

PLAN DE SUBSTITUCIÓN DE TRIÓXIDO DE CROMO

RAMBOLL presenta el estudio de la evaluación de los cuestionarios que se presentó a la Comisión Europea referente al “Plan de sustitución del uso de Cromo (VI) en la galvanoplastia”.

INTRODUCCIÓN

En el año 2012, más de 150 empresas, incluidas empresas proveedoras de Trióxido de cromo (CrO₃), formuladores y usuarios de varios sectores industriales, formaron el Consorcio CTAC. Entre los años 2013 y 2015 se reunió información suficiente de todos los miembros y se prepararon los documentos para dar soporte a la presentación de la solicitud de autorización.

A finales del año 2015 y bajo solicitud de los miembros de CTAC se presentó a la ECHA una solicitud de autorización para el uso de Trióxido de Cromo para cromado funcional con carácter decorativo. Algunos miembros enviaron su solicitud de forma individual y además se fundó un nuevo consorcio CTAC Sub para realizar el envío conjunto de solicitud de autorización. La solicitud daba cobertura al uso de trióxido de cromo para 6 fines distintos. El Grupo de Uso 3 está especialmente dirigido a cromado funcional de carácter decorativo.

El 24 de febrero del año 2020, la Comisión Europea solicitó a los que hicieron la solicitud conjunta un plan de sustitución para el Uso 3 que debía de ser enviado en agosto del año 2020. Una vez enviado, la misma Comisión abrió un plazo de consulta hasta octubre del mismo año. Desde el año 2015 se ha avanzado considerablemente en el desarrollo de alternativas y en la sustitución con éxito del cromado funcional por el de carácter decorativo (Grupo 3).

El estudio permitió caracterizar a los usuarios afectados, explicar las preocupaciones y los problemas individuales que plantea la sustitución y describir los esfuerzos realizados en el proceso de sustitución. Además, tenía por objeto comprender mejor las diferencias entre los cuatro subusos y todos los sectores del mercado pertinentes para permitir una consideración específica de las diversas líneas de acción.

RAMBOLL presenta un resumen del estudio de la evaluación de los cuestionarios a continuación y se adjunta enlace al estudio completo.

1.- ENCUESTA PARA RECOPIAR DATOS ESPECÍFICOS DE DU PARA EL USO 3

Para recopilar datos específicos de USUARIO INTERMEDIO (DU) sobre el estado actual de la sustitución en el campo del trióxido de cromo en el grupo de uso 3 de Chemservice et al., El consorcio CTACSub realizó una encuesta de DU a través de un cuestionario en línea en cinco idiomas (inglés, francés, alemán, italiano, español) desde el 6 de abril de 2020 al 15 de mayo de 2020. El cuestionario se distribuyó lo más ampliamente posible a través de asociaciones industriales y en las cadenas de suministro de los solicitantes. Tras el acuerdo contractual, la encuesta se amplió para incluir la cadena de suministro de REACHLaw (como OR para JSC “NPCC”). La encuesta y este informe, por lo tanto, abordan los DU en las cadenas de suministro de Chemservice et al., Sus solicitantes conjuntos y JSC “NPCC”.

Para garantizar la participación total en la encuesta y alentar a los DU a proporcionar datos precisos y completos en el cuestionario, la participación en la encuesta se consideró obligatoria para todos los DU que buscarían suministro después del 24 de agosto de 2020.; Se consideró que aquellos que no participaron en la encuesta habían sustituido exitosamente su uso de trióxido de cromo de manera que los proveedores no realizarían entregas de trióxido de cromo a partir del 24 de agosto de 2020.

El consorcio CTACSub y REACHLaw comunicaron a los DU la necesidad de participar en la encuesta. La carta se distribuyó a través de las cadenas de suministro CTACSub y JSC “NPCC” (es decir, a través de formuladores / distribuidores intermedios de trióxido de cromo) y asociaciones industriales.

La encuesta constaba de cinco secciones. Dependiendo de las circunstancias, algunas o todas estas secciones se aplicarían a cada DU.

