

La reformulación es totalmente posible

*Resumen y guía de utilización de las
Directrices técnicas para la reformulación
de pinturas con plomo*

Proyecto ordinario del Fondo para el Medio Ambiente Mundial n.º 9771 :

Mejores prácticas mundiales sobre nuevas cuestiones de política en materia de productos químicos que son motivo de preocupación en el marco del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional



Antecedentes e introducción

El documento completo de las Directrices técnicas para la reformulación de pinturas con plomo (en adelante, las Directrices) se elaboró en el marco del proyecto mayor del Fondo para el Medio Ambiente Mundial n.º 9771: [Mejores prácticas mundiales sobre nuevas cuestiones de política en materia de productos químicos que son motivo de preocupación en el marco del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional \(SAICM\)](#) (en adelante, proyecto SAICM FMAM). El Centro Nacional de Producción Limpia de Serbia fue el encargado de elaborar las Directrices, que recogen los resultados de las demostraciones piloto de reformulación de pinturas que realizaron pequeñas y medianas empresas (pymes) en siete países, a saber: China, Colombia, el Ecuador, Indonesia, Jordania, Nigeria y el Perú. Los asociados del proyecto SAICM FMAM (los centros nacionales de producción limpia de China, Colombia, el Ecuador, Jordania, el Perú, y las organizaciones asociadas de la Red Internacional de Eliminación de Contaminantes, la Fundación Nexus 3 en Indonesia, y el centro de estudios para la investigación sostenible y la acción a favor del desarrollo sostenible en

Nigeria [SRADev Nigeria]) trabajaron, con una selección de pymes, en demostraciones piloto de la sustitución de compuestos de plomo añadidos por alternativas sin plomo. Las pymes decidieron de manera voluntaria participar en el proyecto SAICM FMAM.

Las Directrices se elaboraron con el fin de atajar las limitaciones de capacidad y los obstáculos técnicos que plantea la sustitución de los compuestos de plomo en las pinturas, centrando la atención en las necesidades de las pymes para que la reformulación de las pinturas resulte eficaz y eficiente. Dado que existen numerosas y variadas formulaciones iniciales que contienen plomo para conseguir el color u otras propiedades de la pintura, las Directrices aportan solo información general sobre los procesos de reformulación de las pinturas. El proyecto SAICM FMAM proporcionó a las empresas participantes un análisis en detalle y datos más específicos extraídos de las demostraciones piloto, que se describen en los estudios de caso de las Directrices. El **mensaje principal** que se desprende de las Directrices pone de manifiesto de manera inequívoca que **la reformulación es totalmente posible**.

RECUADRO 1: A quién están dirigidas estas Directrices

Las Directrices están principalmente dirigidas a fabricantes de pintura con el objetivo de guiarlos durante la reformulación de sus productos, puesto que la reformulación de las pinturas es una acción fundamental para la eliminación del plomo de la pintura y el cumplimiento de las leyes de pintura con plomo. No obstante, la información proporcionada en el documento también resultará útil a los responsables de políticas que trabajen en pos de la eliminación de las pinturas con plomo a través de leyes de pintura con plomo, pues les ayudará a comprender mejor la reformulación. Por leyes de pintura con plomo se entiende, en su sentido más amplio, todo requisito jurídico de obligado cumplimiento con consecuencias en caso de incumplimiento. Puede tratarse de estatutos, reglamentos o normas, siempre y cuando incluyan un mecanismo de aplicación. Los gobiernos, que elaboran, promulgan e implementan leyes de pintura con plomo, pueden también ayudar a fomentar su cumplimiento si usan la información recogida en las Directrices para concienciar de la viabilidad y la necesidad de que los fabricantes de pintura reformulen sus productos.

Las Directrices también pueden resultar útiles para las organizaciones de la sociedad civil y a los actores industriales relevantes que estén involucrados en la reformulación, así como para informar a los vendedores de pintura y sus clientes de los beneficios que reporta la pintura sin compuestos de plomo añadidos para la salud humana.



El presente documento resume la información recogida en las Directrices, las constataciones y recomendaciones derivadas de las demostraciones piloto de reformulación, y dos estudios de caso de fabricantes de pintura que han reformulado sus productos.

El presente resumen también se propone poner de relieve el uso que los diferentes actores relevantes en la eliminación gradual de la pintura con plomo pueden hacer de la información recogida en las Directrices.

RECUADRO 2: ¿Cómo pueden usar los actores relevantes las Directrices para contribuir a la conversación y la implementación de las leyes de pintura con plomo?

Las Directrices también pueden usarse en combinación con otros materiales elaborados por la Alianza Mundial para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura, como la *Ley Modelo y Guía para la Regulación de la Pintura con Plomo*, el *informe técnico sobre la eliminación mundial de la pintura con plomo*, y el *conjunto de herramientas para el establecimiento de leyes de cara a la eliminación de la pintura con plomo*. La Alianza Mundial para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura es una asociación voluntaria entre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) que tiene como objetivo promover la eliminación gradual de la pintura con plomo para evitar la exposición al plomo.

Son varias las formas en las que las Directrices pueden contribuir a la conversación en torno a la redacción e implementación de leyes de pintura con plomo, como se indica a continuación.



