

3.1.1

Agents químics. Plom inorgànic

OBJECTE

Els objectius d'aquesta guia són:

- Establir recomanacions per efectuar la vigilància de la salut dels treballadors exposats al plom metàl·lic i als seus aliatges, als compostos inorgànics i als orgànics no alquilics.
- Detectar precoçment trastorns de salut relacionats amb aquesta exposició.
- Identificar treballadors especialment sensibles als efectes d'aquest contaminant químic.
- Emetre consells i recomanacions preventives per als treballadors i les empreses.

EFFECTES SOBRE LA SALUT

El plom metàl·lic pot entrar a l'organisme per via respiratòria, que és la més important, en forma de pols respirable o de vapors; per via digestiva, amb la deglució inconscient de moc bronquial, per la ingesta d'aliments contaminats i per la utilització de recipients d'alimentació (vaixelles vidrades amb sals de plom) o per mals hàbits higiènics al lloc de treball (menjar, fumar, etc. amb les mans contaminades). L'absorció per via dèrmica és limitada i poc important, excepte en el cas de determinats compostos orgànics.

Els efectes de la intoxicació aguda per plom metàl·lic, que no sol ser objecte de vigilància de la salut, es manifesten en forma de simptomatologia digestiva amb nàusees, dolor abdominal, vòmits i estrenyiment. Pot haver-hi afectació renal amb proteïnúria i, si és greu, apareix afectació neurològica en forma d'encefalopatia, convulsions i coma.

Els efectes de la intoxicació crònica, segons el sistema afectat poden ser (Taula I):

Sobre el sistema nerviós: s'hi han descrit neuropaties perifèriques. Al sistema nerviós central es poden produir tremolors, insomni, deteriorament intel·lectual, encefalopatia, coma i mort.

Sobre el sistema hematopoietic: es produeix anèmia per interferències en les vies intermèdies de la síntesi del grup hem. Bàsicament, es produeix una inhibició enzimàtica en les vies de formació de les porfirines que produeix un augment de l'àcid delta aminolevulínic. En fases més avançades d'aquest procés, el plom inhibeix la reducció del Fe^{3+} a Fe^{2+} , que s'ha d'unir a la protoporfirina i formar el grup hem. En absència de Fe^{2+} , la protoporfirina és quelada pel zinc i produeix un acúmulo de protoporfirina zinc. En conseqüència, es produeix un bloqueig de la síntesi d'hemoglobina. L'anèmia saturnina té també un component d'hemòlisi produït directament pel plom sobre els eritròcits.

Nefrotòxics: El dany perllongat sobre el ronyó pot produir nefropatia crònica amb afectació tubular.

Sobre la reproducció i el creixement: en les dones, s'han descrit avortaments i infertilitat; i en homes, hipospèrmia i astenozoospèrmia. El fetus és més vulnerable als efectes del plom i s'han descrit trastorns neurològics, de comportament i dèficit intel·lectual en infants exposats al plom durant l'època fetal.

Cardiovasculars: s'ha descrit hipertensió arterial en població general quan els nivells de Pb estan per sobre de $10 \mu\text{g/dl}$, amb augment del risc cardiovascular.

Cancerígens: no s'han demostrat aquests efectes en humans. En animals d'experimentació sí que ho és i està classificat en el grup 2 B de la IARC.

Altres manifestacions subagudes o cròniques: són manifestacions típiques de la impregnació saturnina professional i poden ser:

Generals inespecífiques: distímia amb irritabilitat, apatia i canvis de conducta, pal·lidesa groguenca general a pell i mucoses, anorèxia, astènia, poliartràlgies, parestèsies i alteracions i canvis en la líbido i el son (insomni i/o somnolència).

Digestives: dispèpsia gàstrica amb flatulència i dolors abdominals pseudocòlics, amb ritme intestinal irregular (estrenyiment i descàrregues diarreiques).

Una altra manifestació especialment cridanera és el ribet de Burton, actualment rar, que consisteix en l'aparició d'una banda de color gris-blavosa a la cara externa de la geniva superior, prop de l'arrel dentària.