La primera sección solicitó información general sobre el proveedor de la empresa, el uso de CrO₃, los principales sectores del mercado de productos relacionados con Cr (VI) y la participación respectiva de CrO₃ para cada sector del mercado. Los participantes podían elegir entre las siguientes seis opciones (más de una opción posible):

1. Sanitario
2. Automoción
3. Médico
4. Productos cosméticos
5. Mueble metalico
6. Otro

Según su selección, se pidió a los DU que proporcionaran información adicional sobre el grupo de artículos / artículos tratados con superficie de CrO3 (p. Ej., Instrumentos médicos) y la aplicación final (p. Ej., Instrumentos quirúrgicos para hospitales). Al final de la primera parte de la encuesta, se solicitó a las DU que identificaran los procesos que utilizan CrO3, así como el tonelaje anual utilizado para el proceso respectivo. Los DU podían elegir entre los siguientes usos secundarios del Uso 3 (era posible más de una opción):

1. Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos (Parte 2)
2. Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos (Parte 3)
3. Tratamiento previo (grabado) de sustratos plásticos (Parte 4)
4. Tratamiento previo (grabado) de sustratos metálicos (Parte 5)

Sobre la base de la selección de sub-usos del Uso 3 por parte del DU, las partes 2 a 5 de la encuesta se presentaron automáticamente a los DU. En estos, se pidió a las DU que proporcionaran información sobre su escenario de sustitución específico de la empresa para los correspondientes sub-usos seleccionados. Para cada uso seleccionado, se le pidió al DU que proporcionara información sobre sus alternativas preferidas y sobre las limitaciones / obstáculos para la implementación en función de su sector de mercado más grande (medido en% de consumo anual de trióxido de cromo).

Alternativas adecuadas generalmente disponibles: SAGA

La encuesta de DU se inició antes de que la ECHA anunciara oficialmente durante el seminario Eurometaux / CETS (28 de mayo de 2020) que el concepto 'alternativas adecuadas generalmente disponibles (SAGA)' es válido para el cromado funcional con carácter decorativo. En consecuencia, la encuesta aún permitía a los DU seleccionar "ninguna alternativa disponible en general" para sus escenarios de sustitución de uso específico. Sin embargo, la encuesta también requería que los DU respondieran a los plazos sugeridos para la sustitución (ver más abajo) y les exigía que indicaran si no podían cumplir con estos plazos y por qué. Al indicar dichos plazos desde el principio en el cuestionario, el supuesto predeterminado de la encuesta era, por tanto, que en general se disponía de alternativas adecuadas.

Se pidió a los DU que contemplaran un cronograma de sustitución para su sector de mercado más grande. Para hacerlo, se presentó a los DU y se les pidió que proporcionaran el tiempo estimado para completar cuatro fases, generalmente aplicables, en la investigación y desarrollo de alternativas:

1. Investigación y desarrollo en etapa inicial / prueba de alternativas candidatas
2. Calificación de la (s) alternativa (s) candidatas preferidas
3. Comercialización / Industrialización de alternativa calificada
4. Eliminación progresiva de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa 100%

Los plazos de sustitución propuestos en el cuestionario se extrajeron del proyecto de decisión sobre Chemservice et al. Y REACHLaw Grupo de uso 3 adoptado por el Comité REACH en febrero de 2019. Este proyecto de decisión se refiere a 4 años desde la fecha de la decisión (lo que habría significado aproximadamente junio de 2023). Esto se adaptó en el caso de las aplicaciones de cosméticos porque los solicitantes habían obtenido información de empresas individuales de que la sustitución podría ser posible antes del 31 de diciembre de 2020. Sin embargo, en la encuesta, los DU del sector de los cosméticos tuvieron la oportunidad de estar en desacuerdo con ese cronograma sugerido. Por lo tanto, para cada subuso seleccionado (de la parte 2 a la parte 5), se preguntó a los DU si estaban de acuerdo o no con el cronograma indicativo para sustituir el CrO3 en su sector de mercado más grande hasta las siguientes fechas:

Fechas de sustitución sugeridas para el sector de mercado más grande

Fecha	Sector de mercado más grande [% anual de trióxido de cromo]
31 de diciembre de 2020 ¹	Productos cosméticos
30 de junio de 2023 ²	Sanitario, Automoción, Médico, Mueble metalico, Otros

Con respecto al escenario de sustitución específico de la empresa, se solicitó a los DU que indicaran información detallada sobre riesgos técnicos (por ejemplo, implementación) y económicos, obstáculos, incertidumbres o factores que podrían afectar el cronograma de sustitución proporcionado (ver sección 2).

Por último, los DU tenían que describir el sistema (s) implementado para monitorear y documentar el progreso y la implementación de su plan de sustitución específico de la empresa (ver sección 4).

1.1 Tamaños de muestra

En total, > 1400 encuestas fueron enviadas por DUs hasta la fecha límite del 8 de junio de 2020. Ramboll verificó que todos los cuestionarios enviados correctamente estuvieran completos (es decir, todas las preguntas respondidas). y se evaluaron 851 cuestionarios para este plan de sustitución.