Las Directrices pueden respaldar una formulación de políticas con base empírica y orientar las decisiones en todas las fases del proceso de elaboración de políticas. Las constataciones y evidencias recogidas en las Directrices pueden informar a los responsables de políticas que elaboren leyes de pintura con plomo. Dado que las Directrices incluyen consideraciones relativas a la reformulación de pinturas y presentan estudios de caso, pueden ayudar a los responsables de políticas a determinar lo que funciona bien, y a señalar las carencias donde no haya evidencias de eficacia jurídica. Por ejemplo, los responsables de políticas pueden utilizar el documento para determinar cuánto tiempo necesitarán las empresas para reformular su producción de pintura, algo esencial para decidir el momento en que culminará la eliminación gradual.

La información que aporta el documento también puede contribuir al diseño y la elaboración de un sistema que permita hacer un seguimiento de la implementación y cuantificar los principales resultados.



Las Directrices pueden usarse para orientar la implementación de las leyes de pintura con plomo existentes. Un elemento relevante de las leyes que regulan la pintura es la atención que se presta a la elaboración de mecanismos para promover la aplicación y el cumplimiento de dichas leyes. Las Directrices pueden ayudar a los responsables de la toma de decisiones, ya sea en los gobiernos o en la industria, a discernir las mejores prácticas de reformulación para promover el cumplimiento de las leyes de pintura con plomo. La información técnica recogida en el documento también puede mejorar la comprensión de los gobiernos de los sistemas de reformulación, lo que facilitará la aplicación de las leyes de pintura con plomo. Las Directrices también pueden usarse para promover el cumplimiento y poner de relieve los beneficios de la transición a la pintura sin compuestos de plomo añadidos, como la mejora de la salud y la seguridad en el trabajo, la responsabilidad corporativa (la transición a una pintura más segura brinda a las empresas la oportunidad de apuntalar su marca con nuevas acreditaciones "verdes" y un enfoque innovador) o el ahorro económico. Ello garantizaría el cumplimiento de las leyes existentes.



Las Directrices pueden informar el diálogo entre la industria de la pintura, la sociedad civil y los gobiernos en torno al desarrollo de nuevas leyes de pintura. Como se ha visto en los países que ya han adoptado leyes de pintura con plomo o están siguiendo los pasos propuestos para establecer leyes de pintura con plomo, el diálogo y la participación de los múltiples actores relevantes, en especial de la sociedad civil y la industria, es fundamental para garantizar que todas las partes interesadas puedan aportar su punto de vista durante la elaboración de la ley. De este modo, se garantiza que la ley sea más eficaz y que los actores relevantes la sientan como propia, lo que facilita su cumplimiento. La industria de la pintura es un actor muy relevante al que afectan de manera directa las leyes de pintura con plomo, puesto que para cumplir la ley los fabricantes deben reformular sus productos de pintura. Durante ese diálogo, las Directrices pueden hacerse llegar a todos los actores relevantes, de modo que se ponga de relieve que la reformulación de pinturas es totalmente posible y se proporcionen herramientas útiles (como una lista de proveedores de alternativas) que contribuyan al proceso de reformulación.



La información técnica recopilada en las Directrices puede ser útil para dar respuesta a las cuestiones técnicas que surjan durante el debate en torno a las leyes de pintura con plomo.

El nivel técnico de la regulación dependerá del tipo de instrumento jurídico escogido. No obstante, las Directrices podrán proporcionar información técnica clave que será útil tener en cuenta. Por ejemplo, si bien la Ley Modelo y Guía para la Regulación de la Pintura con Plomo incluye listas de normas internacionales recomendadas en materia de preparación de muestras y métodos de pruebas con los que medir la concentración de plomo en la pintura, las Directrices aportan normas adicionales para llevar a cabo pruebas de las propiedades y el rendimiento de las pinturas. Dichas normas podrían mencionarse en las disposiciones sobre las propiedades y el rendimiento de las pinturas, si procede.



Las Directrices pueden aportar argumentos que esgrimir a favor de la viabilidad de la reformulación de pinturas.

Dado que durante un período de dos años las Directrices se han puesto a prueba en más de 30 demostraciones piloto con pymes de todo el mundo, el documento pone de manifiesto que es posible reformular las pinturas para conseguir reducir el contenido de plomo. A tal fin, es necesario seguir las explicaciones técnicas de las Directrices y añadir materias primas sin plomo. Las demostraciones piloto con pymes han permitido pulir y perfeccionar las Directrices, que incluyen también estudios de caso, lecciones aprendidas y mejores prácticas. Por ejemplo, un estudio de caso del Ecuador demuestra que, tras seguir las Directrices y sustituir un pigmento amarillo con plomo por una alternativa, el producto final presenta propiedades similares al producto con plomo añadido. Las pruebas de pintura con plomo demuestran que, tras la reformulación, el contenido de plomo disminuyó de 34.689 partes por millón (ppm) a menos de 56 ppm (véanse las páginas 71 a 74 de las Directrices y la sección de los estudios de caso del presente documento).



