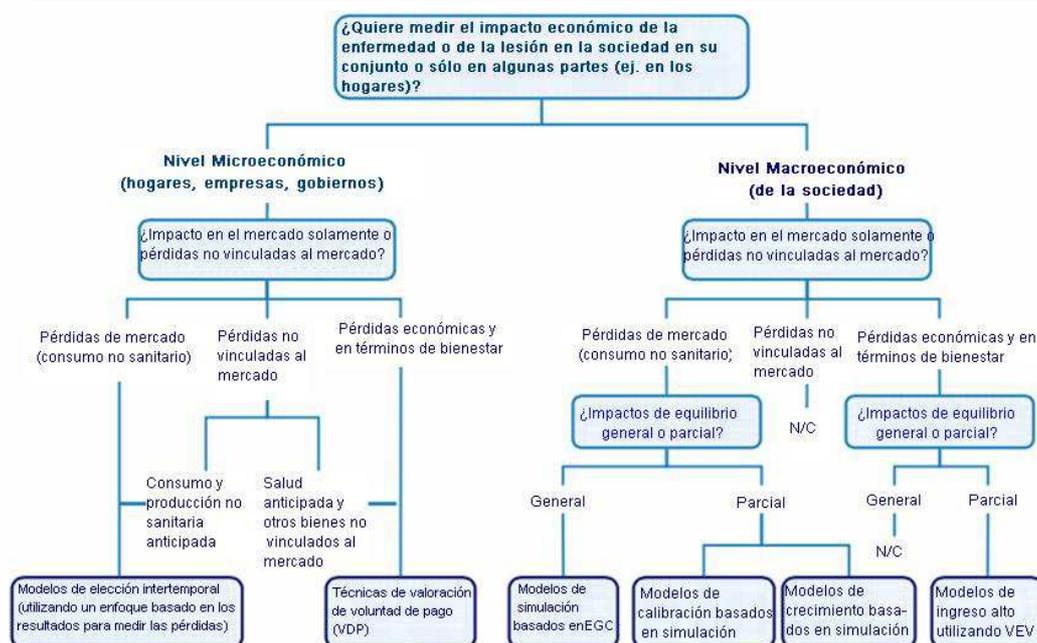
productividad, en la recreación y en las pérdidas intrínsecas a través de la interrupción de los ecosistemas. Las organizaciones nacionales e internacionales solicitan cada vez más la monetización de tales efectos para evaluaciones de costo-efectividad o costo-beneficio. Mientras que algunos profesionales ambientales de la salud consideran a la valoración de la salud humana como poco ética, parece que la mayoría considera que es una (aunque utilitaria) extensión natural de la carga de las evaluaciones de la enfermedad.

Aunque los desafíos científicos y técnicos que participan en este esfuerzo son muy altos, los conceptos pertinentes están en desarrollo y algunos conceptos clave deben ser tomados en consideración. Los siguientes párrafos proporcionan los conceptos clave y algunos de los principales documentos de referencia.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado el marco conceptual para la identificación de las consecuencias económicas de las enfermedades y de las lesiones. Una conclusión clave fue que si los estudios de impacto económico en la salud se realizan de manera definida con referencia a un conjunto coherente de fundamentos conceptuales, pueden contribuir útilmente al diálogo sobre políticas de salud. Sin embargo, hubo varios estudios que no fueron fundados en un marco claro, lógico, es decir, que producen resultados que pueden ser engañosos o falsos. Por lo tanto, es necesario prestar demasiada atención a la hora de considerar o planificar un análisis de impacto económico de la enfermedad o la lesión.

Según la OMS, hay ciertas preguntas que deben ser respondidas antes de que se adopte la decisión de una valuación económica de los impactos en la salud. En primer lugar, ¿Es necesario realizar un estudio de impacto económico (lo que va a traer, además de indicadores clínicos o epidemiológicos de la carga de enfermedad)? ¿Cuál es la decisión política a la que se dirige o apoya? ¿Cuál es el propósito explícito, el alcance y la perspectiva del estudio? ¿Cuáles son los canales principales a través del cual se espera se sientan los impactos económicos, y cuáles son los datos (u otras) limitaciones para su medición y valoración adecuada? Hacer frente a estas preguntas desde el principio fomentará un enfoque más riguroso y una evaluación más significativa para los estudios de impacto económico en el futuro. También le ayudará a identificar, a partir de una serie de enfoques o modelos de medición específicos, cuáles podrían ser los apropiados utilizar en un contexto dado. El Cuadro 6 presenta un algoritmo simple que se puede utilizar con el fin de identificar los costos económicos relacionados con ciertas enfermedades y lesiones.