Taula I. Resum dels efectes més importants del plom sobre la salut, segons el nivell de Pb (s) mínim detectat
 Adaptat de l'ATSDR, 1990

Nivell mínim de Pb (s) observat (µg/dl)	Síntesi de l'hemo i efectes hematològics	Efectes nefrològics	Efectes neurològics	Efectes cardiovasculars	Efectes sobre la reproducció
100-120		Nefropatia crònica	Encefalopatia		
80	Anèmia franca	↓	↑		Efectes sobre la reproducció femenina
60					
50					
40	Augment d'ALA i coproporfirines en orina	↓	Síntomes incipients d'encefalopatia Neuropatia perifèrica (disminució de VCN*)		Alteració de la funció testicular
30	Augment protoporfirina eritrocitària en homes		↓	Hipertensió arterial	
25-30					
15-20	Augment protoporfirina eritrocitària en dones			↓	
<10	Inhibició de l'ALA-D				

*Velocitat de conducció nerviosa

POBLACIÓ DIANA

S'efectuarà vigilància específica de la salut a qualsevol treballador en el qual l'avaluació de riscos identifiqui l'exposició significativa a plom ambiental, en el seu lloc de treball.

Es considera exposició significativa quan un treballador estigui exposat, durant un temps superior a trenta dies l'any, a una concentració ambiental de plom en l'aire igual o superior a 40 µg/m³ (referit a vuit hores diàries i quaranta setmanals) o bé aquell que presenti una concentració de plom a la sang igual o superior a 40 µg/dl.

El plom encara s'utilitza de forma directa o indirecta en diverses activitats. S'hi han de considerar com a més perilloses les que el manipulen a temperatura elevada. A modus indicatiu, es poden trobar treballadors exposats als tipus d'activitats assenyalats a la Taula I de l'annex.

1. Anamnesi

Es pot efectuar mitjançant cribratges, amb qüestionaris de símptomes i de forma preferent, mitjançant una entrevista clínica en el curs d'un examen de salut, per recollir informació sobre:

- Antecedents laborals: llocs de treball previs amb exposició al plom.
- Lloc de treball actual amb especificació del tipus de tasques i com les realitza.
- Tipus d'exposició que rep (vapors, fums, pols) i la durada (hores/dia, dies/setmana, setmanes/mes, mesos/any).
- Tipus i condicions d'utilització d'EPI. Mesures d'higiene personal utilitzades: rentat personal després del treball, separació reglada i eficaç de la roba de la feina.
- Resultats de les mesures prèvies de plom ambiental del lloc actual.
- Exposició extralaboral al plom. L'estudi dels treballadors, de forma especial quan es detectin elevacions de plumbèmia, han de tenir en compte les exposicions derivades d'una altra ocupació del treballador pluriempleat o aquelles d'origen no professional, principalment a partir de:
 - Ingesta d'aigua corrent canalitzada mitjançant antigues canonades de plom.
 - Ingesta de begudes àcides envasades en gerres de ceràmica vidrada.
 - Consum d'aliments contaminats per altres causes (vi, remeis populars amb finalitats medicinals, carns amb additius no autoritzats).
 - Tècniques de restauració de pintures i tapissos.
 - Treballs artesans o aficions que usen plom.
 - Manipulació de munició amb plom.
 - Convivència amb familiar exposat al plom (contacte amb objectes o roba contaminada).
- Funció reproductora: nombre de fills i voluntat de tenir-ne. Avortaments, nounats prematurs, de poc pes o amb malformacions. Fills amb retard intel·lectual, canvis menstruals i de la líbido.
- Antecedents patològics: especialment dirigits a identificar patologia orgànica preexistent com trastorns cardiovasculars (HTA), digestius, hematològics, renals o del sistema nerviós.
- Hàbits tòxics, consums de tabac (paquets/any) i d'alcohol (g/d).
- Síntomes relacionats amb l'exposició al plom.

2. Exploració física

L'exploració física tindrà en compte els principals òrgans diana d'exposició. Caldrà avaluar la funció respiratòria i facial, en cas d'utilització d'equips de protecció respiratòria individuals.

