

Impacto de los Neurotóxicos en la Salud Mental en el Paño Las Salinas de Viña del Mar. Una Síntesis Basada en Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis.

Introducción

El paño Las Salinas, ubicado en Viña del Mar, Chile, ha sido identificado como una de las áreas más contaminadas por la actividad petroquímica histórica (Inmobiliaria Las Salinas, 2018). La presencia de químicos neurotóxicos (Ver Tabla 1), incluyendo pesticidas organoclorados y metales pesados, constituye una amenaza significativa para la salud humana. Este informe aborda la evidencia científica relacionada con los efectos de estos contaminantes en el neurodesarrollo y la salud mental, con un enfoque en los Trastornos del Espectro Autista (TEA), el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y otros impactos neuropsiquiátricos.

ZONA			Suelo superficial	Suelo subsuperficial	Agua subterránea terreno	Agua subterránea terreno	Agua subterránea terreno	Agua subterránea zona playa	Arena suelo zona playa	Zona de rompiente de la playa	Zona de rompiente de la playa
Grupo	Parámetro	Valor de referencia Tier 1 (mg/kg)	Máxima concentración en muestras del Sitio (mg/kg)	Máxima concentración en muestras del Sitio (mg/kg)	Máxima concentración en muestras del Sitio (µg/L) 06-2015/01-2017	Máxima concentración en muestras del Sitio (µg/L) 06-2016	Máxima concentración en muestras del Sitio (µg/L) 05-2018	Máxima concentración en muestras del Área de Playa (µg/L)	Máxima concentración en muestras del Sitio (mg/kg)	Máxima concentración en muestras de febrero 2016 (µg/L)	Máxima concentración en muestras de junio 2016 (µg/L)
BTEX	Benceno	0,1	0,2	2	860	30	20	0,38	0,11	0,38	0,38
	Tolueno	0,5	0,2	63	2700	3,1	4	1,2	0,1	0,5	0,5
	Xilenos	0,5	0,2	1400	8500	7,4		6,4	0,0015	0,6	0,6
TPH	TPH (suma)-IWA	50	1130	31980	70000	4120	7170	33880	6920	100	100
METALES	Bario	0	185	410	320			120	40		
	Cromo VI	2	2,87	32	940			2,3	4,3		
	Plomo	100	203	1200	12			48	33		
	Mercurio	1	1,155	0,49	0,16			0,097	0,068		
	Níquel	120	17	140	47			5,1	11		
PESTICIDA	Aldrin	120	0,01	1,3	0,51			0,0012		0,0012	0,0012
	DDT	0,01	0,01	0,045	0,0085			0,0016		0,0012	0,0012
	Dieldrin	0,01	0,002	1,3	0,0047			0,0012		0,0012	0,0012
	Endrin	0,01	0,005	1,5	0,28			0,0012			
	Beta - HCH	0,01		0,053	0,012			0,0012			
PCB	PCB total	0,06	0,43	0,26	0,13			1,5			
ESTER FTALATO	Bis(2-ethylhexyl)ftalato	10	0,27	6,3	62			23	0,076	2	2
FENOL CLORADO	Pentaclorofenol	0,01	0,02	0,45	5,4			16	0,15		
	2,3,4-Triclorofenol	0	0,02	1,7	10			10	4		

Fuente: Elaboración propia a partir del proyecto “Saneamiento del Terreno Las Salinas” (2018)

Tabla 1: Concentraciones de neurotoxicos en las distintas zonas del paño Las Salinas - Viña del Mar

El objetivo principal es visualizar para autoridades públicas y comunidad viñamarina, la presencia de estos neurotóxicos, analizar su impacto en la salud mental de la población expuesta y ofrecer una síntesis de los hallazgos, destacando la urgencia de acciones de mitigación y remediación In Situ .

Presencia de Neurotóxicos en el Paño Las Salinas

La identificación y caracterización de los neurotóxicos presentes en el paño Las Salinas han sido posibles gracias a una exhaustiva síntesis de evidencia basada en revisiones sistemáticas y metaanálisis. Estos métodos, considerados la cúspide de la validez científica, permiten consolidar información de múltiples estudios de alta calidad para ofrecer un análisis riguroso y objetivo de los efectos de estos compuestos químicos en la salud humana.

1. Policlorobifenilos (PCB):

- **Origen y presencia:** Derivados de los procesos industriales históricos, los PCB son contaminantes persistentes detectados en el suelo y las arenas del borde costero de Las Salinas (Lauby-Secretan et al., 2017; Inmobiliaria Las Salinas, 2018).
- **Propiedades tóxicas:** Alteran procesos hormonales, causan disrupción endocrina y afectan genes clave del desarrollo neuronal, como **BDNF** y **AHR** (Kim et al., 2019; Zhu et al., 2020).