Cuadro 5: Algoritmo para determinar qué enfoque metodológico se utilizará para estudios de impacto económico en la salud⁷⁶



La Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OECD, por sus siglas en inglés) ha realizado una actualización notable mediante la revisión de la reciente bibliografía empírica relacionada con los impactos en la salud humana de las externalidades ambientales negativas de la contaminación del aire, sustancias químicas peligrosas, el agua no segura y saneamiento, y su uso en el análisis de costo-beneficio⁸³. El estudio incluye la valoración de los impactos en la salud relacionados con la exposición alMP y ozono, químico peligroso y en condiciones de riesgo de Aguas no seguras y Saneamiento. La siguiente tabla presenta algunas figuras clave para enfermedades asociadas con tal exposición, como una amplia gama de estudios relacionados con la voluntad de pago han concluido.

Tabla7: Rango de costos de determinadas enfermedades asociadas con las emisiones de los basurales⁷⁷

| EXPOSICIÓN A | IMPACTO EN LA SALUD | RANGO DE COSTOS (Dólares de EEUU del 2010) |
|--------------|----------------------------------|--|
| PM & Ozono | Bronquitis crónicas | 170.000-500.000 |
| | Hospitalizaciones Respiratorias | 2.000-24.000 |
| | Ingresos Hospitalarios Cardíacos | 200-29.000 |

⁸³OECD Environment Working Paper Nr. 35 Policy Interventions to Address Health Impacts Associated with Air Pollution, Unsafe Water Supply and Sanitation, and Hazardous Chemicals, written by Prof. Alistair Hunt of the University of Bath, 2011

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|
| Sustancias Químicas Peligrosas | Cáncer de pulmón | 481.000 |
| | Cáncer de piel | 9.300 |
| | Leucemia | 2.658 |
| | Trastornos Neurológicos | 10.000 |
| Servicios Sanitarios Inseguros | Enfermedades Gastrointestinales | 40-170 |

Otra cuestión de importancia se refiere a la valoración de los impactos en la salud de los niños. Se observa cada vez con mayor preocupación que la salud de los niños se encuentre especialmente afectada por las condiciones ambientales. Algunos ejemplos importantes incluyen el agravamiento de enfermedades respiratorias (como el asma), el desarrollo de los pulmones, las enfermedades transmitidas por el agua (como la gastroenteritis) y el aumento de los casos de muertes prematuras entre los niños⁸⁴. En muchos aspectos, la valoración de los beneficios para la salud de los niños está asociada con problemas que pueden tener implicaciones políticas graves. Otro problema importante se refiere a la especial vulnerabilidad de los niños frente a la degradación ambiental. Un enfoque en las diferencias epidemiológicas entre adultos y niños subraya la importancia que existe en la formulación de políticas sin considerar a los niños simplemente como pequeños adultos. Las diferencias adicionales entre los adultos y los niños en cuanto a la valoración de dichos impactos también destacan la necesidad de contar con valores morales específicos para los niños en el diseño de las políticas ambientales.

Un estudio de caso muy importante ha sido desarrollado para Campania, Italia⁸⁵. El estudio tuvo como objetivo reducir la incertidumbre a causa de los daños a la salud provocados por exposiciones frente a los residuos al ofrecer por primera vez una valoración monetaria por los beneficios para la salud derivados del reclamo hacia los basurales de residuos peligrosos en Campania. Los resultados fueron realmente sorprendentes.

Se estimaron 848 casos de mortalidad prematura y 403 casos de cáncer fatal al año considerados como una consecuencia de la exposición a los basurales a cielo abierto de residuos peligrosos. El valor actual de la ventaja de reducir el número de muertes asociado a los residuos se estimó en €11,6 mil millones. Este valor varía de €5,4 a €20,0 mil millones asumiendo un período de tiempo obtener beneficios de 10 a 50 años respectivamente.

El estudio llegó a la conclusión de que hay un fuerte argumento económico tanto para la recuperación de los terrenos contaminados con residuos peligrosos en las dos provincias de Nápoles y Caserta y aumentando el control del territorio con el fin de evitar la creación de nuevos basurales ilegales.

84: OECD, Economic Valuation of Environmental Health Risks to Children, 2006

85: Carla Guerriero, John Cairns, The potential monetary benefits of reclaiming hazardous waste sites in the Campania region: an economic evaluation, Environmental Health 2009, 8:28 doi:10.1186/1476-069X-8-28

Está claro que la valoración de los impactos en la salud relacionados con los basurales es una fuerte herramienta de intervención política que puede ayudar a los tomadores de decisiones a darle una mayor importancia al cierre de los basurales en las agendas locales y nacionales.