Se puede alentar a los fabricantes de pintura a emplear las Directrices para reformular las pinturas con plomo y ampliar los mercados comerciales conforme más y más países regulen el plomo en la pintura, lo que aumentaría los ingresos tanto de la industria como de los gobiernos.

Que un fabricante produzca pinturas con un contenido bajo de plomo, ya sea de manera voluntaria o en cumplimiento de la legislación vigente, posibilita las exportaciones y el comercio con países que han limitado el plomo en la pintura. Según la Ley Modelo y Guía para la Regulación de la Pintura con Plomo, es posible establecer un límite reglamentario de 90 ppm para el plomo en la mayoría de las pinturas. Actualmente, más del 40% de los países han promulgado leyes de pintura con plomo (PNUMA, pendiente de publicación), de los cuales la mayoría ha establecido un límite jurídico bajo, y más países están a punto de hacerlo. Esto ampliará el mercado internacional para empresas que pueden producir pinturas sin plomo añadido. Con la difusión de las Directrices y el fomento para que las empresas apliquen sus principios, los gobiernos y la industria pueden contribuir a fomentar el comercio internacional, lo que garantizará un aumento de ingresos para las empresas y, a través de los impuestos de importación y las tasas de aduanas, también para los gobiernos.



Estructura de las Directrices

Las Directrices comienzan con un resumen del contenido (capítulo 1) y un repaso a los antecedentes de los trabajos de la Alianza Mundial para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura (capítulo 2). A continuación, aparecen los términos y las definiciones (capítulo 3) y una breve descripción de las propiedades peligrosas del plomo y los compuestos de plomo utilizados en las formulaciones de las pinturas (capítulo 4).

Posteriormente, las Directrices incluyen un repaso general, así como los pasos del proceso de sustitución (capítulo 5) para ayudar a las pymes a escoger alternativas menos peligrosas que los compuestos de plomo que puedan estar utilizando. Dado que existen numerosas y variadas formulaciones iniciales que contienen plomo para conseguir el color u otras propiedades de la pintura, las Directrices aportan

solo información general sobre los procesos de reformulación de las pinturas.

En las Directrices se presentan las propiedades de los pigmentos alternativos y las características de los principales pigmentos con plomo, como su función (resistencia, dispersabilidad, estabilidad térmica, resistencia a sangrados, retención del brillo), sus cualidades ambientales, sus propiedades en materia de salud y seguridad, su viabilidad económica y su disponibilidad (capítulo 6). También se incluye información sobre la dispersión (una mezcla heterogénea de al menos dos materiales insolubles o poco solubles entre sí y sin unión química), dado que el color y las propiedades de la pintura dependen en gran medida del proceso de dispersión y los aditivos de dispersión. El capítulo siguiente (capítulo 7) recoge información sobre los tipos de secantes y su función, así como las alternativas a los secantes con plomo.

Por último, en la última parte se presentan las principales conclusiones de las demostraciones piloto de reformulación de pinturas.

Además, los apéndices de las Directrices proporcionan también otra información, como estudios de caso de pymes que han realizado demostraciones piloto de reformulación de pinturas, una selección de normas de la Organización Internacional de Normalización sobre métodos de pruebas generales para pinturas y barnices, y una lista no exhaustiva de proveedores.

El plomo en la pintura (capítulo 4)

El capítulo 4 de las Directrices explica por qué la pintura con plomo supone un problema. **Ningún nivel de exposición al plomo es seguro, incluso niveles relativamente bajos de exposición pueden causar daño neurológico grave e irreversible, lo que resulta en un menor coeficiente intelectual y problemas de conducta.** La exposición al plomo también puede causar anemia, aumentar el riesgo de daño renal e hipertensión, y perjudicar la función reproductiva. El Instituto de Estadísticas y Evaluación de la Salud ha estimado que, solo en 2019, la exposición al plomo supuso 901.700 muertes y 21,6 millones de años perdidos de vida saludable, por discapacidades y muertes causadas por problemas de salud a largo plazo (Instituto de Estadísticas y Evaluación de la Salud, 2020).

El plomo también tiene un efecto peligroso para el medio ambiente: sus liberaciones en los ecosistemas por medio de cualquier fuente —como la pintura con plomo— son tóxicas para las plantas, los animales y los microorganismos. En todos los animales estudiados se ha demostrado que el plomo causa efectos adversos en varios órganos y sistemas de órganos, incluida la sangre, el sistema nervioso central, los riñones, el sistema reproductivo y el sistema inmunológico. El plomo se bioacumula en la mayoría de los organismos por exposiciones ambientales que ocurren a través de múltiples fuentes y vías (PNUMA, 2020a).

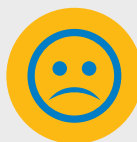
Efectos de la exposición de los niños al plomo



Reducción del coeficiente intelectual



Poca capacidad de atención



Aumento del comportamiento antisocial



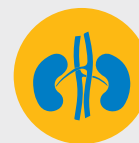
Rendimiento escolar bajo



Anemia



Hipertensión



Daño renal

Los compuestos de plomo utilizados en la pintura son extremadamente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, y deberían ser prioritarios en los trabajos de sustitución. El cambio por alternativas redundará en una reducción de los riesgos generales para la salud humana y el medio ambiente.