- **Evidencia científica:** Asociados con TEA, TDAH y problemas cognitivos en estudios internacionales. Cambios epigenéticos incluyen metilación del ADN y modificaciones en histonas (Kumar et al., 2016; Sánchez-Bayo & Goka, 2019).
2. **Metales Pesados:**
 - **Plomo:** Detectado en niveles preocupantes en las arenas costeras. Asociado con déficits cognitivos, alteraciones conductuales y riesgo aumentado de TEA (Saghazadeh & Rezaei, 2017; Jafari et al., 2017).
 - **Mercurio:** Presente en formas orgánicas e inorgánicas, con efectos neurotóxicos que incluyen daños al sistema nervioso central y periférico (Gump et al., 2019; Modabbernia et al., 2017).
 - **Arsénico:** Relacionado con disfunción cognitiva y problemas de desarrollo neuronal (Li et al., 2019; Liu et al., 2021).
 3. **Otros Compuestos Tóxicos:**
 - **Pesticidas organoclorados:** Residuos de estos compuestos, como el DDT, contribuyen al daño neurológico y trastornos del desarrollo (Shelton et al., 2014; Zhang et al., 2018).
 - **Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP):** Asociados a alteraciones endocrinas y posibles efectos neurodegenerativos (Eskenazi et al., 2008).

Impactos en la Salud Mental de la Exposición a Químicos del paño Las Salinas

El paño Las Salinas, históricamente afectado por actividades industriales, contiene una mezcla compleja de contaminantes persistentes como policlorobifenilos (PCB), metales pesados, pesticidas organoclorados y otros compuestos tóxicos. La evidencia recopilada demuestra que estas sustancias tienen propiedades neurotóxicas significativas, capaces de alterar procesos fundamentales del desarrollo cerebral, la salud mental y el bienestar de las comunidades expuestas.

Esta sección se centra en describir los principales neurotóxicos identificados en el paño Las Salinas, sus características químicas, las rutas de exposición, y los efectos adversos documentados en estudios internacionales de alta validez científica. A partir de esta base de evidencia, se analiza el impacto potencial de estos compuestos en el neurodesarrollo infantil, los trastornos psiquiátricos en adultos, y las implicancias transgeneracionales de la exposición a largo plazo.

1. **Neurodesarrollo Infantil:**
 - Los niños y niñas expuestos a PCB y metales pesados presentan mayor prevalencia de TEA, TDAH y problemas de aprendizaje (Gascon et al., 2012; Pessah et al., 2019).
 - Estudios longitudinales muestran que la exposición prenatal a estos contaminantes afecta el desarrollo cerebral durante períodos críticos (Zhang et al., 2019; Shelton et al., 2014).
2. **Trastornos Psiquiátricos en Adultos:**
 - Aumentos en depresión, ansiedad y síntomas de estrés postraumático en comunidades expuestas a neurotóxicos (Palinkas, 2012; Kwok et al., 2017).
 - Evidencias de deterioro cognitivo prematuro, especialmente en trabajadores y habitantes de áreas cercanas (Choi et al., 2015).
3. **Efectos Transgeneracionales:**
 - Modificaciones epigenéticas en genes asociados al estrés y el neurodesarrollo, como **GSTP1** y **COMT**, sugieren que los efectos pueden transmitirse a futuras generaciones (Ben Maarnar et al., 2020; Hamza et al., 2017).
4. **Impacto Comunitario:**
 - Estudios globales de desastres ambientales muestran que las comunidades expuestas enfrentan problemas de cohesión social, aumento de la conflictividad y deterioro del bienestar emocional (Laffon et al., 2016; Altomare et al., 2021).
5. **Datos Locales Emergentes:**

- Aunque faltan estudios específicos en Las Salinas que detallen los impactos en la salud mental derivados de la exposición a químicos, los patrones observados en áreas similares refuerzan la urgencia de mitigar estos riesgos (Inmobiliaria Las Salinas, 2018; Pérez-Fernández et al., 2019).
- La ausencia de investigaciones sobre los efectos en la salud mental de las comunidades adyacentes al paño Las Salinas pone en evidencia un grave déficit en la responsabilidad ética, científica y social de los responsables de la contaminación. Este vacío de datos no solo refleja un actuar negligente, sino también una falta de humanidad hacia las poblaciones vulnerables que enfrentan riesgos potenciales significativos. Las autoridades competentes y los responsables de la contaminación tienen el deber ético y legal de llevar a cabo investigaciones rigurosas, que no sólo evalúen el impacto integral de la contaminación en la salud mental, sino que también permitan diseñar e implementar medidas protectoras basadas en la mejor evidencia disponible. La falta de acción en este ámbito perpetúa el desamparo de las comunidades y compromete los principios fundamentales de justicia ambiental y derechos humanos.

