
Problemática del plomo en las obras de restauración, rehabilitación y demolición

**Juan Jesús Martín Del Río
Miguel León Muñoz
Carmen Llatas Oliver**

**E.U.A.T. DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA,
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS II**

RESUMEN

Aproximadamente hasta 1978, el plomo formaba parte de los materiales de construcción: pinturas, tuberías, soldaduras, cables de electricidad, y hasta finales de los 80, de la gasolina. La exposición al plomo en las obras de restauración, rehabilitación y demolición es un grave problema que muchos trabajadores afrontan diariamente. Desde una perspectiva mediambiental el plomo es un material que no es considerado como un residuo peligroso de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos. Sin embargo desde el punto de vista de la salud y seguridad de los trabajadores si es considerado como un agente químico peligroso causando una de las enfermedades laborales más antiguas conocida como el envenenamiento por plomo.

1.- INTRODUCCIÓN

Las condiciones de ductilidad y maleabilidad del plomo han hecho que este metal haya sido utilizado por el hombre desde la más remota antigüedad. Hipócrates en el siglo V a.C. describe el cólico saturnino como síntoma de la toxicidad del plomo.

En el Imperio Romano las cañerías y las bañeras se recubrían con plomo o con cobre, lo cual causó muchos casos de saturnismos inadvertidos y confundidos en su momento con contaminaciones etílicas. Para dar el color, la suavidad y el bouquet al vino se recomendaba hervirlo y fermentarlo en recipientes o vasijas recubiertas de plomo ya que las de cobre daban mal sabor a la bebida. El vino al hervirse a fuego lento formaba “azúcar de plomo” (en realidad era acetato de plomo, un potente fungicida, pero a su vez un apetecible edulcorante). A pesar de su toxicidad, el mencionado azúcar de plomo o acetato de plomo, se aplicó en el siglo XIX para endulzar el vino además de otras bebidas y alimentos. Hay también referencias a la intoxicación por el plomo en el antiguo Egipto, 4.000 años antes de la era cristiana.

Es un metal pesado, de color azul-grisáceo, es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4°C y punto de ebullición a 1.725°C.

En los países más industrializados, en los últimos 10-15 años, se han dictado normas cada vez más restrictivas sobre la utilización del plomo en la gasolina llegando a disminuir la concentración de plomo en el aire, en torno al 50% según estudios europeos llevados a cabo en el periodo 1979-89. La disminución de plomo ambiental junto con los progresos hechos en el campo de la prevención han reducido fuertemente la importancia de las exposiciones al metal a causa de la profesión lo que ha permitido obtener conocimientos más precisos sobre los efectos producidos a dosis bajas tanto en población general como en población laboral.

Los minerales de plomo se encuentran en muchos lugares del mundo, su forma más típica es la galena que es un (sulfuro de plomo) conteniendo el 87% del metal y a veces pequeñas cantidades de plata.

El plomo metálico se utiliza en forma de planchas o tubos cuando se requiere una gran maleabilidad y resistencia a la corrosión, como en la industria química o en la construcción. También se utiliza para el revestimiento de cables, como componente de soldadura y como empaste en la industria automovilística. Es un material excelente como protector de radiaciones ionizantes. Se utiliza en

los procesos de metalizado para proporcionar recubrimientos protectores, en la fabricación de acumuladores y como baño de termotratamiento en el revenido de hilos metálicos.

Aproximadamente un 40 % del plomo inorgánico se utiliza en forma metálica, un 25 % en aleaciones y un 35 % en compuestos químicos. Los óxidos de plomo se utilizan en las placas de las baterías eléctricas y los acumuladores (PbO y Pb₃O₄), como agentes de mezcla en la fabricación de caucho (PbO) y en la fabricación de pinturas (Pb₃O₄) y como componentes de barnices, esmaltes y vidrio. Por otro lado los principales compuestos orgánicos son el plomo tetraetilo y el plomo tetrametilo, sustancias utilizadas como antidetonantes para carburantes.

2.- EL PLOMO EN LA CONSTRUCCIÓN

Durante años el plomo se ha empleado en la construcción para: cañerías de agua potable, grifos o accesorios de bronce los cuales contienen plomo, tuberías de cobre con soldaduras de plomo, pinturas, persianas de vinilo sin brillo, importadas de China, Taiwan e Indonesia, que contenían plomo en su fabricación para estabilizar el plástico en las tablillas. Hoy en día su utilización está prohibida.

