

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Lady Reales del Real


EJE 2

Analicemos la situación



Introducción	3
Riesgos en salud derivados de la contaminación ambiental: aire, agua y suelo	4
Componente atmosférico	5
Emisiones de diésel y cáncer de pulmón	8
Contaminación del aire y enfermedad cardiovascular.	8
Contaminación atmosférica y efectos en salud de niños	10
Componente hídrico	11
Contaminación del agua con virus y efectos en salud	11
Contaminación agua con metales pesados y efectos en salud	14
Componente edáfico	16
Otras fuentes de energía.	19
Contaminación por ruido e impactos en salud	19
Campos electromagnéticos y efectos en salud	20
Bibliografía	21

Riesgos en salud derivados
de la contaminación
ambiental: aire, agua y
suelo



En el presente eje se abordarán los riesgos en salud derivados de la contaminación ambiental para los recursos aire, agua y suelo, analizando las consecuencias presentadas a través de la lectura de artículos toxicológicos experimentales o epidemiológicos observacionales, los cuales son los más utilizados para este tipo de casos.

Como introducción al tema de impacto ambiental y efecto en salud, revise la infografía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) "Impacto del medio ambiente en la salud. ¿Cuál es el panorama general?".



Visitar página

Impacto del medio ambiente en la salud. ¿Cuál es el panorama general?

http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/PHE-prevention-diseases-info-graphic-ES.pdf?ua=1

Componente atmosférico

El Engineers Joint Council define la contaminación atmosférica como la presencia de polvo, humo, gases o vapores en cantidades y duración tales que pueden incidir sobre la salud de los hombres, plantas y animales, o impedir el normal desarrollo de sus actividades (Fernández García, 2016).

Como se mencionó, una de las relaciones causales más estudiadas es la que corresponde a la contaminación atmosférica con efectos en salud; en su mayoría, abordan efectos a corto plazo (tiempos inferiores a una semana) (Ballester, Tenías y Pérez-Hoyos, 1999). En Colombia, este ha sido un tema estudiado con amplitud, si lo comparamos con los efectos de la contaminación de otros recursos sobre la salud.

Aunque la calidad de los combustibles ha sido mejorada, se observan efectos en salud por debajo de los límites permisibles establecidos. Para realizar el análisis de la contaminación atmosférica y sus efectos en salud, es necesario diferenciar entre dos tipos de efectos de acuerdo con el tipo de contaminación de procedencia. Así, se conocen efectos que provienen de la contaminación tipo verano (**summer smog**) y de tipo invierno (**winter smog**). El comportamiento de los contaminantes no es igual: en verano, las condiciones se ven influenciadas por el sol, lo cual favorece la reacción fotoquímica. Los **óxidos de nitrógeno** y los compuestos orgánicos volátiles son la mayor preocupación, dado que dan lugar a los oxidantes fotoquímicos. El más importante de estos últimos es el ozono, conocido como esmog oxidante (Martín y Santamaría, 2004).



Óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno hacen referencia al óxido nítrico (NO), óxido nitroso (N₂O) y al dióxido de nitrógeno (NO₂). Son gases provenientes de fuentes naturales y de fuentes contaminantes (combustión) (Martín y Santamaría, 2004).



Figura 1. Contaminación atmosférica
Fuente: Shutterstock_732653032

Respecto a la contaminación de invierno, el aire se estanca (Ballester, Tenías y Pérez-Hoyos, 1999) y hay una mezcla de humo y niebla con altas concentraciones de dióxido de azufre (SO₂), lo cual incrementa el material particulado en la atmósfera (Martín y Santamaría, 2004). Un estudio realizado en Madrid (España) analiza las variables presentes en el caso de la contaminación atmosférica como factor de riesgo. Para ampliar esta información, consulte el siguiente artículo La contaminación atmosférica como factor de riesgo: el caso de Madrid, en la página principal del eje.

En relación con la contaminación atmosférica, los mayores efectos que se presentan se asocian al sistema respiratorio y cardiovascular. Uno de los indicadores de asociación a la contaminación del aire es la mortalidad. Este indicador es muy utilizado, dado que los datos se encuentran disponibles y la tasa de mortalidad es comúnmente empleada como un indicador importante en la estimación de impactos en salud. Gracias a la revisión de estudios epidemiológicos realizada por Rückerl, Schneider, Breitner, Cyrus y Peters (2001), la tabla a continuación presenta la relación hallada de efectos en salud versus el contaminante de exposición para estudios a corto plazo.