Las DU participantes comprenden una gama de diferentes tamaños de empresas con respecto a la medida secundaria del consumo anual de CrO3. Aproximadamente una cuarta parte (n = 209, 24,7%) de las empresas utiliza cantidades de ≤ 0,1 toneladas de CrO3 / a. Se calculó un tonelaje medio anual de 0,5 toneladas / año. El percentil 90 fue de 7,7 toneladas / año. El grupo que consumía más de 7,7 toneladas / a estaba compuesto por 85 DU. Se proporciona un histograma que cubre todas las empresas evaluadas en **Figura 1**.

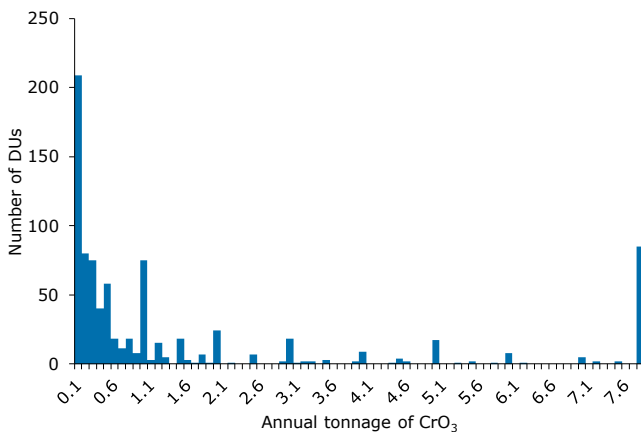


Figura 1 Histograma del número de DU participantes separados por su tonelaje anual de CrO3

Como se pidió a las DU que proporcionaran información sobre sus sectores de mercado asociados (% de CrO3) a partir de una lista de seis sectores predeterminados (Automoción, Cosmética, Mueble metalico, Médico, Sanitario y Otros). El resultado fue que los sectores "Automoción", "Mueble metalico" y "Sanitario" conforman 2/3 del mercado analizado. Los datos se presentan gráficamente en **Figura 2**.

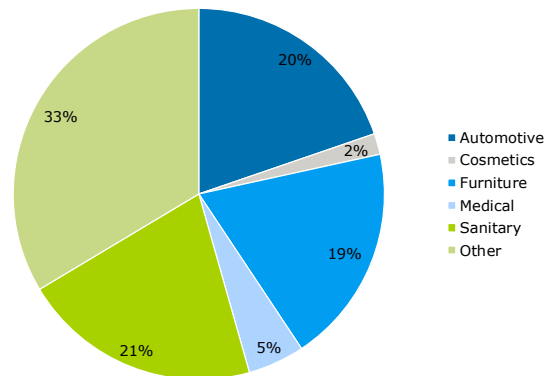


Figura 2: Campo de trabajo principal de las DU participantes en función de los sectores de mercado más importantes identificados

¹ Cronograma indicativo basado en el conocimiento de la industria.

² Cronograma indicativo basado en el proyecto de decisión de la COM de la UE para el grupo de uso 3 (Chemservice et al. Y REACHLaw (como OR para JSC "NPCC"))

Además, se realizó un análisis del tonelaje total utilizado por cada sector de mercado (**Tabla 1**). El tonelaje total utilizado fue mayor para el sector del mercado "Sanitario" con una suma de 206 toneladas de CrO3. Solo levemente menor es el consumo en el sector "Otros" (198 toneladas), mientras que se encontró un consumo similar para los sectores "Automoción" y "Mueble metalico" (120 toneladas cada uno). Se dedujeron valores considerablemente menores para los sectores "Médico" (19 toneladas) y "Cosméticos" (15 toneladas). Si bien el orden de los resultados destaca la menor extensión de los sectores "Médico" y "Cosmético", los resultados para los demás sectores son sorprendentes. En correspondencia con la industria, se esperaba que el sector "Automoción" saliera como el sector más grande. Sin embargo, al restringir el conjunto de datos a los DU con un tonelaje anual dentro del percentil 90, los datos pueden estar sesgados.