En la siguiente tabla se muestra una posible sustitución del plomo, por otro tipo de material, en las obras restauración, rehabilitación y demolición.

MATERIAL/PRODUCTO	PROBLEMA	SUSTITUCION
Cañerías de agua potable de plomo	Desprendimiento de partículas	Polietileno (PE). Polipropileno PP)
Cañerías de cobre para agua (que requieran soldadura de plomo)	La soldadura de plomo (ya prohibida en muchos países) desprende partículas de este metal.	Soldadura sin plomo y contraflujo de vapor o agua sobrecalentada por el sistema antes de habilitar la instalación
Pinturas	Ingestión y aspiración de partículas o polvo al removerse o lijarse	Pinturas sin plomo (existentes en el mercado)
Láminas de plomo en cubiertas	Desprendimiento de partículas y polvo.	Láminas de otros metales o sintéticas
Persianas de Vinilo contienen plomo para estabilizar el plástico	Con la luz del sol y el calor el plástico se deteriora y forma polvo de plomo	Persianas de madera, metales u otros sintéticos sin plomo.

Figura 1: Posible sustitución del plomo en la construcción (1).

La exposición al plomo inorgánico en las obras de restauración, rehabilitación y demolición es un grave problema que muchos trabajadores afrontan diariamente. Entre los trabajos más comunes en los que un trabajador de la construcción puede verse expuesto al plomo se incluyen los siguientes: renovar o derribar estructuras que tengan superficies revestidas de pintura con plomo; retirar pintura con plomo o pintar con dispositivos que contengan pintura de este tipo; limpiar con chorro de arena estructuras revestidas de pintura con plomo; moler, cortar o quemar con soplete superficies metálicas revestidas de pintura con plomo; cortar o retirar tuberías de uniones o conductos que contengan plomo o estén revestidas de pintura con plomo; soldar a base de plomo; cortar o desforrar cables recubiertos de plomo, limpiar lugares en los que haya polvo de plomo.

3.- RIESGOS DEL PLOMO SOBRE LA SALUD

Aunque el plomo es uno de los metales de utilización más antiguo, el mecanismo de su acción tóxica es todavía imperfectamente conocido y sigue siendo objeto de numerosos estudios. Este puede entrar en el cuerpo humano a través:

1. Vía respiratoria: Es la vía de entrada más importante, penetrando por inhalación de vapores, humos y partículas del polvo. El 50% del Pb depositado en los pulmones se encuentra en sangre circulante tras aproximadamente 50 horas, pasando un porcentaje a tejidos o siendo eliminado (2). El grado de absorción de plomo por esta vía depende de la concentración ambiental en el puesto de trabajo, del tiempo de exposición, de la forma física (vapores, humos, tamaños de las partículas) y química del plomo inhalado, de factores personales (edad, tipo de ventilación), y de las condiciones de trabajo (temperatura, humedad y ventilación ambientales, y nivel de esfuerzo físico).

2. Vía oral: Las partículas de polvo de plomo son ingeridas directamente a través de las manos, alimentos, bebidas o cigarrillos contaminados en el ambiente de trabajo. Constituye la segunda vía de entrada, en importancia, de plomo en el organismo. Hay también un porcentaje de plomo que después de haber sido inhalado es posteriormente vertido al tubo digestivo por los mecanismos de aclaramiento pulmonar. Del 5 al 10% del plomo ingerido por esta vía pasa a sangre, siendo el resto eliminado por las heces. Por otra parte la absorción de plomo por esta vía es más elevada en la mujer que en el hombre (2). No respetar las reglas de higiene en el lugar de trabajo (comer, beber o fumar), así como deficiencias en la higiene personal y/o deficiencias en las instalaciones sanitarias en la empresa pueden tener como consecuencia una entrada importante del tóxico por esta vía.

3. Vía cutánea: La absorción por esta vía es débil en el caso del plomo inorgánico al contrario que en el del plomo orgánico.

Se acumula en el cuerpo y puede causar la conocida enfermedad de “*envenenamiento por plomo*”. Algunos efectos del envenenamiento por plomo pueden disminuir si se quita la fuente de la exposición, pero cierto daño es permanente. Los síntomas del envenenamiento por plomo incluyen el cansancio, poca habilidad de prestar atención, agitación, falta de apetito, estreñimiento, dolores de cabeza, cambio repentino de conducta, vómitos y pérdida del oído. Los adultos con envenenamiento por plomo pueden sentirse irritables y desorientados.