Variable	Estudios a corto plazo					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	UFP	BS/BC	EC/OC	Other
Mortalidad						
Múltiple causa	xxx	xxx	x	x	x	
Cardiovascular	xxx	xxx	x	x	x	
Pulmonar	xxx	xxx	x	x	x	
Efectos pulmonares						
Función pulmonar	xxx	xxx	xx		x	
Asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica						x
Síntomas respiratorios agudos		xx	x			x
Uso de medicamentos			x			
Cáncer de pulmón						
Admisiones en hospital						
Efectos cardiovasculares						
Admisiones en hospital	xxx	xxx				
Electrocardiograma						
Sistema nervioso autónomo	xxx	xxx	xx	x		
Sustrato miocárdico		xx	x	x		x
Función vascular						
Presión arterial	xx	xxx	x	x	x	x
Función endotelial	x	xx	x	x		x

x: pocos estudios; xx: varios estudios; xxx: gran número de estudios.

Tabla 1. Contaminación del aire y consecuencias en salud
Fuente: Rückerl, Schneider, Breitner, Cyrys y Peters (2001)

Con el artículo *Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence* de Rückerl, Schneider, Breitner, Cyrus y Peters (2001) que encuentra en la página principal del eje, puede ampliar la información sobre las asociaciones positivas entre las diferentes variables planteadas en el cuadro y los contaminantes a los cuales estuvo expuesta determinada población.



Lectura recomendada

Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence

Regina Rückerl, Alexandra Schneider, Susanne Breitner, Josef Cyrus y Annette Peters

<http://search.ebscohost.com.proxy.bidig.areasandina.edu.co:2048/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=64842648&lang=es&site=eds-live>

Emisiones de diésel y cáncer de pulmón

El Health Effects Institute (HEI) es una organización estadounidense que ha participado en más de 330 proyectos de investigación respecto a contaminación y efectos en salud. En 1995, fue la primera institución en realizar una revisión literaria que evaluó emisión de diésel, exposición y efectos en salud. En aquel momento, se encontró una asociación débil entre la exposición y el riesgo de cáncer de pulmón entre trabajadores expuestos y no expuestos (Health Effects Institute, 2015). Luego, el HEI realizó una nueva revisión que incluyó dos grandes estudios epidemiológicos realizados anteriormente: el estudio de escape de diésel en mineros (DEMS) y el estudio de partículas de la industria de camiones.

Contaminación del aire y enfermedad cardiovascular

La contaminación atmosférica se considera un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares. Según la OMS, aproximadamente tres millones de muertes anuales se asocian a la contaminación del aire exterior. En el año 2012, 11,6 % del total de las muertes de todo el mundo estuvieron asociadas a la contaminación del aire. Dichas muertes ocurrieron en países de bajos y medios ingresos. Respecto a las muertes producidas por la contaminación atmosférica, el 94 % se debe a enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares, los accidentes cerebrovasculares, la neumopatía crónica y el cáncer de pulmón (OMS, 2016).

Este tipo de contaminación se relaciona con el incremento del riesgo de sufrir un ataque al miocardio. Así, el material particulado (menor a $2.5 \mu\text{m}$) y el dióxido de nitrógeno del aire contaminado aumentan este riesgo. Dichos contaminantes, junto con el dióxido de azufre, tienen la capacidad de ingresar al tracto respiratorio y transportar gran cantidad de tóxicos al cuerpo, por lo cual se concluye que la exposición a $\text{PM}_{2.5}$ y NO_2 incrementa el riesgo de infarto de miocardio. El riesgo por $\text{PM}_{2.5}$ es mayor en personas ancianas. La población joven es más susceptible a la exposición al NO_2 (Argacha, 2017).

En Colombia, se encontró que el 14 % de la población cercana a la estación de monitoreo del Tunal (Bogotá) presentó complicaciones cardiovasculares, según lo reportado en el Hospital de Tunjuelito (Villalobos, Sarmiento y Rodríguez).