Se entiende por pintura un material de recubrimiento pigmentado que, al aplicarlo en un sustrato, forma una película opaca y seca que tiene propiedades protectoras, decorativas o técnicas específicas. La formulación de las pinturas se realiza para conseguir diferentes propiedades técnicas, como la resistencia química o meteorológica, la capacidad de señalar o camuflar, resultados decorativos, propiedades conductoras o aislantes y propiedades antibacterianas. La formulación de las pinturas también responde a la adaptación a los diferentes sustratos y a los métodos de aplicación.

Históricamente, los compuestos de plomo se han añadido a la pintura decorativa e industrial, así como a otros materiales de recubrimiento, para potenciar el color, reducir la corrosión de las superficies metálicas o reducir el tiempo de secado. Si bien los compuestos de plomo empleados en la pintura cumplen requisitos técnicos muy estrictos, son extremadamente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente. Hoy en día, en las pinturas pueden usarse de manera amplia pigmentos y secantes sin plomo, por lo que las materias primas con plomo no son necesarias (OMS, 2020)¹.

Una vez aplicada la pintura con plomo, el desgaste por influencia del clima, el pelado o el descascamiento de la pintura libera partículas de plomo en el polvo, en el suelo y alrededor de hogares, escuelas, patios de recreo y otros lugares. Se ha hallado que la pintura decorativa de uso doméstico es la principal fuente de exposición de los niños al plomo de las pinturas. Además, la exposición laboral al plomo puede ocurrir durante la fabricación, la aplicación y la eliminación de la pintura si no se adoptan los controles técnicos y las medidas de seguridad laboral adecuados, y si los trabajadores carecen de un equipo de protección personal adecuado (OMS, 2020).

El coste de eliminar la pintura con plomo decorativa ya aplicada a las superficies en viviendas, escuelas y otros edificios puede ser sustancial. Por el contrario, el coste económico de eliminar los compuestos de plomo en la producción de nuevas pinturas decorativas es bajo. De hecho, son muchos los fabricantes que ya han conseguido reformular sus productos de pintura para evitar añadir ingredientes con plomo. Según la industria de, la reformulación de pinturas con fines residenciales y decorativas para eliminar compuestos de plomo es factible, y los impactos técnicos y de coste son manejables. Cada vez más fabricantes están expresando que es posible eliminar los compuestos de plomo en todos los tipos de pinturas.

Es posible evitar la exposición al plomo de la pintura. La medida más eficaz para proteger a las personas y al medio ambiente de los efectos nocivos del plomo es establecer leyes que promuevan la reformulación en pos de usar materias primas que no contengan plomo añadido en la fabricación de pinturas y eliminar así las fuentes de exposición al plomo. Cada vez son más los gobiernos de todo el mundo que se plantean elaborar leyes para eliminar el plomo en la pintura. A los fabricantes de pintura se les debe informar de dichas actividades en sus países y en los países a los que exportan sus productos, de modo que puedan tomar la decisión informada de reformular sus pinturas.

Las materias primas que se utilizan en las pinturas y que son susceptibles de contener plomo son pigmentos, rellenos y secantes con los que se fabrican pinturas al aceite, bases, capas intermedias y capas de acabado.

Asimismo, existe la posibilidad de contaminación cruzada de la pintura durante la producción. La contaminación por plomo ocurre si para fabricar pintura sin plomo se utiliza el mismo equipamiento que para producir pintura con plomo sin una limpieza adecuada.

Las directrices también presentan las propiedades peligrosas de las materias primas más habituales en las pinturas con plomo.

¹ Cabe destacar que algunas materias primas utilizadas en las pinturas pueden contener altos niveles de plomo de manera natural. No obstante, los productos elegidos para sustituir al plomo deben tener las menores propiedades peligrosas posibles.

Proceso de sustitución: reformulación de las pinturas con plomo (capítulo 5)

La reformulación de las pinturas es un elemento fundamental para garantizar la seguridad y la sostenibilidad de los productos.

RECUADRO 3: ¿Qué es la reformulación de las pinturas con plomo?

La reformulación de las pinturas con plomo es el proceso mediante el que se sustituyen los componentes que contienen plomo utilizados en la formulación de las pinturas (como disolventes, aditivos, secantes, rellenos y pigmentos) por alternativas más seguras. Un requisito importante es que los componentes alternativos no sean peligrosos para la salud humana ni el medio ambiente.



La sustitución química implica sustituir sistemáticamente todos los productos químicos peligrosos por alternativas menos peligrosas o, preferiblemente, por alternativas en las que no se ha detectado ningún peligro (Hanson *et al.*, 2011). La sustitución a menudo va más allá de sustituir un químico por otro, ya que las diferencias entre las propiedades de los dos químicos pueden requerir otros cambios (técnicos, pero posiblemente también organizacionales). La sustitución puede consistir en reemplazar una sustancia peligrosa ya sea mediante una alternativa tecnológica a la sustancia original, mediante una medida organizacional como sustituto de una sustancia peligrosa, o mediante un rediseño completo del producto.