Además de lo anteriormente comentado el plomo puede causar otros efectos no deseados, como son: perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, incremento de la presión sanguínea, daño a los riñones, abortos, perturbación del sistema nervioso, daño al cerebro, disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el espermatozoides, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

Al tratar el riesgo de enfermedad derivada de la exposición, habitualmente prolongada, al plomo, el Real Decreto 374 / 2001 adopta los criterios usualmente empleados por la higiene industrial, introduciendo los valores límite ambientales como herramienta fundamental de evaluación. Para ello remite explícitamente a los valores publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y recomendados por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (con la única excepción, por ahora, del plomo, que dispone de valores límite “europeos” tanto ambientales como biológicos, recogidos respectivamente en los Anexos I y II del Real Decreto. Siendo los valores de VLA-ED de 0.15 mg/m³. y los de valor límite biológico 70 mg Pb /100 ml de sangre.

Importante es que, se deberá proceder a la vigilancia médica cuando: se esté expuesto a una concentración de plomo en aire que rebase los 0,075 mg/m³, calculados de forma ponderada con respecto al tiempo para un periodo de referencia de cuarenta horas semanales, o el control biológico detecte en determinados trabajadores un nivel de plomo en la sangre superior a 40 mg Pb / 100 ml.

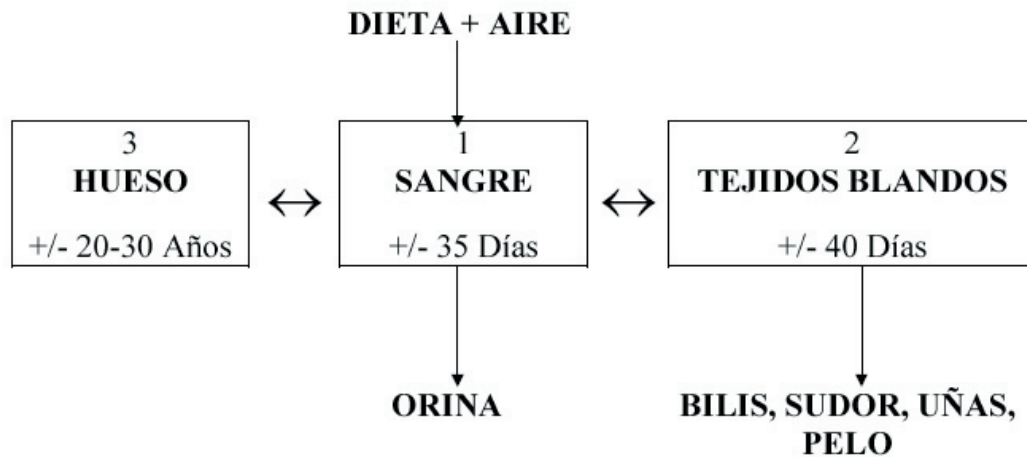


Figura 2. Distribución del plomo. Modelo de los tres compartimentos en el organismo humano. Puede verse la vida media del plomo en cada uno de ellos (3).

4.- RIESGOS DEL PLOMO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Desde una perspectiva medioambiental y dentro de la lista europea de residuos (LER) en su capítulo 17 titulado: “Residuos de construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)”, el plomo es un material que no es considerado como un residuo peligroso de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos. Sin embargo posee una gran incidencia sobre el medio ambiente, el plomo se encuentra de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones encontradas en este son el resultado de las actividades humanas.

El agua de mar contiene concentraciones traza de plomo (2-30 ppt). Los ríos contienen una media de 3 a 30 ppb. El fitoplancton contiene aproximadamente 5-10 ppm de plomo (en base seca), los peces de agua dulce aproximadamente 0.5-1000 ppb, y las ostras 500 ppb aproximadamente. La organización mundial de salud (WHO) estableció en 1995 como límite legal 50 ppb de plomo, este límite decrecerá hasta 10 ppb en el 2010.

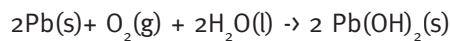
El plomo no se degrada, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz natural, el aire y el agua. Cuando se libera plomo al aire, puede movilizarse largas distancias antes de depositarse en el suelo. Una vez que cae al suelo, generalmente se adhiere a partículas del suelo. La movilización del plomo desde el suelo al agua subterránea dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características del suelo.