Una de las consecuencias más palpables de la contaminación atmosférica global es el cambio climático. En muchos países se han sentido sus efectos por aumento de lluvias, calor extremo, huracanes, inundaciones, entre otros. Su ocurrencia afecta la salud, dado que influye en la calidad del agua y de los alimentos, así como en la vivienda segura y el aire limpio. Estos efectos repercuten en la salud. La OMS concluyó que el cambio climático causará cada año 250.000 muertes, aproximadamente, entre 2030 y 2050, repartidas de la siguiente manera: 38.000 por exposición de ancianos al calor, 48.000 por diarrea, 60.000 por paludismo y 95.000 por desnutrición infantil (OMS, 2014).



Video

Para conocer un caso de contaminación del aire, observe el video *Ingenieros TV - Cap. 45 contaminación aire*, en la página principal del eje.

<https://www.youtube.com/watch?v=ykLA3dZnxS8>



Figura 2. Nebulizador infantil
Fuente:Shutterstock_493699657

Contaminación atmosférica y efectos en salud de niños

Una de las poblaciones más vulnerables ante la contaminación atmosférica es la infantil. Los niños manifiestan efectos en el sistema respiratorio y en el cardiovascular. Se ha observado la ocurrencia de eventos vaso-oclusivos en niños que padecen enfermedad de células falciformes, si hay ocurrencia de variaciones en la contaminación del aire (Barbosa et ál., 2015). En Monterrey, México, se encontró que el humo del tabaco ambiental contiene compuestos irritantes y tóxicos nocivos para la salud y que estos incrementan en 3,4 veces el riesgo de padecer neumonías en niños expuestos (Gutiérrez-Ramírez et ál., 2007).

En Colombia, al estudiar los síntomas de niños que viven en municipios carboníferos, se encuentra que aquellos ubicados cerca de depósitos de estériles presentan mayor prevalencia de diagnóstico de asma en el último año, bronquitis en el último año, dermatitis, reportes de sibilancias o tos seca nocturna. Respecto a los niños escolarizados, el 17 % se ausenta de clases mínimo un día al mes por enfermedad respiratoria aguda (ERA) en zonas con alto tráfico. Todos los efectos estudiados tienen asociación con condiciones intramurales, factores del entorno, condiciones de las escuelas y condiciones individuales (Quiroz et ál., 2013).

Componente hídrico

Si bien es un recurso vital para la existencia humana y se está luchando contra su escasez, el agua es un receptor a gran escala de sustancias tóxicas, metales pesados, plaguicidas, fertilizantes, residuos líquidos orgánicos e inorgánicos, entre otros. Hoy en día, se requieren mayores técnicas de remediación y tratamiento de aguas residuales, así como la disminución de los vertimientos nocivos para el ecosistema y la salud humana (Cruz y Alcalá, 2007).

De acuerdo con la OMS, 1.8 millones de personas mueren cada año por enfermedades diarreicas: el 90 % son niños menores de cinco años. Estas enfermedades se asocian al consumo de agua o alimentos contaminados (OMS, 2004).

Contaminación del agua con virus y efectos en salud

Las aguas residuales domésticas son fuentes de contaminación hídrica tanto en países industrializados como en países en vía de desarrollo, lo cual incide en la salud de la población, dado que esta se abastece de agua de fuentes contaminadas. Los virus son organismos resistentes estables y pueden superar algunas técnicas de tratamiento de aguas (Bofill-Mas et ál., 2005).

El hombre se ve afectado por diferentes virus que son excretados al ambiente a través de heces y orina. Su permanencia se comprueba con diversos métodos de cuantificación (tabla 2).

Familia	Género	Principales especies	Enfermedades asociadas
Adenoviridae	Mastadenovirus	Adenovirus humanos	Infecciones oculares, respiratorias, urinarias y gastroenteritis
Polyomaviridae	Polyomavirus	JC	Leucoencefalopatía multifocal progresiva
		BK	Nefropatía asociada a poliomavirus
Picornaviridae	Enterovirus	Poliovirus	Infecciones del sistema nervioso, oculares y respiratorias, miocarditis, diarrea y anomalías congénitas de corazón
		Coxsackievirus A	
		Coxsackievirus B	
		Echovirus	
		Enterovirus 68-71	
	Parechovirus	Parechovirus humano	Gastroenteritis
	Hepatovirus	VHA	Hepatitis tipo A
Caliciviridae	Norovirus	Virus de Norwalk	Gastroenteritis
	Sappovirus	Virus de Sapporo	Gastroenteritis
Hepeviridae	Hepevirus	VHE	Hepatitis tipo E
Reoviridae	Rotavirus	Rotavirus (grupos A y B)	Gastroenteritis
Astroviridae	Astrovirus	Astrovirus humano	Gastroenteritis