Tabla 1: Tonelaje sumado de cada sector del mercado

Consumo anual de CrO3 por sector (toneladas)		
	Percentil 90 1)	Percentil 95 1)
Automoción	120	357
Productos cosméticos	15	50
Mueble metalico	120	128
Médico	19	25
Otro	198	282
Sanitario	206	316

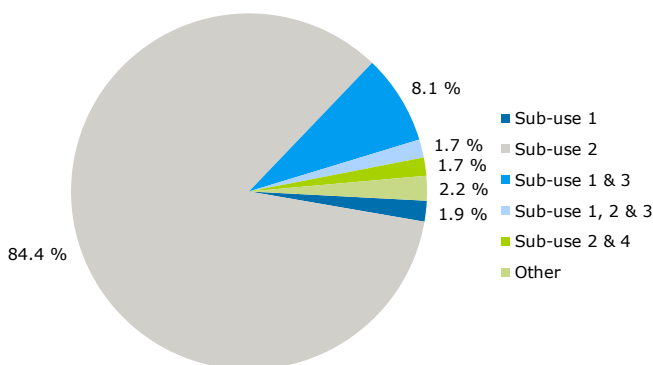
1) Conjunto de datos restringido a DU con un tonelaje anual dentro del percentil 90 y 95, respectivamente

1.2 Sub usos realizadas por los DU

Se pidió a los DUs que proporcionaran información sobre los sub-usos que realizan. Como se describió anteriormente, los DU podrían elegir entre cuatro sub-usos que se denominan sub-uso 1 a 4 en lo siguiente:

1. Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos (subuso 1)
2. Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos (subuso 2)
3. Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos (subuso 3)
4. Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos (subuso 4)

Las DU pudieron elegir hasta cuatro de los sub-usos, y 848 DU proporcionaron información considerada válida. La mayor proporción (84,4%) de DUs realizó "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" como único campo de trabajo. La segunda fracción más grande reportada fue una combinación de los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" así como "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" (8.1%). Se informó que 12 DU realizan solo sub-usos de "Pretratamiento (grabado)" (Uso 3, Uso 4). Esos pocos casos pueden reflejar situaciones muy específicas en los sitios de DU o una mala interpretación de la encuesta; dado que la proporción total de casos es sólo el 1,4% de la muestra total, pueden considerarse menos relevantes para describir la muestra. Se proporciona una presentación gráfica en **Figura 3**. En este, todos los sub-usos y combinaciones de sub-usos <1% se resumen como "Otros" para mayor claridad visual.



Subuso 1 se refiere a "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos".

Subuso 2 se refiere a "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos".

Subuso 3 se refiere a "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos"

Subuso 4 se refiere a "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos".

Figura 3: Distribución de los procesos realizados por las DU participantes

2. FACTORES QUE AFECTAN LA SUSTITUCIÓN

En esta sección, los factores más importantes que afectan la sustitución del trióxido de cromo y el cronograma de sustitución correspondiente se describen con base en el conjunto de datos obtenidos de la encuesta. Los factores / limitaciones / obstáculos se presentan para los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo" y "Pretratamiento (grabado)" por separado, pero no se consideró un desglose adicional en sustratos y / o sectores de mercado debido a la alta similitud de las respuestas de los DU.

2.1 Cromado funcional con carácter decorativo: perspectivas de DU sobre desafíos a superar en el camino hacia la sustitución

Los factores / limitaciones / obstáculos que se mencionan a continuación se refieren únicamente a las alternativas basadas en CrIII. lo que demuestra que la mayoría de los DU consideran que las tecnologías basadas en CrIII son la alternativa más prometedora para la sustitución del trióxido de cromo. Los DU afirmaron que la limitación más grande y de mayor alcance para la sustitución es que no existe una alternativa directa al trióxido de cromo disponible que se pueda aplicar utilizando equipos de proceso idénticos, sistemas de tratamiento de aguas residuales idénticos y que permita un control de proceso manejable (por ejemplo, análisis de baños) a escala comercial.

De hecho, mientras que las alternativas basadas en CrIII disponibles comercialmente siguen básicamente el mismo principio de proceso (es decir, galvanoplastia basada en el principio de electrólisis), necesitan equipos de proceso y sistemas de tratamiento de aguas residuales completamente diferentes. Además, el control y la estabilidad del proceso son más complejos.³ que la tecnología del trióxido de cromo y requieren equipo adicional (por ejemplo, espectrometría de adsorción de átomos) y / o apoyo de expertos externos (por ejemplo, formuladores). Además, para los DU, la tecnología basada en Cr(VI) todavía tiene la ventaja de ser capaz de tratar una gama más amplia de sustratos (por ejemplo, diferentes composiciones de metal o plástico), componentes, geometrías de componentes, etc. mientras se mantiene bajo el control del proceso. Esta consideración es relevante ya que la mayoría de los DU fabrican muchos productos diferentes hechos de diferentes sustratos y geometrías. Para estos DU, el proceso alternativo seleccionado e implementado debe ser adecuado para cubrir su cartera de productos para permitir que continúen los negocios rentables.