3. Exploracions analítiques

- 1) Estudi analític de cribatge:
 - a. Plumbèmia

- 2) Estudi analític bàsic
 - a. Hemograma
 - b. Funció renal: urea i creatinina
 - c. Funció hepàtica: GOT i γ -GT
 - d. Zinc protoporfirina (ZPP)
 - e. Estudi bàsic d'orina i sediments.

PROCEDIMENTS

Determinació plumbèmica (Pbs)

Els indicadors amb un temps de mostreig no crític, com el de la plumbèmia, tenen vides mitjanes d'eliminació molt llargues, s'acumulen a l'organisme durant molt de temps i, en alguns casos, durant tota la vida. Un cop s'ha arribat a un estat estacionari, la seva presa de mostres es pot efectuar en qualsevol moment. Juntament amb el valor ambiental, es considera el criteri per avaluar la periodicitat de la vigilància.

Estudi ZPP

No són necessàries mesures especials en la presa de mostres. La seva principal utilitat serà monitoritzar l'evolució del treballador apartat d'una font contaminant.

CRITERIS D'INTERPRETACIÓ DE LES DADES RECOLLIDES

Plumbèmia (Pbs)

La determinació de plumbèmia és l'anàlisi més útil per al control de l'exposició al plom, ja que indica l'absorció mitjana de les darreres setmanes. No reflecteix la quantitat acumulada a l'organisme i, per tant, no és útil per monitoritzar el plom si el treballador ha estat apartat de la font contaminant. El RD 374/2001 sobre el risc per agents químics regula el valor límit biològic en 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

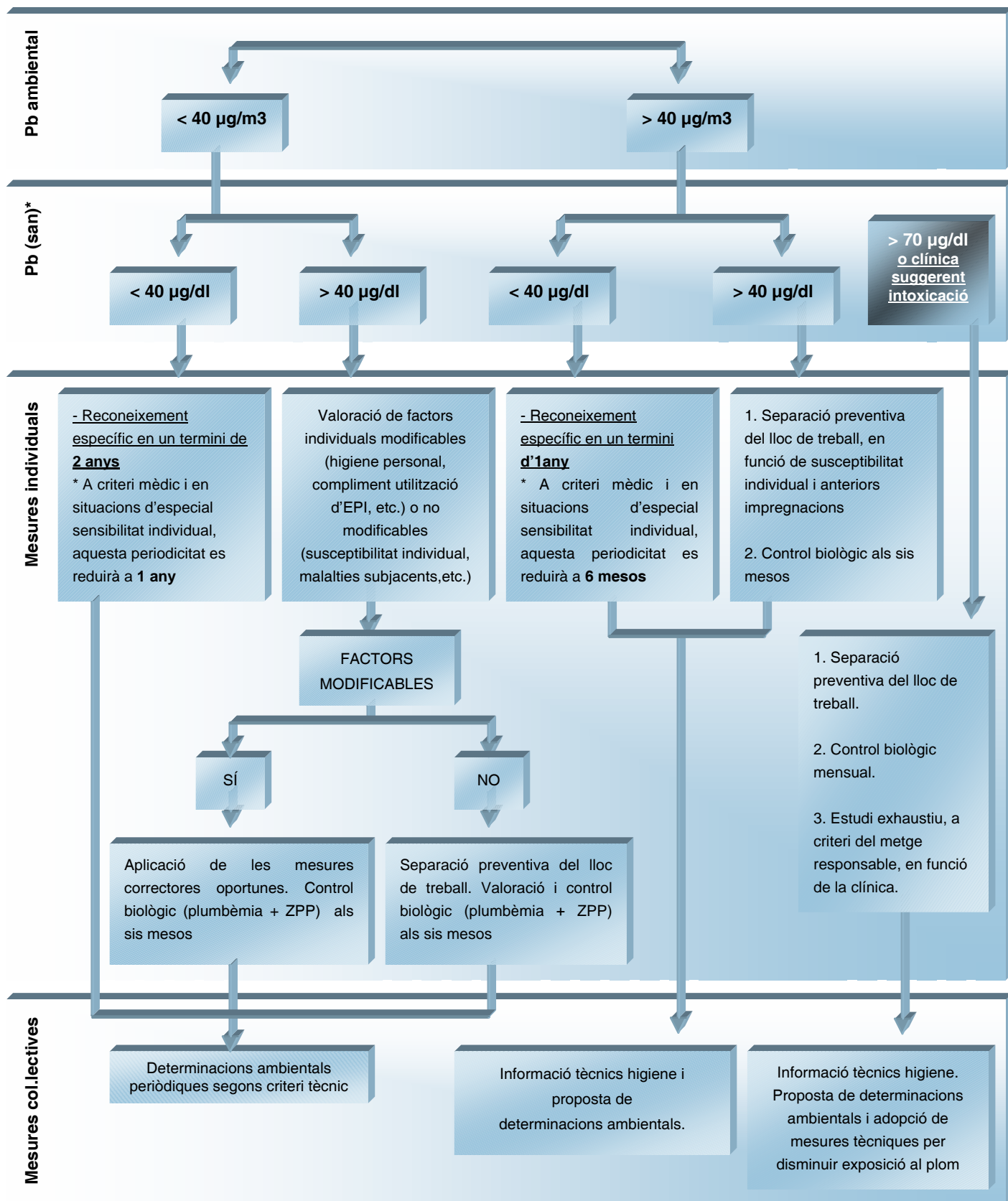
Zinc protoporfirina (ZPP)