Tabla 2. Principales virus patógenos excretados por orina y heces
Fuente: Boffil-Mas et ál. (2005)



Ejemplos

Como ejemplos se mencionan:

- a. El ocurrido en la ciudad de Quesada, Costa Rica, en el año 2010, donde se presentó un brote de gastroenteritis por norovirus, con causa en la contaminación por materia fecal del agua de consumo. Inicialmente hubo transmisión por vía hídrica y, posteriormente, por vía ano-mano-boca (Delgadillo Espinoza, Moreira Segura y Araya Rodríguez, 2011). Este estudio de caso se puede profundizar en la lectura recomendada en la página principal del eje:



Lectura recomendada

Implicaciones en la salud humana de la gastroenteritis aguda por norovirus como producto de la contaminación hídrica.

Brenda Delgadillo Espinoza, Cristian Moreira Segura y Freddy Araya Rodríguez

- b. La epidemia de hepatitis A ocurrida en Shanghai, China, la cual se atribuyó al consumo de almejas cultivadas en un estuario con contaminación fecal (Halliday et ál., 1991).

Como estos, existen variados casos que relacionan la contaminación ambiental con un efecto directo o secundario en salud humana, respecto al recurso hídrico.

Contaminación del agua con metales pesados y efectos en salud

Los metales pesados como el mercurio, el cadmio y el plomo son elementos persistentes, tóxicos y con capacidad de bioacumulación que se asocian a problemas de salud. Sus efectos van desde irritaciones en piel y mucosas hasta afecciones del sistema inmunológico, el neurológico y el endocrino, malformaciones genéticas y cáncer (Echeverry, Zapata, Páez, Méndez y Peña, 2015). Sus fuentes de origen pueden ser: desgaste geológico, transformación industrial, utilización metales y compuestos de metales, lixiviación de metales pesados de desechos domésticos y presencia de metales pesados en excremento humano y animal (Yassi y Kjellström, 2012).



Figura 3. Muestra de sangre para análisis por metales pesados
Fuente: Shutterstock_438380083

La minería se ha convertido en una de las actividades económicas con más impacto sobre el ambiente, puesto que genera impacto en la atmósfera debido al material particulado emitido por actividades extractivas, la emisión de gases por combustión de maquinaria y emisiones por voladuras. Además, impacta el suelo por causa de la desertización y modifica el paisaje, los estratos de la tierra, la estabilización del suelo (laderas), entre otros. Respecto a los impactos en agua, el mayor es el vertimiento de aguas residuales con contenido de metales pesados y metaloides, lo cual genera cambios de pH en las aguas y bioacumulación de estos elementos en animales del entorno (Lillo, 2012).

El mercurio es un metal que provoca efectos adversos en la salud humana por inhalación, ingestión o exposición cutánea. Los trabajadores que están en contacto con él conocen las consecuencias que este genera en el cuerpo humano. En Segovia, en el año 2001, un estudio transversal realizado con una muestra de 56 personas expuestas ocupacionalmente a vapores de mercurio tuvo como resultado que el 94 % de esta muestra percibió daño en salud del mercurio (Muñoz-Vallejo, García-Ardila y Rodríguez-Gázquez, 2012).

En Colombia, los límites máximos permisibles en vertimientos respecto a metales pesados están establecidos: Pb= 0.20 mg/L, Hg= 0,002 mg/l, cadmio= 0,05 mg/L (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Un estudio realizado en la región de La Mojana halló valores por encima de los límites permitidos por la OMS con una muestra de 112 individuos, 61 expuestos y 51 de grupo control. Se asume que la concentración de metales pesados encontrados en sangre tiene su causa en el consumo de alimentos y aguas contaminadas. La población expuesta presenta alteraciones en su ADN (porcentaje de ADN en cola y longitud de cola), lo cual se atribuye potencialmente a la exposición a estos metales (Calao y Marrugo, 2015).

Ante lo expuesto, lo invitamos a profundizar sobre el riesgo que suponen los metales pesados para la vida humana y animal, ya sea que ingresen a la cadena trófica o sean parte de exposiciones laborales o de una comunidad aledaña a una actividad económica, con el artículo **Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal**, y en relación con los métodos para el tratamiento del agua, le recomendamos observar el video Métodos para el tratamiento del agua - TvAgro por Juan Gonzalo Ángel, en la página principal del eje.