El rango de costos presentados anteriormente, así como los resultados del caso en Campania, demuestran que los impactos en la salud de los basurales en todo el mundo debe estar en el orden de magnitud de decenas o cientos de miles de millones de dólares.

Sin embargo, una evaluación más precisa es bastante imposible, ya que a) el contexto científico requerido para obtener resultados concretos todavía está en desarrollo, y b) existen lagunas en los datos significativos y necesidades metodológicas que necesitan ser gestionadas.

6. CONCLUSIONES

Los basurales son un problema global que amenaza a la salud y a la calidad de vida de 3,5 a 4 mil millones de personas. Debido tanto al aumento previsto de la población y al creciente ingreso/cápita en el mundo en desarrollo, se espera que en los basurales se deposite un importante volumen de residuos urbanos, industriales y peligrosos dentro de los próximos 15-20 años.

A pesar de estas limitaciones metodológicas, la bibliografía científica sobre los efectos en la salud de los basurales proporciona fuertes indicios de los vínculos existentes entre los basurales y los efectos adversos para la salud de los trabajadores, recicladores informales y los vecinos cercanos.

Los distintos flujos de residuos eliminados, así como las diferentes prácticas que se siguen llevando a cabo (la quema a cielo abierto, el reciclaje informal) determinan tanto la salud como los impactos ambientales de los basurales. Además de los residuos municipales, los residuos sanitarios, los peligrosos y los electrónicos son corrientes comunes que se encuentran en los basurales. El problema es que en la mayoría de los basurales todos los flujos de residuos anteriores suelen estar presentes en cantidades desconocidas y con interacciones más o menos desconocidas. Esto resulta en el aumento de los riesgos para la salud y el de las dificultades para un análisis en profundidad de los riesgos.

Los problemas de salud asociados con los basurales están relacionados con sus emisiones, que generalmente involucran los COPs (contaminantes orgánicos persistentes), los metales pesados y los COVs (compuestos orgánicos volátiles), y el hollín. Los riesgos reales para la salud dependen de las prácticas llevadas a cabo y del tipo de residuos dispuestos en cada basural, así como de las condiciones ambientales y sociales de la zona.

La quema a cielo abierto y la alimentación de los animales aumenta considerablemente los riesgos para la salud, la primera por las emisiones

directas de los contaminantes peligrosos y la segunda mediante la transferencia de los contaminantes hacia la cadena alimentaria.

Varios estudios documentan que los basurales pueden tener graves efectos sobre la salud y el bienestar de la población. Una amplia gama de sustancias tóxicas puede ser liberada al ambiente a partir de la disposición de residuos sin control, por ejemplo, gas metano, dióxido de carbono, benceno y cadmio. Muchos de estos contaminantes han demostrado ser tóxicos para la salud humana. Además, los basurales pueden contener compuestos altamente peligrosos resultantes de la producción industrial, por ejemplo, asbestos y plomo. Estudios epidemiológicos anteriormente realizados han encontrado que dos de los más importantes resultados de salud - cáncer y malformaciones congénitas - son estadísticamente asociados con la exposición a los residuos en los basurales.

Los basurales se están convirtiendo en un problema generalizado y alarmante. De acuerdo con investigaciones recientes, los riesgos para la salud que plantean los basurales tóxicos en India, Indonesia y Filipinas son más importantes que los riesgos relacionados con la malaria. Los basurales con residuos electrónicos se relacionan directamente con cambios en la función tiroidea, cambios en la expresión y en la función celular, además de resultados neonatales adversos, cambios en el temperamento y el comportamiento, y la disminución de la función pulmonar.

Uno de los desafíos más importantes es evaluar la carga económica que plantean los sistemas de salud nacionales y locales debido a los basurales incluyendo todos sus efectos económicos, por ejemplo, la atención médica, la productividad, la recreación y las pérdidas intrínsecas a través de la interrupción de los ecosistemas. Las organizaciones nacionales e internacionales solicitan cada vez más la monetización de tales efectos para el costo-efectividad o costo-beneficio de las evaluaciones. Parece que los impactos en la salud en todo el mundo a causa de los basurales deben estar en el orden de magnitud de decenas o cientos de miles de millones de dólares, aunque ningún estudio específico con este ámbito particular, se ha implementado todavía.