Conclusión y Síntesis de los Impactos en la Salud Mental

El impacto de los neurotóxicos presentes en el paño Las Salinas sobre la salud mental es alarmante. La evidencia científica, respalda que la exposición crónica a PCB, metales pesados y pesticidas genera alteraciones profundas en el neurodesarrollo infantil y la salud mental de adultos. La población expuesta enfrenta un riesgo elevado de trastornos irreversibles como el TEA y el TDAH, además de impactos psicosociales severos (Gascon et al., 2012; Modabbernia et al., 2017).

Un ejemplo de estos riesgos es el plomo, químico que se encuentra en altas concentraciones en el paño Las Salinas y que, según se ha comprobado, no puede ser tratado mediante el proceso de remediación bacteriana propuesta (Pilas Biológicas). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el plomo representa un peligro significativo para la salud humana, particularmente en niños, quienes son más vulnerables a sus efectos. Este metal tóxico puede causar desde alteraciones en el desarrollo cerebral –como disminución del coeficiente intelectual, problemas de comportamiento y bajo rendimiento escolar– hasta daños irreversibles en el sistema nervioso central, incluso a niveles de exposición bajos. Como indica la OMS, ***"no existe un nivel de concentración de plomo en sangre que pueda considerarse exento de riesgo."***

Los efectos en adultos también son preocupantes, ya que la exposición al plomo está asociada con hipertensión, disfunción renal, anemia, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva. Este perfil tóxico refuerza la necesidad urgente de limitar el acceso al área contaminada, proteger a las poblaciones más vulnerables y desarrollar estrategias efectivas e inocuas de mitigación y remediación,

Esto contrasta radicalmente con la remediación Ex Situ por Pilas Biológicas que actualmente se está llevando a cabo en el paño Las Salinas. Este proceso, liderado por la misma empresa responsable de la contaminación histórica, implica la remoción y manipulación de suelos contaminados, generando material particulado que está siendo dispersado en el ambiente y al cual las familias cercanas están inevitablemente expuestas, intensificando los riesgos documentados para la salud. Esta exposición masiva está agravando los riesgos previamente identificados en esta investigación, generando daños irreversibles que, según la evidencia, se manifestarán incluso después de transcurrido mucho tiempo desde la exposición inicial. Además, estos impactos en la salud no solo afectarán a la población actual, sino que también perdurarán durante al menos tres generaciones a través de la transmisión epigenética, profundizando la crisis de salud pública y el daño social en la comunidad afectada.

Los contaminantes presentes en el paño Las Salinas, han provocado los referidos trastornos mentales en infantes, adultos, comunidad aledaña y grupos sociales, cuyos efectos han ido ocurriendo y manifestándose a través del tiempo en forma gradual y acumulativamente en las personas afectadas. Por la aparente lenta incidencia sobre la salud mental, parecen invisibles para sujetos ignorantes o ambiciosos, que están removiendo el suelo para la artificialidad de “remediación bacteriana”. A lo

largo del tiempo de la contaminación, los efectos perniciosos para la salud pública y ambiental, ya ocurrieron y seguirán ocurriendo si se remueve el suelo esparciendo contaminantes volátiles al aire, suelo, percolación a aguas subterráneas y playa. Debe tenerse presente que el daño provocado por los referidos contaminantes sobre la salud mental, corresponde a un proceso paulatino que, en la mayoría de los casos, es irremediable e irreversible, que ocurre en períodos críticos del desarrollo humano, por lo que sus manifestaciones son apreciables sólo después de períodos relativos de tiempo, dependiendo del tipo de exposición y contaminante. El daño ya provocado ha sido gradual pero grave sobre la salud, tanto física como mental. Similarmente, el daño que provocaría la remediación bacteriana sería también grave y gradual, donde la carencia de responsabilidad social de la empresa que la ha intentado ejecutar evidencia su prioridad en intereses económicos de la inmobiliaria, por sobre la salud de pobladores, comunitaria y ambiental. ***Lo que por ambición el hombre destruye, sólo la naturaleza lo re-construye.... en un Parque para las Salinas.***