Lectura recomendada

Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal

Luis Fernando Londoño-Franco, Paula Londoño-Muñoz y Fabián Muñoz-García

<http://search.ebscohost.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=117717202&lang=es&site=ehost-live>



Video

Métodos para el tratamiento del agua - TvAgro

<https://www.youtube.com/watch?v=uxci1jrCDV4>

Componente edáfico

Sobre los factores ambientales relacionados con el suelo que afectan la salud humana, se establece que su origen es antropogénico, es decir, son producto de actividades humanas que tienen incidencia sobre este recurso. La erosión, la contaminación, la desertificación, la pérdida de fertilidad y la urbanización se constituyen como los problemas introducidos por la civilización (Frers, 2009).

Los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los vertimientos al suelo son los factores más importantes de contaminación al suelo que se derivan en daños potenciales a la salud humana y animal. La degradación del suelo es un problema con efectos colaterales sobre la salud. El suelo es proveedor de agua y elementos nutritivos utilizados por los seres vivos para su sobrevivencia: alimentos, animales, sembrados, árboles, agua y recursos minerales, entre otros, son algunos de sus suministros.

En suelo encontramos trazas de metales pesados y otros elementos constituyentes de la corteza terrestre. Muchas de esas trazas corresponden naturalmente al medio, tienen un origen geogénico, lo cual hace referencia a su procedencia de la roca madre, actividad volcánica o lixiviación de mineralizaciones. Sin embargo, de igual manera, se pueden encontrar valores superiores a los valores trazas y estos tienen su origen en la actividad antropogénica (actividades industriales, agrícolas, residuos sólidos). Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta sobre los agentes contaminantes es su movilidad en el recurso donde se encuentran situados. En temas de movilidad, el suelo no favorece su ocurrencia. Los metales pesados tienen baja movilidad, se depositan en los primeros centímetros del suelo y se van desplazando a los horizontes inferiores en pequeñas cantidades. Las características del suelo, como Ph, textura, mineralogía de arcillas, materia orgánica, capacidad de cambio, condiciones redox, carbonatos, presencia de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn y salinidad, determinan la medida de este desplazamiento vertical. Un metal puede incorporarse a la cadena trófica a través del suelo, pasando a las plantas y posteriormente a los animales y humanos, según se encuentre el metal retenido en el suelo, así será su disponibilidad relativa por las plantas y su posterior incorporación a los seres vivos, tal como se puede observar a continuación (Galán Huertos y Romero Baena, 2008).

Forma del metal en el suelo	Movilidad - disponibilidad relativa
Iones simples o complejos en solución	Fácil
Cationes de cambio	Media
Metales quelatados por compuestos orgánicos	Menos disponibles
Metales adsorbidos sobre partículas del suelo	Menos disponibles
Compuestos metálicos precipitados sobre partículas del suelo	Disponibles cuando se disuelve el compuesto
Metales asociados o incorporados a una matriz biológica	Disponibles cuando se descompone
Metal asociado o parte de la estructura de un mineral	Disponibles cuando se meteoriza/destruye el mineral

Tabla 3. Disponibilidad relativa de los metales retenidos en el suelo por las plantas
Fuente: Galán Huertos y Romero Baena (2008)

Si se analiza el desarrollo agrícola, se observa que esta es una actividad económica que impacta los suelos, degradándolos y convirtiéndolos en depósito de contaminantes que proceden de fertilizantes, plaguicidas y otros productos que tienen por objetivo incrementar la producción agrícola. De esta industria proceden los disruptores endocrinos, sustancias químicas capaces de alterar el equilibrio hormonal con efectos adversos sobre la salud. Muchas de estas sustancias son vertidas al ambiente sin tener en cuenta el impacto sobre este y sobre la salud (Falero Morejón, Pérez, Luna y Fonseca, 2005).

De acuerdo con Falero Morejón, Pérez, Luna y Fonseca (2005), los disruptores son sustancias que, al estar presentes en el medio, se dispersan gracias a la suma de diversos factores: liberación accidental o deliberada, transporte atmosférico de largo alcance y **destilación global**. Los plaguicidas hacen parte de las sustancias que son esparcidas de manera intencional para lograr su objetivo, que es proteger los cultivos de plagas y malas hierbas.



Destilación global

Proceso de evaporación en zonas cálidas de contaminantes que suben con las corrientes de aire, son transportados por estas y depositados en las zonas más frías, donde se acumulan.