Hace unas décadas, las gasolinas de los coches contenían plomo, el cual era quemado en la combustión de los motores, eso generaba emisiones que contenían dicho elemento, siendo las partículas de mayor tamaño las que quedaban retenidas en el suelo y en las aguas superficiales, provocando su acumulación en organismos acuáticos y terrestres, y con la posibilidad de llegar hasta el hombre a través de la cadena alimenticia. Por otro lado, las pequeñas partículas quedaban suspendidas en la atmósfera, pudiendo llegar al suelo y al agua cuando existiera alguna precipitación meteorológica.

Algunos organismos, como los crustáceos e otros invertebrados, son muy sensibles al plomo, y en muy pequeñas concentraciones les causan graves mutaciones. Otro efecto significativo del plomo en las aguas superficiales, es que provoca perturbaciones en el fitoplancton, que es una fuente importante de producción de oxígeno en los océanos y de alimento para algunos organismos acuáticos de variado tamaño.

4.1. ¿POR QUÉ EL PLOMO ESTÁ PRESENTE EN EL AGUA?

El plomo se utilizó como material de fontanería en épocas anteriores, y todavía está presente en construcciones antiguas. En condiciones normales (20°C y presión de 1 bar) el plomo no reacciona con el agua. Sin embargo, cuando el plomo se pone en contacto con aire húmedo, la reactividad con el agua aumenta. En la superficie del metal se forma una pequeña capa de óxido de plomo (PbO); en presencia de oxígeno y agua, el plomo metálico se convierte en hidróxido de plomo (Pb(OH)₂) según la reacción siguiente:



El plomo se une frecuentemente al azufre en forma de sulfuro (S²⁻), o al fósforo en forma de fosfato (PO₃⁴⁻). En estas formas el plomo es extremadamente insoluble, y se presenta formando compuestos inmóviles en el medio ambiente. Los compuestos de plomo son generalmente solubles en agua blanda y levemente ácida.

5.- EL RESIDUO DE PLOMO: RECUPERACIÓN Y RECICLADO

La construcción como actividad humana contribuye a la contaminación ambiental. Los principios generales de sostenibilidad y equilibrio ambiental son reivindicados desde numerosas disciplinas y también deben serlo desde la ingeniería y en forma especial desde la construcción. Son muchos los factores que intervienen para que una vivienda o construcción en general sea más o menos saludable y provoque mayor o menor impacto ambiental: el lugar de emplazamiento, la orientación, la ventilación, las instalaciones eléctricas, las aguas suministradas, los materiales y la calidad de los mismos.

Como toda actividad extractiva, la obtención del plomo y otros metales origina un impacto ambiental importante, durante el proceso de fabricación se consumen grandes cantidades de energía y durante su utilización es contaminante.

El plomo es un material muy fácil de reciclar, pudiéndose reutilizar un número indefinido de veces y, aunque en todas ellas se someta a procesos de fusión y afinado, el producto final (el llamado plomo secundario) es en todo similar al primario obtenido a partir de minerales. Desde el punto de vista de la sostenibilidad y el medio ambiente, nunca ha sido tan importante como ahora recuperar y reciclar los metales contenidos en los residuos, y ello, por una doble razón: los recursos minerales son limitados y no renovables. En el caso concreto del plomo, a las reservas hoy realmente conocidas se les estima una vida relativamente corta. Y segundo, la valoración de los residuos metalíferos mediante su recuperación y reciclado es la forma de gestión de los mismos más racional y ecológicamente recomendable.

En el caso del plomo, a lo largo de los últimos años, la valoración de sus residuos ha sido fundamental para abastecer la mayor parte de la demanda, satisfaciéndose el resto por parte de la metalurgia primaria, basada en la minería que, en los últimos tiempos, permanece estancada en torno a los 3 Mt de plomo contenido, es decir, bastante menos de la mitad del consumo mundial.

Hoy por hoy, son cada vez más escasos las chatarras o residuos procedentes de tuberías, planchas y otras aplicaciones clásicas del plomo debido a su prohibición construcción.

La cantidad de plomo reciclado obtenida en el mundo es muy elevada, superando ampliamente el 50% de la producción total de metal. Este porcentaje es mayor en la Europa Occidental (60%) y en EEUU (70%). El índice de recuperación de plomo supera al de los restantes metales, tanto férreos como no férreos.