Los desafíos que a continuación se enumeran se pueden consultar en la versión del artículo ampliada:

- Desafíos técnicos
- Desafíos económicos
- Desafíos relacionados con el cliente
- Desafíos regulatorios y de cumplimiento

2.2 Pretratamiento (grabado): desafíos a superar en el camino hacia la sustitución

Las limitaciones / factores / obstáculos señalados por los DU son muy específicos para el "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos". Sin embargo, esto está de acuerdo, ya que solo un número muy pequeño de los 851 DU realiza el grabado de sustratos metálicos.

Los DU declararon que para el "Pretratamiento (grabado)", no hay ninguna alternativa disponible en el mercado que pueda aplicarse utilizando la tecnología Cr(VI), es decir, equipos de proceso, sistema de tratamiento de aguas residuales, etc. Esto se ve agravado por el hecho de que un Cr(VI) La formulación exenta es específica del formulador que produce la mezcla, tiene una composición muy compleja y, por lo tanto, requiere un ajuste específico del proceso de grabado alternativo. Para los DU, esto es muy restrictivo con respecto a la elección de formuladores (alta dependencia) y especialmente crítico con respecto al cambio real de tecnología como inversiones en equipos, sistema de tratamiento de aguas residuales, nuevos edificios, etc.) están hechos para una formulación específica (no es "simplemente" posible cambiar a otro formulador a escala comercial, ya que el equipo de producción en serie se construye y ajusta específicamente para una formulación). En otras palabras, la tecnología alternativa "elegida" no debe fallar a escala comercial, ya que las inversiones para cambios tecnológicos repetidos simplemente no son posibles.

En conclusión, el cambio a una tecnología alternativa al grabado basado en Cr(VI) es un proceso desafiante y duradero para los DU afectados. Los DU deben estar absolutamente seguros del éxito de la tecnología que buscan, ya que en la mayoría de los casos no es posible realizar inversiones adicionales, especialmente para las pequeñas y medianas empresas. Además de eso, los DU no son formuladores en sí mismos y, por lo tanto, dependen en gran medida de las tecnologías que aparecen en el mercado.

³ Los electrolitos a base de CrIII tienen una ventana operativa estrecha en cuanto a composición química, concentración de productos químicos, aditivos, nivel de pH, etc. Además, los electrolitos a base de CrIII son muy sensibles a las impurezas arrastradas por procesos anteriores.

En el mismo caso que para el Cromado funcional con carácter decorativo los desafíos también se citan y están desarrollados en el artículo completo.

3. SUSTITUCIÓN DE TRIÓXIDO DE CROMO - ALTERNATIVAS Y CRONOGRAMAS

3.1 Introducción y análisis de datos

La siguiente sección está separada en una sección para los usos secundarios "Cromado funcional con carácter decorativo" (sección 3.2) y "Pretratamiento (grabado)" (sección 3.2). Cada subsección se divide en tres partes principales.

En la primera parte (sección 3.2.1 y 3.3.1, respectivamente), se describe información sobre alternativas específicas de sub-uso al CrO₃ como se reveló durante la encuesta. Como se indica en la sección 1, la encuesta se inició antes de la introducción del concepto SAGA, y los DU pudieron afirmar que, en general, no había ninguna alternativa disponible. En este caso, se pidió a los DU que definieran las razones / limitaciones para justificar su respuesta. Los datos se presentan por separado para los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos de plástico / metal" y "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal". Como los DU pudieron seleccionar más de un subuso, los sub-usos seleccionados solo se consideraron si se ingresaba un tonelaje anual > 0. Además, en función de sus elecciones de alternativas disponibles para los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos de plástico / metal", Se preguntó a los DUs si el sub-uso "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal" seguía siendo relevante (si se seleccionaba uno de ellos en combinación con los sub-usos de "encomado"). Dependiendo de la respuesta, la sección sobre "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal" se presentó o se excluyó de la encuesta y no se consideró en la evaluación.