Su presencia se consolida como un problema de salud pública¹. La exposición a estas sustancias genera consecuencias en el sistema reproductivo y otros sistemas vitales. Los disruptores endocrinos tienen la potencialidad de interferir en el sistema endocrino, bloqueando o neutralizando las acciones hormonales. Entre los efectos encontrados en salud, se menciona la anormalidad genital en niños (testículos no descendidos, penes pequeños e hipospadias). En varones, algunas consecuencias son: calidad baja o reducida del semen, cáncer de testículo y órganos sexuales deformes. En mujeres: cáncer de mama y de los órganos de reproducción, enfermedad fibroquística de la mama, síndrome de ovario poliquístico, endometriosis, miomas uterinos y enfermedad inflamatoria de la pelvis (Andrade-Ribeiro, Pacheco-Ferreira, Nóbrega da Cunha y Mendes-Kling, 2006).

A estos efectos se suman los neurotóxicos, los cuales, aún en baja concentración, afectan el sistema neuroendocrino (ejes hipotálamo-hipófisis-gónada e hipotálamo-hipófisis-tiroides) en etapas tempranas de vida (desarrollo embrionario e infancia) (Morales, Miranda de Contreras y Di Bernardo, 2014). Es por esto que los plaguicidas se constituyen como una sustancia generadora de impactos ambientales y en la salud humana. Los estudios han comprobado la magnitud de sus efectos en personas y en el ecosistema. Su uso debe ser analizado desde el principio de precaución, el cual establece la adopción de medidas protectoras frente a una sospecha del efecto que potencialmente pueda ocasionar un producto y que sea fuente de riesgo grave para la salud pública o el medioambiente (Lora Kesie, 2011).

La actividad petrolífera se desarrolla en ambientes naturales, convirtiéndose en un peligro potencial para el ecosistema donde se realiza. Fugas de hidrocarburos y sus derivados y derrames sin contención son algunas de las consecuencias que se pueden presentar en ocasión de la ejecución de sus procesos (almacenamiento, transporte, trasiego, entre otros). Podemos decir que este tipo de contaminación es directa al suelo, pero también se deben considerar las actividades que emanan contaminantes a la atmósfera y retornan al suelo aportando contaminantes a este, lo cual, analizado desde la perspectiva global y teniendo en cuenta que no existen límites para la contaminación por vía atmosférica, tiene una incidencia diferente a su lugar de generación (Sanz, Andreu y Sánchez, 2006).

1 Estas sustancias se encuentran en: procesos de generación y producción de cloro y compuestos clorados (PVC y plaguicidas organoclorados), todos aquellos procesos donde se utilice el cloro como materia prima y plaguicidas (DDT, endosulfan, hexclorobenceno) y los compuestos resultantes de su uso. Aproximadamente 100.000 sustancias químicas sintéticas en el mercado de todo el mundo pueden ser clasificadas como disruptores endocrinos (Andrade-Ribeiro, Pacheco-Ferreira, Nóbrega da Cunha y Mendes-Kling, 2006).

Otras fuentes de energía

Contaminación por ruido e impactos en salud

El ruido es un agente de peligro laboral y de contaminación ambiental. Está definido como cualquier sonido calificado por alguien como molesto, desagradable e inoportuno (Ochoa Pérez y Bolaños, 1990). El ruido es energía en movimiento que genera consecuencias en la salud de los seres humanos y en los ecosistemas.



¡Reflexionemos!

En Colombia, la población adulta expuesta al ruido del Aeropuerto El Dorado se ve afectada por este. El 60% refiere tener mala calidad del sueño debido al tráfico aéreo. El sueño es una actividad importante para la salud y supervivencia del ser humano. Una buena calidad de sueño determina varios aspectos de salud, entre otras cosas porque contribuye a un buen funcionamiento diurno y a una adecuada realización de las tareas del día (Callejas et ál., 2015).