La ZPP és un indicador biològic d'efecte que es correlaciona bé amb la plumbèmia quan l'exposició al plom persisteix. Un cop separat el treballador de l'exposició al plom, aquest indicador disminueix amb més lentitud que la plumbèmia. El seu valor pot veure's augmentat en casos d'hepatopaties o ferropènia.

PERIODICITAT DE LA VIGILÀNCIA I CONDUCTA A SEGUIR

- Examen de salut inicial o previ a l'exposició, que tindrà les tres intervencions de captació de dades. Els estudis complementaris preveuen l'analítica bàsica i la determinació de plumbèmia.
- Examen periòdic, que preveu l'anamnesi amb objecte d'actualitzar la història clínica, examen físic i l'estudi analític de cribatge.

La periodicitat d'aquest examen es determinarà en funció dels resultats obtinguts en la vigilància de la salut, d'acord amb les recomanacions de la taula adjunta.



CONSELLS I RECOMANACIONS

Dones embarassades i en període de lactància

S'hi evitarà tota exposició de la dona gestant o en període de lactància, mitjançant separació preventiva del lloc de treball. Si no hi ha un lloc de treball adient, es considerarà la possibilitat d'aplicar la suspensió laboral per risc d'embaràs.

Menors

S'hi evitarà tota exposició. Cal impedir la incorporació de menors als llocs de treball amb aquest risc.

Especial sensibilitat

Cal valorar individualment la idoneïtat per ocupar llocs de treball amb exposició a plom orgànic en casos d'anèmia, insuficiència renal, trastorns neuropsiquiàtrics o patologia derivada de l'alcohol. També s'hi recomana evitar l'exposició de forma temporal si, des del punt de vista clínic, hi pot haver dificultats en el diagnòstic diferencial entre la malaltia de base i els possibles efectes d'una exposició al plom.

CRITERIS D'IDONEÏTAT

Es consideraran **no idonis per a aquesta exposició** aquells treballadors amb:

- Insuficiències medul·lars.
- Síndromes mielodisplàstiques.
- Síndromes mieloproliferatives cròniques.
- Qualsevol altra malaltia hematològica tractada amb quimioteràpia o radioteràpia.
- Nefropaties cròniques, insuficiència renal.
- Malalties neurològiques degeneratives.

INDICADORS

En el control i avaluació dels resultats de l'aplicació de la guia, es considera oportú elaborar-ne periòdicament aquests:

Indicador de procés

Definició: percentatge d'exàmens de salut en els quals es disposa del valor ambiental de plom efectuat els darrers sis mesos previs a l'examen de salut.