Debido a que muchas de las aplicaciones del plomo tienen una vida útil bastante larga, y a que el consumo crece de una manera constante, hace que el medir la eficacia del reciclado comparando el plomo secundario producido en determinado periodo con el consumo total en dicho periodo resulte engañoso. No resultará válida la comparación entre el plomo que se recicla en un año y el que se consume, si no que habrá que tener en cuenta la vida media de los distintos productos de plomo.

La recuperación de las chatarras metálicas presenta la ventaja de que requiere menos energía (aproximadamente un 35-40 % menos) que la producción de plomo a partir de minerales. Además, el reciclado del plomo evita la dispersión de este en el medio ambiente. Se estima que, al menos el 85% del plomo que se consume, puede reciclarse, aunque, en la práctica, se consigue algo menos, siendo, como se ha dicho, especialmente alto el índice de recuperación del plomo contenido en las baterías desechadas.

6.- CONCLUSIONES

- Es importante que el técnico sepa que la manipulación de este material en cualquier obra de restauración, rehabilitación y demolición debe ser sumamente cuidadosa, siguiendo unos procedimientos adecuados de seguridad. Son muchas las precauciones que los trabajadores pueden adoptar para evitar la exposición excesiva al plomo: observar prácticas de trabajo seguras, tales como mojar las pinturas y revestimientos para evitar la transmisión de polvo por el aire, lavarse y cambiarse de ropa antes de comer, beber o fumar, utilizar equipos protectores personales, tales como guantes, ropa especial y una mascarilla de respiración, asegurarse de que la mascarilla se ajuste bien y que se use y mantenga adecuadamente.
- Se deben evitar los materiales de construcción potencialmente peligrosos para la salud o el medio ambiente y, especialmente, todos aquellos que, además, generan residuos tóxicos o contaminantes, sustituyéndolos por otros que reduzcan un impacto ambiental negativo sobre el medio ambiente.
- Es necesario que todos los que participan en el proceso de construcción y demolición faciliten y fomenten de manera activa la reducción, reutilización y valorización de los residuos originados mediante el reciclaje. Desde el punto de vista ambiental, nunca ha sido tan importante como ahora recuperar y reciclar los metales contenidos en los residuos, y más aún, los de construcción con el nuevo R.D. 105/2008. La valorización de los residuos metalíferos mediante su recuperación y reciclado es la forma de gestión de los mismos más racional y ecológicamente recomendable.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- (1) LAUWERYS, R.R., 1982, *Toxicologie Industrielle et Intoxications Professionnelles*. Paris: Masson (Ed.)
- (2) ELLENHORN, M.J., BARCELOUX, D.G., 1988, “*Diagnosis and Treatment of human poisoning*”, en Elsevier Science Publishing Company.
- (3) HESS ALINA, A., 2004, “*El plomo en la construcción*” *Comunicación científicas y tecnológica*. Universidad nacional del Nordeste, Argentina.
- (4) ATKINS, P.W., 1993, *Chemische reacties – materie in beweging*. Maastricht, Natuur & techniek.
- (5) GOING GREEN, 1993, *The Green Construction Handbook*. Bristol, JT Desing Build Ltd, Ove Arup & Partners.
- (6) EPA. *Proteja a su familia en contra del plomo en su casa*, 2001. <http://www.epa.gov/lead/leadpdfs.pdf>
- (7) EPA. URL: <http://www.epa.gov/safewater/agua/plomo.html>, 2002
- (8) ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, O.I.T. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. Tercera edición 2001. *Enciclopedia de Salud y seguridad en el trabajo. Metales: Propiedades químicas y toxicológicas*. Págs. 63.39 - 63.44
- (9) ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER).
- (10) MCFARLAND M.L., DOZIER M.C., 1997. “*Drinking Water: Lead*” “*Agua potable: El plomo*”, publicada por el Servicio Cooperativo de Extensión de Nebraska.
- (11) The Center to Protect Workers’ Rights, 2005, “*Plomo en la construcción: advertencia de peligro*”.
- (12) COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. 1999. “*Protocolos de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos/as al plomo*».
- (13) REAL DECRETO 374/2001 de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- (14) INSHT. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. 2001. *Guía Técnica para la evaluación y prevención en lo lugares de trabajo relacionados con los agentes químicos*.
- (15) REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- (16) INSHT. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES. NTP 194: *Cerámica decorativa: contaminación por plomo y su control ambiental*