Respecto a los efectos en salud del ruido ocupacional, Cortés et ál. (2009) estudió los efectos cardiovasculares relacionados con la exposición laboral al ruido y entre estos se encuentran: hipertensión, mortalidad por infarto agudo de miocardio, patologías relacionadas con alteraciones coronarias, enfermedad isquémica cardíaca, alteración de lípidos, alteración de parámetros vasculares arteriales, cambios en la frecuencia cardíaca, cambios en el electrocardiograma y proteínas del plasma y probabilidad de sufrir una enfermedad cerebrovascular. La relación más documentada es la que relaciona exposición laboral a ruido e incremento de ten-

sión arterial; seguida por la relación entre exposición laboral a ruido y enfermedad isquémica cardíaca, enfermedad coronaria o enfermedad cardiovascular; en tercer lugar, exposición laboral a ruido y sus efectos sobre el infarto agudo de miocardio; cuarto lugar, exposición profesional a ruido y frecuencia cardíaca, lo cual establece una relación entre el ruido en entornos laborales y los efectos en salud.

Campos electromagnéticos y efectos en salud

Una de las problemáticas ambientales recientes está asociada al aumento del uso de equipos electrónicos, como los celulares: la contaminación electromagnética, es decir, la presencia de campos electromagnéticos derivados del uso de aparatos que emiten ondas en espectros que no son detectables a simple vista.

Hasta el momento son pocos los estudios que asocian enfermedades a su exposición. Sin embargo, este tema se encuentra en pleno desarrollo por la percepción de la comunidad sobre la instalación de antenas de alta tensión y otros elementos de transmisión eléctrica que producen desconfianza y temor.

El primer estudio que asoció un efecto en salud a los campos electromagnéticos fue realizado por Wertheimer, quien encontró una asociación positiva entre el cáncer en niños y la proximidad a las líneas eléctricas residenciales de alta potencia en Denver, Estados Unidos. Sin embargo, no ha sido definitiva la asociación entre estas dos variables, lo cual ha determinado un vacío en el tema (Rodríguez, Londoño Toro y Herrera Carrascal, 2008).

En Barranquilla, Colombia, se realizó un estudio transversal en 220 viviendas, con el fin de estimar la prevalencia de los síntomas del insomnio en adultos y su relación con la presencia e intensidad de campos electromagnéticos. Los resultados arrojaron que un 74,5 % presentaba algún grado de insomnio, mayormente de tipo leve, con un porcentaje mayor de insomnio en el lugar de mayor exposición a antenas de radio y telefonía móvil, respecto del barrio con menor exposición (Peñuela-Epalza et ál., 2015).

En este tema, la preocupación de la sociedad ha sido mayor que los estudios realizados y con resultados positivos de asociación. Por esta razón, la OMS decidió iniciar el “Proyecto Internacional sobre Campos Electromagnéticos”, el cual busca aclarar dudas sobre el asunto. Aunque en los últimos 30 años se han publicado aproximadamente 25.000 artículos sobre efectos biológicos, la OMS concluye en sus revisiones científicas que no hay asociación positiva entre la exposición a campos electromagnéticos y los efectos en salud (OMS, 2011).

- Andrade-Ribeiro, A., Pacheco-Ferreira, A., Nóbrega da Cunha, C. L. y Mendes-Kling, A. (2006). Disruptores endocrinos: potencial problema para la salud pública y medio ambiente. *Revista Biomédica*, 17(2), 146-150.
- Argacha, J. F. (2017). Air pollution and myocardial infarction. *European Heart Journal*, 38(3), 141.
- Ballester, F., Tenías, J. y Pérez-Hoyos, S. (1999). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. *Revista Española de Salud Pública* (2), 109-121.
- Barbosa, S. et ál. (2015). Contaminación atmosférica y salud de los niños: la enfermedad de células falciformes. *Cadernos de Saúde Pública*, 31(2), 265-275.
- Bofill-Mas, S. et ál. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Española de Salud Pública*, (2), 253.
- Calao, R. y Marrugo, J. L. (2015). Efectos genotóxicos asociados a metales pesados en una población humana de la región de La Mojana, Colombia, 2013. *Revista Biomédica*, 35, 139-151.
- Callejas, L. et ál. (2015). Calidad del sueño en una población adulta expuesta al ruido del Aeropuerto El Dorado, Bogotá, 2012. *Revista Biomédica*, 35, 103-109.
- Cortés, R. et ál. (2009). Revisión sistemática y evidencia sobre exposición profesional a ruido y efectos extra-auditivos de naturaleza cardiovascular. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 55(215), 28-51.
- Cruz, M. y Alcalá, G. (2007). *La contaminación de suelos y aguas: su prevención con nuevas sustancias naturales*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Delgadillo Espinoza, B., Moreira Segura, C. y Araya Rodríguez, F. (2011). Implicaciones en la salud humana de la gastroenteritis aguda por norovirus como producto de la contaminación hídrica. *Tecnología en Marcha*, 24(4), 3-9.
- Echeverry, G., Zapata, A., Páez, M., Méndez, F. y Peña, M. (2015). Valoración del riesgo en salud en un grupo de población de Cali, Colombia, por exposición a plomo, cadmio, mercurio, ácido 2,4-diclorofenoxiacético y diuron, asociada al consumo de agua potable y alimentos. *Revista Biomédica*, 35, 110-119.