Càlcul. *Numerador:* nombre d'exàmens de salut en què l'avaluació presenta el valor ambiental de plom efectuat els darrers sis mesos previs a l'examen de salut.

Denominador: nombre total d'exàmens de salut efectuats a la població diana.

Indicador de resultats

Definició: percentatge d'exàmens de salut en què es detecten valors de plumbèmia significativament elevats.

Càlcul. *Numerador:* nombre d'exàmens de salut amb plumbèmia $> 40 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

Denominador: nombre total d'exàmens de salut efectuats a la població diana.

REVISIÓ

Es proposa efectuar una revisió dels continguts d'aquesta guia, en un període no superior a cinc anys o abans, si hi ha evidències científiques o disposicions legals que puguin modificar el contingut actual i així ho aconsellin.

ANNEX 1. FULL DE RECOLLIDA DE DADES ESPECÍFIC. PLOM

DADES IDENTIFICACIÓ		
Nom i cognoms:		Núm. història:
Edat:		Sexe: <input type="checkbox"/> Home
Empresa:		<input type="checkbox"/> Dona
Servei de prevenció:		
Tipus de reconeixement:	<input type="checkbox"/> Inici <input type="checkbox"/> Periòdic <input type="checkbox"/> Reincorporació <input type="checkbox"/> Altres	
Lloc de treball:		
Activitat que realitza:		
DADES DE RISC LABORAL		
Data avaluació de riscos:		1. Valor ambiental Pb: Data:
Tipus d'exposició (vapors, fums, pols)		2. Valor ambiental Pb: Data:
Durada de l'exposició: h/dia:	dies/setmana:	setmanes/mes: mesos/any.....
Equips de protecció individual:	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
Roba de treball:	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
Adopció mesures higiene:	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ	
EXPOSICIO EXTRALABORAL		
<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SÍ Especifiqueu-la:		
ANAMNESI ESPECÍFICA		
Síntomes digestius (Nàusees, vòmits, dolor abdominal, restrenyiment, dispèpsia, flatulència...)	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> SÍ _____	
Síntomes neurològics (SNC) (Cefalees, tremolors, alteració ritme son, canvis de conducta, irritabilitat, apatia...)	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> SÍ _____	
Síntomes neurològics (SNP) (Parestèsies, parèsies, fasciculacions...)	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> SÍ _____	
Síntomes generals (Astènia, anorèxia, disminució rendiment, fatiga, poliartràlgies, alteració de la líbido)	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> SÍ _____	
Altres		
EXPLORACIÓ CLÍNICA ESPECÍFICA		
Pell i mucoses: <input type="checkbox"/> CN (sense pal·lidesa)		
Exploració cardiocirculatòria:		
Tensió arterial: / (mmHg) F.C. x ⁻¹		
Auscultació cardiopulmonar: <input type="checkbox"/> Sense alteracions valorables. Examen compatible amb la normalitat (CN).		
Altres:		
Exploració orofaríngia	<input type="checkbox"/> CN. Inexistència ribet gingival.	Altres (especifiqueu-ho):
Exploració ocular		Altres (especifiqueu-ho):
Mobilitat extrínseca	<input type="checkbox"/> CN	
Mobilitat intrínseca	<input type="checkbox"/> CN	
Pol ocular anterior	<input type="checkbox"/> CN	

Exploració neurològica		Altres (especifiqueu-ho):
Estudi parells cranials	<input type="checkbox"/> CN	
Estudi dismetria	<input type="checkbox"/> CN	
Prova dit-nas	<input type="checkbox"/> CN	
Prova índex-índex	<input type="checkbox"/> CN	
Estudi marxa	<input type="checkbox"/> CN	
Reflexos osteotendinosos	<input type="checkbox"/> CN. Presents i simètrics	
Estudi sensibilitat	<input type="checkbox"/> CN	
Exploració abdominal		Altres (especifiqueu-ho):
Visceromegàlies	<input type="checkbox"/> No	
Circulació colateral	<input type="checkbox"/> No	
Estigmes hepatopatia	<input type="checkbox"/> No	
Punts dolorosos selectius	<input type="checkbox"/> No	
Altres. Consideracions		
ESTUDIS COMPLEMENTARIS		
Hemograma	<input type="checkbox"/> Examen en els límits de la normalitat (adjunteu-lo a la guia) <input type="checkbox"/> Examen amb alteracions (especifiqueu-les):	
Funció renal		
Urea	Ref. ()	
Creatinina	Ref. ()	
Funció hepàtica		
GOT	Ref. ()	
GGT	Ref. ()	
Plom(ser)		
ZPP(ser)		
Altres		