Son varias las razones por las que fabricantes de todo el mundo siguen fabricando pinturas con plomo, como la falta de conocimientos técnicos para hacerlo de otro modo, la falta de concienciación sobre los peligros del plomo para la salud y el medio ambiente, la falta de información sobre dónde obtener alternativas sin plomo, o la falta de leyes relativas a la pintura con plomo en sus países de ubicación (o los países a los que exportan). Dado que la cuota de mercado de las pymes supone el 58% del mercado mundial de la pintura, resulta relevante garantizar que las pymes no se quedan fuera de los trabajos de reformulación

(para consultar una instantánea del mercado mundial de pintura, véase PNUMA, 2020b). Las pymes que carecen de recursos de investigación y desarrollo para reformular las pinturas sin compuestos de plomo añadidos pueden encontrar la reformulación particularmente complicada. Dado que se espera que el mercado de la pintura siga creciendo como resultado de la tendencia al alza en los sectores de la construcción y el alojamiento, el uso de la pintura aumentará a escala mundial, también el de la pintura con plomo a menos que se tomen medidas coordinadas. A pesar de dichos obstáculos, **fabricantes de productos de pintura en todo el mundo han demostrado que la eliminación de los compuestos de plomo es viable**, y los impactos técnicos y de coste, manejables.

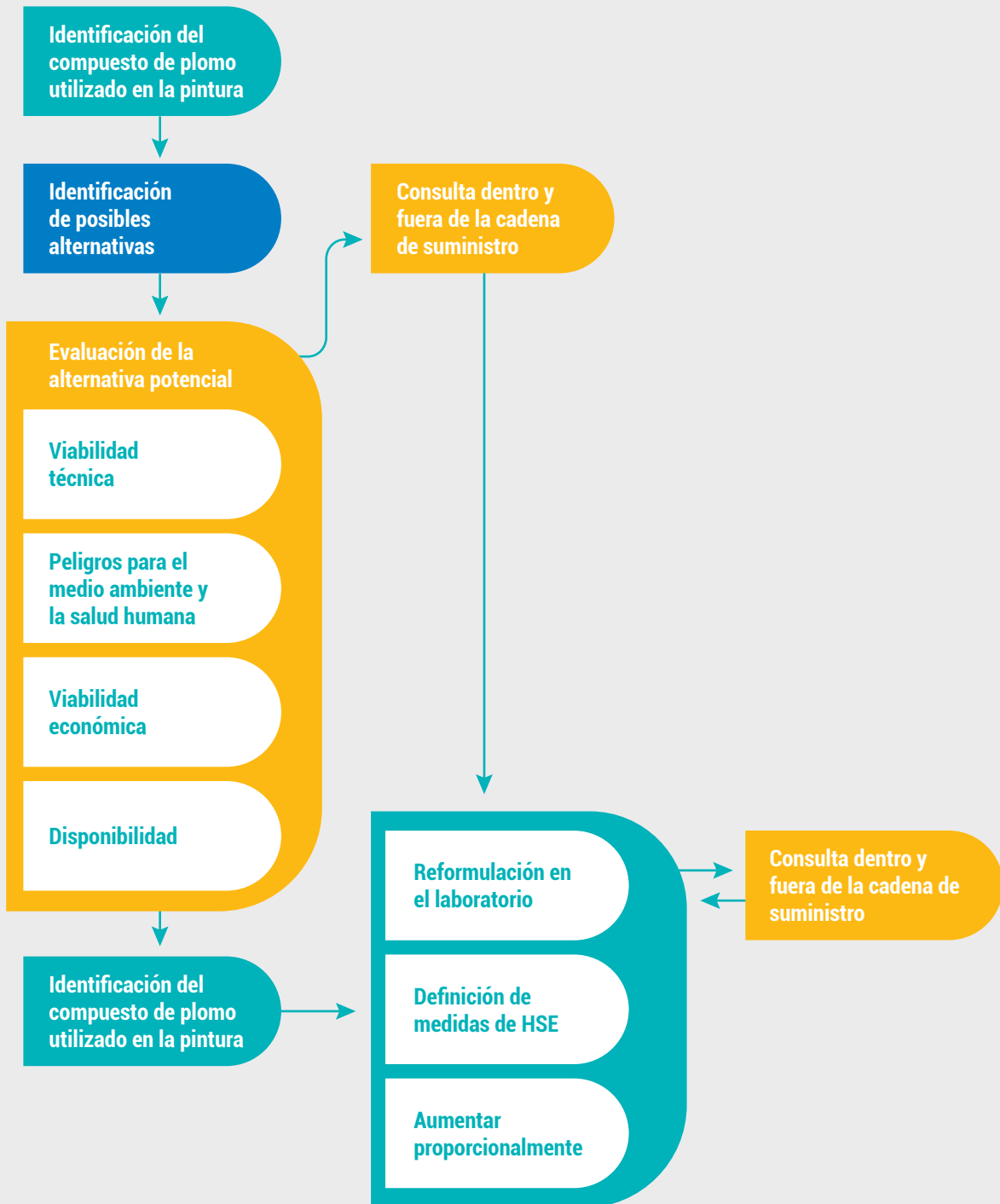
El siguiente flujograma presenta los pasos necesarios para sustituir los ingredientes que contienen plomo en las pinturas². El flujograma puede ayudar a cumplir los límites de concentración de plomo existentes o anticipados (por ejemplo en Kenia, Filipinas y el Uruguay), o a cumplir los requisitos para la eliminación gradual de compuestos de plomo específicos (por ejemplo, en virtud del Reglamento de la Unión Europea relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos [REACH]). En las páginas 22 a 25 de las Directrices se detallan los diferentes pasos del proceso de sustitución.