- Falero Morejón, A., Pérez, C., Luna, B. y Fonseca, M. (2005). Impacto de los disruptores endocrinos en la salud y el medio ambiente. *Revista Cenic. Ciencias Biológicas*, 36, 1-6.
- Fernández García, F. (2016). *La contaminación atmosférica como factor de riesgo: el caso de Madrid*. Coímbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coímbra.
- Frers, C. (2009). *Los problemas de degradar el suelo*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor - Apuntes.
- Galán Huertos, E. y Romero Baena, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 10, 48-60.
- Gutiérrez-Ramírez, S. et ál. (2007). Humo de tabaco ambiental y neumonías en niños de Monterrey, México. *Revista de Salud Pública*, 9(1), 76-85.
- Halliday, M. et ál. (1991). An epidemic of hepatitis a attributable to the ingestion of raw clams in Shanghai, China. *The Journal of Infectious Diseases*, 164(5), 852-859.
- Health Effects Institute. (2015). *Diesel emissions and lung cancer: an evaluation of recent epidemiological evidence for quantitative risk assessment*. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-84959072350>
- Lillo, J. (2012). *Impactos de la minería en el medio natural*. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>
- Londoño-Franco, L. F., Londoño-Muñoz, P. T. y Muñoz-García, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153.
- Lora Kesie, K. I. (2011). *El principio de precaución en la legislación ambiental colombiana*. Recuperado de <http://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/El+principio+de+precauci%C3%B3n+en+la+legislaci%C3%B3n+ambiental+colombiana/c7e464c7-f69c-43e3-967d-f9d63ce1ca6f?version=1.0>
- Manuel, R. P., Mireya, Á. T. y Adolfo, Á. P. (2007). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 45(2).
- Martín, A. y Santamaría, J. M. (2004). *Diccionario terminológico de contaminación ambiental*. Navarra, España: Eunsa.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de marzo de 2015). Resolución 0631 de 2015. DO: 49.486.

Morales, Y., Miranda de Contreras, L. y Di Bernardo, M. L. (2014). Neurotoxicidad de los plaguicidas como agentes disruptores endocrinos: una revisión. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 45(2), 96-119.

Muñoz-Vallejo, L. F., García-Ardila, L. F. y Rodríguez-Gázquez, M. (2012). Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(1), 53-61.

Ochoa Pérez, J. M. y Bolaños, F. (1990). *Medida y control del ruido*. Barcelona, España: Marcombo.

Organización Mundial de la Salud. (2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud: hechos y cifras*. Geneva, Suiza: OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Programas y proyectos. Campos electromagnéticos (CEM)*. Recuperado de <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index1.html>

Organización Mundial de la Salud. (2014). *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/134014/1/9789241507691_eng.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2016). *La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/es/>

Peñuela-Epalza, M. E. et al. (2015). Prevalencia de insomnio en adultos de 18 a 60 años de edad y exposición a campos electromagnéticos en hogares de Barranquilla, Colombia. *Revista Biomédica*, 35(2), 120-129.

Quiroz, L. et al. (2013). Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del Cesar, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 15(1), 66-79.

Rodríguez, G. A., Londoño Toro, B. y Herrera Carrascal, G. J. (2008). *Ciudades ambientalmente sostenibles*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario.

Rückerl, R., Schneider, A., Breitner, S., Cyrus, J. y Peters, A. (2011). Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology*, 23(10), 555-592.

Sanz, M., Andreu, J. y Sánchez, A. (2006). *Química del suelo y medio ambiente*. Alicante, España: Universidad de Alicante.

Villalobos, O., Sarmiento, D. y Rodríguez, D. (2016). El contaminante pm10 y el impacto en la salud en la localidad de Tunjuelito. *10(2)*, 171-192.

Yassi, A. y Kjellström, T. (2012). Riesgos ambientales para la salud. En Organización Internacional del Trabajo. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ottawa, Canadá: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.