En la segunda parte se presenta información sobre el proceso de sustitución (sección 3.2.2 y 3.3.2, respectivamente). En estas secciones, se solicitó a los DUs que proporcionaran información sobre su acuerdo general con los plazos propuestos hasta la sustitución (30 de junio de 2023/31 de diciembre de 2020), así como evaluar el estado ("No iniciado", "En curso", "Completado") de sus esfuerzos de sustitución. Estos datos se analizaron a nivel de subuso, aplicando las mismas restricciones sobre los datos que se describen anteriormente, y también incluyen información del sector de mercado más grande de los DU.

En la tercera parte (secciones 3.2.3 y 3.3.3, respectivamente), discutimos el tiempo estimado para la finalización de cada una de las cuatro fases prescritas ("I + D / prueba en etapa inicial de alternativas candidatas"; "Calificación de alternativas candidatas preferidas"; "Comercialización / industrialización de alternativas calificadas"; "Eliminación progresiva de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa 100%"). A diferencia del análisis de alternativas, los datos no solo se evaluaron por subuso sino también por sector de mercado. Se excluyeron las DU que no proporcionaban información sobre un sector de mercado más grande. La relevancia de los sub-usos "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal" se identificó como se mencionó anteriormente. En tono rimbombante, Los datos también se evaluaron por separado para los DU que estaban o no concordaban con las fechas de sustitución proporcionadas (30 de junio de 2023/31 de diciembre de 2020) para distinguir claramente la complejidad de las diferentes opiniones sobre el tiempo necesario. En los casos en que se identificó un número insuficiente ($n \leq 5$) de respuestas para un subconjunto, los datos no se evaluaron con más detalle para evitar una indicación artificial e incorrecta de precisión. Las tasas de acuerdo generales se presentan al comienzo de cada subsección del sector del mercado.

Los resultados de todos los enfoques (paralelos, secuenciales / escalonados y, de hecho, superpuestos) se presentan al unísono en cada subsección, cuando es posible de acuerdo con el tamaño de la muestra.

3.2 Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos de plástico / metal

3.2.1 Alternativas y limitaciones

Se pidió a los DU que definieran sus alternativas preferidas para los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" y "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos". Para cada subuso, pueden elegir entre cinco opciones predeterminadas. Eran posibles múltiples opciones, a menos que los DU respondieran que no había una alternativa disponible en general:

1. Electrolitos a base de sulfato de cromo (III)
2. Electrolitos a base de cloruro de cromo (III)
3. Deposición física de vapor (PVD)
4. Otro
5. Ninguna alternativa generalmente disponible

Según las respuestas, existe una diferencia entre los sub-usos de "Revestimiento". Si bien solo el 30% de los DU empleados con "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" opinaron que no había una alternativa disponible en general, una proporción del 50% estuvo a favor de esta opinión en el grupo de DU que realizaron "Funcional cromado con carácter decorativo de sustratos metálicos".

Al examinar las alternativas elegidas por aquellos DU que indicaron que una alternativa estaba disponible en general (70% y 50% de los grupos, respectivamente), se reveló que los DU eligieron preferentemente a base de sulfato de cromo (III) y cloruro de cromo (III). electrolitos a base de electrolitos como alternativa al CrO3 en el sub-uso de "Cromado funcional con carácter decorativo"

. Estas opciones fueron elegidas con una frecuencia del 86% para el "Cromado" de sustratos plásticos y del 75% para el "Cromado" de sustratos metálicos. "Otras" alternativas y la Deposición Física de Vapor (PVD) se eligieron con menos frecuencia para cualquier subuso (13 a 15% y 5 a 6%, respectivamente). La presentación gráfica de las alternativas preferidas se restringió a aquellos DU que apoyaban la opinión de que una alternativa estaba disponible en general.

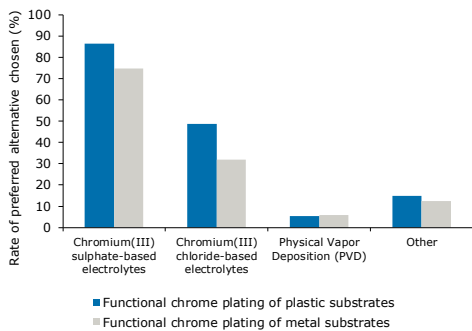


Figura 4

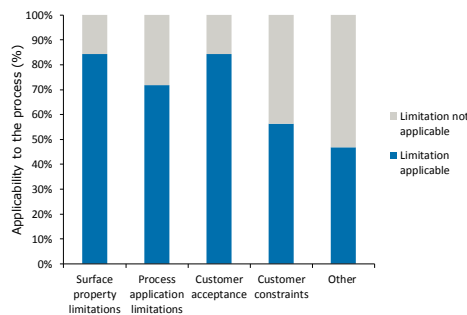


Figura 5

Figura 4: Alternativas preferidas de los DU para la sustitución de CrO3 en los sub-usos "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" y "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" Figura 5: Limitaciones relativas a "No hay alternativa disponible de forma general" y su aplicabilidad a los procesos de DU en el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos"