Sustitución de los pigmentos con plomo (capítulo 6)

A la hora de sustituir cualquier materia prima en las pinturas, es necesario seleccionar el sustituto adecuado para conseguir un rendimiento óptimo de la pintura en lo que respecta a la forma de aplicación (por ejemplo, mediante rocío o inmersión), la adherencia a una superficie concreta, el proceso de secado, la protección mecánica o química necesaria y los requisitos decorativos. Este capítulo proporciona información acerca de las funciones y el rendimiento que se espera de los pigmentos y las cargas, así como información relevante sobre los fundamentos de la teoría del color, el proceso de dispersión y los aditivos. En conjunto, se trata de los diferentes aspectos que orientan las iniciativas para equiparar las características (y el

² Dichas actividades se aplican a cualquier sustancia química peligrosa para la que haya alternativas disponibles en el mercado.

Pasos en la sustitución de los compuestos de plomo



Fuente: Directrices técnicas para la reformulación de pinturas con plomo (PNUMA, 2022)

rendimiento) de la pintura reformulada. También se describe el proceso de producción de pinturas.

Las Directrices aportan una valoración de los pigmentos alternativos para el pigmento anticorrosivo minio, el blanco de plomo, cromato de plomo, y los pigmentos inorgánicos y orgánicos, e incluyen una comparación de las funciones, la viabilidad y disponibilidad técnicas, así como los peligros para la salud humana y el medio ambiente.

Sustitución de los secantes con plomo (capítulo 7)

Este capítulo brinda información sobre los secantes más habituales (el octoato de plomo y el naftenato de plomo), y se incluyen referencias bibliográficas para aquellos lectores que busquen información sobre otros secantes o información más detallada sobre los secantes más habituales.

La sustitución de los secantes con plomo no requiere una reformulación compleja. Por ello, las Directrices proporcionan información sobre los principios generales de la función de los secantes, sus características individuales, y los principios de posología y de las pruebas de pintura, como sugerencias para la sustitución y las futuras formulaciones de las pinturas de secado al aire sin aditivos de plomo.

Conclusión, constataciones principales y recomendaciones de las demostraciones piloto de reformulación

Las Directrices ponen de manifiesto que la reformulación de las pinturas con plomo es totalmente posible. Dado que hace decenios que se empezaron a reformular las pinturas, en el mercado existen numerosas materias primas que pueden sustituir a los compuestos de plomo en la pintura. Además, la reformulación de pinturas no es una tecnología reciente o un enfoque nuevo. No obstante, si bien la reformulación de las pinturas sin compuestos de plomo añadidos es técnicamente posible, obtener las materias primas adecuadas puede seguir suponiendo un desafío para muchos fabricantes. También se ha de evitar utilizar materias primas que estén contaminadas con plomo. Algunos proveedores de materias primas

están intentando ayudar a los grandes fabricantes a superar dichos desafíos. La información recogida en las Directrices también permite solventar las barreras técnicas a las que se enfrentan las empresas.

Los responsables de la toma de decisiones, tanto en los gobiernos como en la industria, pueden fomentar la producción de pinturas sin compuestos de plomo añadidos a través de una serie de acciones políticas y la difusión de información, lo que ayudará a los fabricantes a modificar sus prácticas industriales en pos de una producción sostenible y contribuirá a una implementación y un cumplimiento eficaces de las leyes relativas a la pintura con plomo. La eliminación gradual del plomo en la pintura sigue ganando impulso en todo el mundo, y se está alentando a todos los actores relevantes para que adopten medidas sobre las pinturas con plomo en aras de su eliminación.

Las Directrices son principalmente un documento teórico que explica los diferentes aspectos de la sustitución del plomo en el proceso de formulación de las pinturas. No obstante, es esencial hacer hincapié en que las empresas que han seguido los principios recogidos en dichas Directrices han conseguido reformular con éxito sus productos.

RECUADRO 4: Constataciones y recomendaciones clave

Las siguientes constataciones y recomendaciones se basan en la experiencia de las demostraciones piloto de reformulación de pinturas con más de 30 pymes en el marco del proyecto SAICM FMAM. Todas las demostraciones piloto implicaron la reformulación de pinturas mediante la sustitución de los pigmentos. Ninguna pyme utilizó secantes con plomo durante el proyecto.