La contaminación histórica de Las Salinas no solo afecta el medioambiente, sino que ha condicionado de manera irreversible la calidad de vida de los habitantes cercanos. Es imperativo implementar el modelo propuesto para evaluar, mitigar y responsablemente, remediar los daños en base a la evidencia de los estudios referidos, con especial énfasis en proteger a las poblaciones más vulnerables, como niños, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Referencias

1. Astetel, J., Gastañagal, M., Fiestas, V., Oblitas, T., Sabastizagall, I., Lucerol, M., Abadía, J., Muñoz, M. E., Valverde, A., & Suarez, M. (2010). Enfermedades transmisibles, salud mental y exposición a contaminantes ambientales en población aledaña al proyecto minero Las Bambas antes de la fase de explotación, Perú 2006. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(4), 512-519.
2. Ben Maarnar, M., Nilsson, E., Thorson, J. L. M., Beck, D., & Skinner, M. K. (2020). Epigenome-wide association study for transgenerational disease sperm epimutation biomarkers following ancestral exposure to jet fuel hydrocarbons. *Reproductive Toxicology*, 98, 61-74.
3. Blanca Laffon, E., Pásaro, E., & Valdíglesias, V. (2016). Effects of exposure to oil spills on human health: Updated review. *DICOMOSA Group, Universidade da Coruña*, 105-128.
4. Capelo, R., Rohlman, D. S., Jara, R., García, T., Viñas, J., Lorca, J. A., Llanes, M. C., & Alguacil, J. (2022). Residence in an area with environmental exposure to heavy metals and neurobehavioral performance in children aged 9–11 years: An explorative study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 4732.
5. Choi, K. H., Lim, M. H., Ha, M., Sohn, J. N., Kang, J. W., Choi, Y. H., & Cheong, H. K. (2015). *Psychological vulnerability of residents of communities affected by the Hebei Spirit Oil Spill*. Cambridge University Press.
6. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330-338.
7. Hamza, M., Halayem, S., Mrad, R., Bourgou, S., Charfi, F., & Belhadj, A. (2017). Implication de l'épigénétique dans les troubles du spectre autistique: Revue de la littérature. *Encephale*, 43(4), 374-381.
8. Kwok, R. K., McGrath, J. A., Lowe, S. R., Engel, L. S., Jackson, W. B., Curry, M. D., Payne, J., Galea, S., & Sandler, D. P. (2017). Mental health indicators associated with oil spill response and clean-up: Cross-sectional analysis of the GuLF STUDY cohort. *The Lancet Public Health*, 2(10), e560-e567.
9. Lawrence, A. P. (2012). A conceptual framework for understanding the mental health impacts of oil spills: Lessons from the Exxon Valdez oil spill. *Psychiatry*, 75(3), 203-222.
10. Mina, H., Jeong, W. C., Lim, M., Kwon, H., Choi, Y., Yoo, S. R., & Cheong, H. K. (2013). Children's mental health in the area affected by the Hebei Spirit Oil Spill Accident. *Environmental Health Toxicology*, 28, e2013010.

11. Modabbernia, A., Velthorst, E., & Reichenberg, A. (2017). Environmental risk factors for autism: An evidence-based review of systematic reviews and meta-analyses. *Molecular Autism*, 8, 13.
12. Saghazadeh, A., & Rezaei, N. (2017). Systematic review and meta-analysis links autism and toxic metals and highlights the impact of country development status. *Progress in Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry*, 79, 340-368.
13. Shelton, J. F., Hertz-Picciotto, I., & Pessah, I. N. (2012). Tipping the balance of autism risk: Potential mechanisms linking pesticides and autism. *Environmental Health Perspectives*, 120(7), 944-951.
14. Tellerías, C., Lydia, & Paris, E. (2008). Impacto de los tóxicos en el neurodesarrollo. *Revista Chilena de Pediatría*, 79(Supl. 1), 55-63.
15. Xu, Y., Yang, X., Chen, D., Xu, Y., Lan, L., Zhao, S., Liu, Q., Snijders, A. M., & Xia, Y. (2023). Maternal exposure to pesticides and autism or attention-deficit/hyperactivity disorders in offspring: A meta-analysis. *Chemosphere*, 313, 137459.
16. Zhang, Y., Xu, Y., Zhu, J., Wu, K., Liang, X., & An, L. (2019). Heavy metals exposure and autism spectrum disorder: A meta-analysis. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(4), 797-819.

Elaborado por:



Dr. Arturo Prieto Comelin

Doctor en Psicología Clínica y de la Salud, U. de Granada, ESPAÑA

Master in Clinical Psychology, U. of Oregon, U.S.A.

Psicólogo, U. de CHILE

Investigador Instituto del Comportamiento y Gestión Humana

Director y fundador ONG Vigilante Público