Taula I. Tipus d'activitats que poden produir exposició al plom o als seus compostos

- Treballs de mineria i foneria primària de plom i zenc (tritració, molta, torrada, concentració, foneria i refinats primaris)
- Treballs de foneria secundària del mineral (reciclatge de ferralla i plom)
- Operacions per obtenir compostos de plom a la indústria química (òxids, sals i pigments de plom i en el manteniment dels reactors, cisternes i conduccions revestides amb plom)
- Lubrificació de metalls i acabats de les superfícies metàl·liques amb emplomats (tèrmics o galvànics) i esmaltats vitrificats, a la indústria metal·lúrgica del ferro, plata, coure, bismut, molibdè i tungstè o wolframi (obtenció d'acers i bronzes de plom, temple i banys de plom, trefilatge)
- Fabricació de productes de plom i/o d'aliatges de plom (olis lubricants, semiconductors, cèl·lules fotoelèctriques, canonades per a la conducció de líquids i cobertes de cables elèctrics i telefònics, figures, joguines, estris o llasts de pesca, tipus d'impremta, barres per a soldadures, perdigons i altres municions, circuits impresos.
- Fabricació, reparació i demolició de bateries
- Polit de superfícies emplomades, estanyades o amb soldadures de plom estany (tractament de carrosseries a les fàbriques d'automòbils i a la xapisteria dels tallers de reparació)
- Fabricació de plàstics (estearat de plom) quan els compostos orgànics s'utilitzen com estabilitzants o càrregues
- Desballestament de vaixells (ús de torxes oxiacetil·lèniques a alta temperatura per tallar estructures metàl·liques pintades amb mini)
- Fabricació i ús de pintures amb plom (operacions de decapatge i polit)
- Fabricació i ús de màstics, vernissos i esmalts per ceràmica
- Fabricació de cables
- Fabricació de vidre
- Fabricació de munició de plom. Instructors de tir i personal de neteja i manteniment de les galeries de tir
- Soldadura amb aport de plom, sempre que es treballi a més de 500^o
- Preparació i aplicació per aspersió de biocides amb plom arsenical
- Persistència del risc a les tasques de composició manual quan es després pols, en algunes imprentes.

Taula II. Classificació dels compostos de plom

- Plom metall elemental (Pb)
- Aliatges amb altres metalls
 - Antimoni (PbSb)
 - Arsènic (PbAs)
 - Coure (PbCu)
 - Estany (PbSn)
 - Ferro (PbFe)
 - Plata (PbAg)
 - Zenc (PbZn)
- Òxids inorgànics
 - Biòxid (PbO₂)
 - Monòxid o protòxid (PbO-Litargiri o Massicot)
 - Tetraòxid (PbO₄-mini de plom-vermell de plom)
- Sals inorgàniques
 - Antimoniat (PbSb-groc de Nàpols)
 - Arseniat
 - Borat
 - Carbonat (PbCO₃-cerussita)
 - Carbonat bàsic (cerussa, blanc de plom, blanquet)
 - Cromat (Cr O₄Pb-groc de plom)
 - Oxiclòrid (groc de Cassell-groc de Verona)
 - Seleniür (PbSe)
 - Silicat
 - Sulfat (PbSO₄-anglesita)
 - Sulfur (PbS-galena)
 - Tel·lurur (PbTe)
 - Titanat zirconat Pb (Ti,Zr)O₃
- Sals orgàniques:
 - Azonitrats
 - Estearats
 - Oleats
 - Estifnats.