Cuando se les preguntó por las limitaciones con respecto a la opción elegida "No hay alternativa generalmente disponible" en el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos", el 84% de los DU encontraron que las limitaciones de las propiedades de la superficie y la aceptación del cliente eran restricciones aplicables a sus procesos (Figura 5). El 72% de los DU invocaron que, en general, no había alternativas adecuadas disponibles debido a razones técnicas ("limitaciones de la aplicación del proceso"). De manera consistente, el 82% de los DU informaron para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" que las limitaciones de las propiedades de la superficie y la aceptación del cliente eran restricciones aplicables (Figura 6). Sin embargo, las limitaciones de la aplicación del proceso se consideraron menos aplicables (53%).

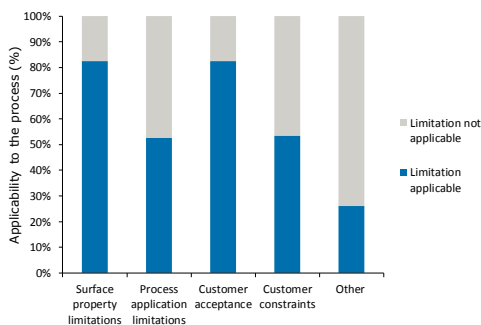


Figura 6: Limitaciones con respecto a "Ninguna alternativa disponible de forma general" y su aplicabilidad a los procesos de DU en el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

3.2.2 Nivel de acuerdo con los cronogramas sugeridos y el estado de los procesos de sustitución

El nivel de acuerdo con los cronogramas de sustitución propuestos (30 de junio de 2023 para los sectores de mercado "Automoción", "Mueble metalico", "Médico", "Sanitario" y "Otro" / 31 de diciembre de 2020 para el sector de mercado "Cosméticos") fue generalmente bajo.

& HEALTH

Las DU que fueron empleadas con "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" mostraron un acuerdo levemente mayor dentro de los sectores del mercado "Automoción", "Mueble metalico", "Médico", "Sanitario" y "Otro" hasta la línea de tiempo 2023 (31%; n = 255 de n = 813 identificaron los sectores de mercado más grandes) y un acuerdo uniforme con la línea de tiempo 2020 (50%; n = 1 de n = 2 identificaron los sectores de mercado más grandes). Sin embargo, tenga en cuenta el tamaño reducido de la muestra del último grupo.

También se pidió a los DU que evaluaran el estado de cuatro fases de sustitución predeterminadas ("I + D en etapa inicial", "Calificación de alternativas candidatas preferidas", "Comercialización / industrialización de alternativas calificadas", "Eliminación gradual de Cr(VI) / rampa de producción al 100% alternativo") como " No iniciado ", " En curso "o" Completado ". El estado de sustitución se muestra por separado tanto para las líneas de tiempo como para los usos secundarios. El estado de sustitución del subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" se muestra en **Figura 7** (sectores de mercado con propuesta de sustitución hasta el 30 de junio de 2023) y **Figura 8** (sector de mercado con propuesta de sustitución hasta el 31 de diciembre de 2020). Los resultados para el otro subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" se presentan en **Figura 1**.

Se pueden observar tendencias similares tanto para el subuso como para el cronograma: mientras más del 50% de todas las DU están en progreso o han completado la "etapa inicial de I + D", la proporción cambia cuando se consideran etapas más elaboradas del proceso de sustitución. De manera constante, solo un pequeño número de DU informó haber completado la fase final 4 "Eliminación de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" y esto se limitó al subuso de "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos". Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en este subuso el tamaño de la muestra es considerablemente mayor que en los otros sub-usos.

En general, los datos muestran que los DU realizan esfuerzos de sustitución y el proceso de sustitución está progresando. Especialmente en lo que respecta a la "I + D en etapa inicial", la mayoría de las DU parece haber seleccionado los procesos y tecnologías preferidos para la sustitución.

Las fases 1 a 4 se refieren a la "I + D en etapa inicial", la "Calificación de las alternativas candidatas preferidas", la "Comercialización / industrialización de la alternativa calificada" y la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%".