- **Constatación:** Los pigmentos con plomo se usan en pinturas al agua y en pinturas al disolvente.
 - Recomendación: Al elaborar leyes de pintura con plomo, el alcance de la pintura incluida deberá ser lo más amplio posible para cubrir tanto las pinturas al agua como las pinturas al disolvente.
- **Constatación:** Algunas empresas pequeñas no cuentan con las herramientas necesarias para realizar pruebas de rendimiento de las pinturas a escala industrial.
 - Recomendación: Para paliar la falta de equipamiento de molienda pueden usarse pastas de pigmentos.
- **Constatación:** Aparentemente, los proveedores tienen menos intereses comerciales en los mercados más pequeños, y, por tanto, la disponibilidad de los pigmentos alternativos puede ser menor en dichos lugares.
 - Recomendación: Alentar a los proveedores de alternativas a que lleven sus materias primas también a los mercados más pequeños, a través de, por ejemplo, ferias de comercio o facilitando reuniones con pymes.
- **Constatación:** Todos los participantes en las demostraciones piloto convinieron que es importante que los proveedores de alternativas ofrezcan soporte técnico.
 - Recomendación: Una reunión con los proveedores a fin de obtener soporte técnico antes de comenzar con la reformulación puede redundar en una mejor comprensión del proceso, acelerar la selección de la alternativa adecuada y propiciar una reformulación eficiente.
- **Constatación:** El coste económico de la reformulación es variado. En algunos casos, la materia prima alternativa al plomo era más barata, lo que reducía los costes. En otros casos, el precio de la pintura aumentaba sustancialmente.
 - Recomendación: Las empresas deberían estimar el coste económico de la reformulación en el marco de su planificación empresarial rutinaria.
- **Constatación:** Las empresas de las demostraciones piloto consiguieron reformular sus pinturas con plomo. Sin embargo, para poder cumplir las leyes de pintura con plomo es posible que las empresas necesiten más tiempo para terminar de perfeccionar los tonos y optimizar el coste. Queda trabajo por hacer durante un período más largo en el que se perfeccionarán los productos de pintura similares sin compuestos de plomo añadidos.
 - Recomendaciones: Los plazos de las leyes relativas a la pintura con plomo deberían ser razonables para que los fabricantes puedan modificar las formulaciones y los procesos de producción de sus pinturas.



Estudios de caso de reformulación de pinturas

A continuación, se explican dos estudios de caso y se resalta aquello que los responsables de políticas deben tener en cuenta al coordinar la elaboración e implementación de leyes relativas a la pintura con plomo.

Estudio de caso 1: Reformulación de una pintura alquídica anticorrosiva utilizada como recubrimiento industrial al disolvente y como recubrimiento industrial al agua

En China, la empresa Zhejiang Yutong New Material Co. Ltd. tomó la decisión de reformular una pintura anticorrosiva y algunos productos alquídicos en los que utilizaban un pigmento minio (PR105), con lo

que el plomo desaparecería del plan de producción al completo. La empresa seleccionó dos alternativas para someterlas a pruebas: óxido de hierro y polvo de hierro y titanio. Para elegir las alternativas se basaron en las similitudes con el proceso de producción con minio, la ausencia de metales pesados y el bajo coste. Tras reformular y someter a pruebas la pintura, tanto la adherencia, como la dureza y el tiempo de secado resultaron similares, con una diferencia mínima entre el producto con minio y los productos con óxido de hierro y polvo de hierro y titanio. A la empresa le resultó complicado reproducir el mismo color del producto original. El color de la pintura con óxido de hierro rojo difería considerablemente del original, pero el color de la pintura con polvo de hierro y titanio era similar.

Resultados de pruebas de laboratorio paralelas

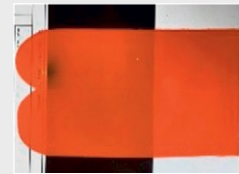
Solicitud (según especificaciones técnicas)

Pintura con plomo (plomo rojo)

Pintura libre de plomo (óxido de hierro rojo)

Pintura libre de plomo (polvo de titanio de hierro)

Color



En el caso de esta empresa, la reformulación fue viable gracias a unos costes más baratos y a la disponibilidad de las alternativas. El precio del pigmento minio es bastante más elevado, puesto que la disponibilidad de la materia prima utilizada es menor y las alternativas son más rentables: el precio del pigmento de polvo de hierro y titanio es un 40% menor que el del minio, y el pigmento de óxido rojo es 50% más barato. Además, ambos eran fáciles de conseguir en el mercado.

Este estudio de caso fue uno de los varios ejemplos durante los proyectos piloto en los que la evaluación económica arrojó resultados rentables y viables. En muchos otros casos, dado el alto coste de las alternativas orgánicas, el coste total de las pinturas reformuladas era superior al de las pinturas con plomo.

A pesar de los resultados tan positivos en los planos técnico y de rentabilidad, Zhejiang Yutong New Material Co. mencionó que la preferencia de sus clientes por el pigmento minio suponía un reto que aún tendría que superar. **Es necesario continuar con los trabajos de concienciación para informar a los clientes y a los vendedores de pintura de los beneficios que tienen las pinturas sin plomo para la salud humana y el medio ambiente, independientemente del coste económico de las pinturas reformuladas. Los responsables de políticas pueden hacer hincapié en este mensaje en su legislación.**

Estudio de caso 2: Reformulación de una pintura alquídica amarilla utilizada para proteger el metal y la madera

En el Ecuador, la empresa LiP 04as³ decidió reformular una pintura de esmalte amarillo intenso (un esmalte alquídico empleado para la capa de acabado en superficies de metal o madera) y eliminar los pigmentos con plomo que utilizaban en algunos productos alquídicos, con lo que abandonarían la pintura con plomo en todo el plan de producción de la empresa. El compuesto de plomo que debía sustituirse era el amarillo cromo medio (PY34). Para escoger la alternativa, se enviaron muestras de color a Mathiesen (uno de los proveedores de materias primas para pintura y recubrimientos más importantes de América Latina) para que las analizaran y formularan recomendaciones al respecto. La recomendación fue utilizar un pigmento híbrido llamado "amarillo canario" (LF761). A la hora de elegir la alternativa se tuvieron en cuenta las similitudes entre las características de los productos.