- **Llei 31/1995, de 8 de novembre**, BOE núm. 269, 10 novembre 1995, de prevenció de riscos laborals.
- **Reial decret 39/1997, de 17 de gener**, BOE núm. 27, 31 gener 1997. Reglament dels serveis de prevenció de riscos laborals.
- **RD 374/2001, de 6 d'abril**, BOE núm. 104, 1 de maig de 2001, sobre protecció de la salut i seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb els agents químics durant el treball.
- **Llei 39/1999, de 5 de novembre**, BOE núm. 266, 6 de novembre de 1999, de conciliació de la vida familiar i laboral de les persones treballadores.
- **COM(2000) 466 final**. Comunicació de la comissió sobre les directrius per a l'avaluació dels agents químics, físics i biològics, així com els procediments industrials considerats com a perillosos per a la salut o la seguretat de la treballadora embarassada, que hagi donat a llum o en període de lactància. (Directiva 92/85/CEE del Consell). Brussel·les, 05.10.2000.
- *Valores Límite Biológicos*. VLB Disponible a <http://www.mtas.es/insht/practice/vlb.htm>.
- *Protecting Workers Exposed to Lead-Based Paint Hazards: The Decline in Blood Lead Levels In the United States: The National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES)*. JAMA. 272(4):284-291, July 27, 1994.
- *Toxicological profile for lead*. U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. July 1999.
- *Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica del Plomo*. Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. A. Padilla, N. Rodríguez-Sierra, A. Martínez. 1999.
- *Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales*. Ed. Masson. Paris. 1994. [Edició actualitzada.]
- Marqués F. *Plomo: Criterios toxicológicos actuales para la vigilancia médica de trabajadores expuestos*. Documentos técnicos 71:92. INHST. 1993.
- Reinos L. Fernández M. *Actualización en marcadores biológicos del saturnismo*. Medicina del Trabajo. 12 (2) 77-90. Junio 2003.
- El plom. Fulls d'informació monogràfics núm. 3. Direcció General de Relacions Laborals. Departament de Treball i Indústria. Generalitat de Catalunya. Actualització novembre de 2003.
- Nordberg G. *Metales. Propiedades químicas y toxicidad. Plomo*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo OIT. 3ª Edición. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 2001. Disponible a: <http://www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm>.
- Candura, F., Massino S. *Elementi di tecnologia industriale e uso dei cultori di Medicina del Lavoro*. 3ª Edizione, Piacenza, Casa Editrici La Tribuna S.p.A., 2002.
- *Final Standard for Occupational Exposure Lead*, (OSHA 29 CFR 1010-1025). FR-DOC 78-31911, Washington 1978 (Federal Register de 14 de noviembre de 1978).

AUTORS

Dr. Lluís Veciana Gramunt^{*1}
Dr. Pere Sanz Gallén^{*2}
Dr. Ricard Badosa Gomà^{*3}
Dr. Gabriel Rull Valdivia^{*1}
Dr. Josep M. Molina Aragonés^{*4}

Coordinació: Dr. Lluís Veciana Gramunt
Dr. Josep M. Molina Aragonés

1. Metge. Especialista Medicina del Treball. ICESE Prevenció S.L. ASPA Catalunya.
2. Metge. Especialista Medicina del Treball. Prevengraf. ASPA Catalunya.
3. Metge. Especialista Medicina del Treball. Inprein. ASPA Catalunya.
4. Metge. Especialista Medicina del Treball. Departament de Salut.

Societats científiques que han assessorat l'elaboració de la guia

Societat Catalana d'Hematologia

Societats científiques i grups de treball que han revisat la guia:

Grup de Treball en Aspectes Sanitaris de Salut Laboral del Departament de Salut
Associació Catalana de Medicina del Treball
Associació d'Estudis de Prevenció i Salut Laboral
Societat Catalana de Medicina Familiar i Comunitària
Societat Catalana de Seguretat i Medicina del Treball
Societat de Salut Pública de Catalunya i Balears

Barcelona, desembre de 2004



Generalitat de Catalunya
Departament de Salut
Direcció General de Recursos Sanitaris