Tras reformular y probar la pintura, muchas de las propiedades de la pintura, como la dureza o el tiempo de secado, eran similares⁴. Sin embargo, las pinturas presentaban ligeras diferencias en cuanto a la adherencia⁵.

3 Las empresas ecuatorianas que participaron en las pruebas piloto solicitaron mantener el anonimato.


4 El secado incluye todas las fases que atraviesa un material de recubrimiento aplicado al pasar de estado líquido a sólido. El tiempo de secado es el tiempo necesario para ello.

5 Esto hace referencia al fenómeno de adhesión por fuerzas moleculares que tiene lugar en la interfase entre un material y una superficie sólida.

En el caso de esta prueba piloto, la pyme también sometió a pruebas el contenido de plomo de las pinturas. **Los resultados de la prueba fueron llamativos: la pintura con plomo presentaba un contenido de plomo total de 34.689 ppm, mientras que la pintura reformulada contenía menos de 56 ppm de plomo en total, una cantidad muy por debajo del límite vigente en el Ecuador (600 ppm).** Estos resultados fueron posibles gracias a la reformulación de la pintura existente siguiendo las Directrices y a la sustitución del pigmento amarillo con plomo por una alternativa.

En este estudio de caso, el coste del pigmento amarillo alternativo era superior al del compuesto original, tal y como se ha observado en todo el mundo. En consecuencia, el coste del producto de pintura reformulado aumentó en un 40%. Cabe destacar que, con otros colores, el precio de los pigmentos con plomo puede ser superior al de sus alternativas. **Para reducir la carga financiera y logística de los fabricantes de pintura, los gobiernos pueden posponer la fecha de entrada en vigor, de modo que las empresas tengan tiempo de llevar a cabo las investigaciones necesarias para buscar alternativas sin plomo, considerar la viabilidad de dichas alternativas y realizar las pruebas necesarias con objeto de fabricar un producto de pintura respetando un límite bajo de concentración de plomo.** De este modo, los fabricantes tendrán tiempo de solicitar materias primas sin plomo a sus proveedores, y menos dificultades para reformular sus pinturas y cumplir la legislación relativa a la pintura con plomo. Además, si aumentara la demanda, el precio por unidad de las materias primas podría abarataarse, por lo que sería más fácil acceder a dichos productos de manera directa en sus países y sin importar materias primas de otros lugares, lo que reduciría la carga logística.

Resultados de pruebas de laboratorio paralelas

Solicitud (según especificaciones técnicas)	Pintura con plomo	Pintura libre de plomo
Método de prueba y un valor		
Contenido de plomo en base seca (NTE-INEN 2093)	34,689 ppm	<56 ppm

Bibliografía

Pilcher, G. R. y Cocuzzi, D. A. (2020). "Der 'Covid-effekt' und die globale farben- und lackindustrie". *Farbe und Lack*, vol. 126, págs. 10 a 15. https://360.farbeundlack.de/zeitschriften/farbe_und_lack--10.2020.

Olofsson, A. (2011). "The substitution principle in chemical regulation: a constructive critique". *Journal of Risk Research*, vol. 17, núm. 5, págs. 573 a 575. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669877.2013.841739>.

Instituto de Estadísticas y Evaluación de la Salud (2020). Global Burden of Disease Data Visualization. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>. Consultado en febrero de 2021.

Centro Langone Health de la Universidad de Nueva York (sin fecha). "Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- & Middle-Income Countries". <https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>. Consultado el 1 de febrero de 2021.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020a). *Assessment Report on Issues of Concern: Chemicals and Waste Issues Posing Risks to Human Health and the Environment*. Ginebra y Nairobi.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020b). "Eliminating Lead Paint: The Role of the Paint Industry". Resumen de políticas de SAICM.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (pendiente de publicación). "Actualización del Estado Global de los Límites Legales de Plomo en la Pintura de 2021". Ginebra y Nairobi.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2022). *Lead Paint Reformulation Technical Guidelines*. Ginebra y Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/39709>.

Were, F. H., Moturi, M. C., Gottesfeld, P., Wafula, G. A., Kamau, G. N. y Shiundu, P. M. (2014). "Lead exposure and blood pressure among workers in diverse industrial plants in Kenya". *Journal of Occupational Environmental Hygiene*, vol. 11, núm. 11, págs. 706 a 715. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15459624.2014.908258>.

Organización Mundial de la Salud (2020). *Eliminación mundial de la pintura con plomo: por qué y cómo los países deben adoptar medidas*. Ginebra.