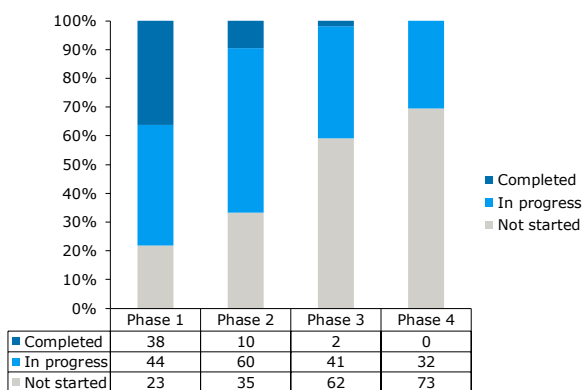


Figura 7

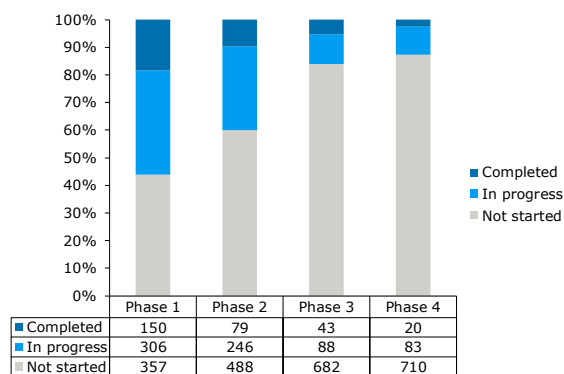


Figura 8

Figura 7: Estado de las fases de sustitución (hasta el 30 de junio de 2023) de DUs con mayor mercado en los sectores "Automoción", "Mueble metalico", "Médico", "Sanitario" y "Otro" realizando "Cromado funcional con carácter

decorativo de sustratos plásticos " y Figura 8: realizando "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos "

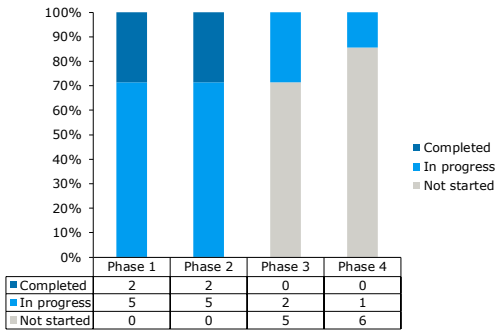


Figura 9

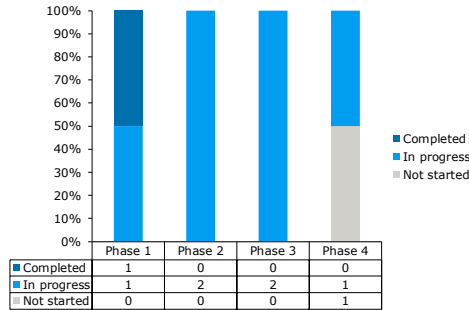


Figura 10

Figura 9: Estado de las fases de sustitución (hasta el 31 de diciembre de 2020) de DUs con mayor sector del mercado "Cosméticos" realizando "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos". Figura 10: realizando "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

3.2.3 Tiempo estimado hasta la finalización de la sustitución

3.2.3.1 Sanitaria

Dentro del grupo de DU, para el cual el sector "Sanitario" fue identificado como el sector de mercado más grande, la tasa de acuerdo al cronograma de sustitución (30 de junio de 2023) fue baja e inferior al 30% para ambos sub-usos cubiertos (El tiempo promedio estimado (del percentil 90) hasta la finalización de las fases se presenta en

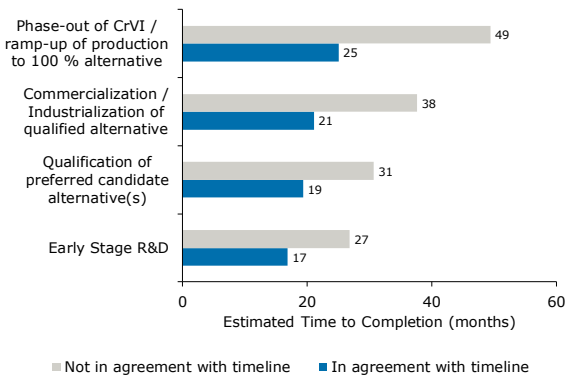


Figura 11

Figura 12

Figura 2 para el "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos". Las estimaciones solo se muestran para los DU, que no están de acuerdo con el cronograma debido al pequeño tamaño de la muestra del otro grupo la muestra los resultados del "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos".

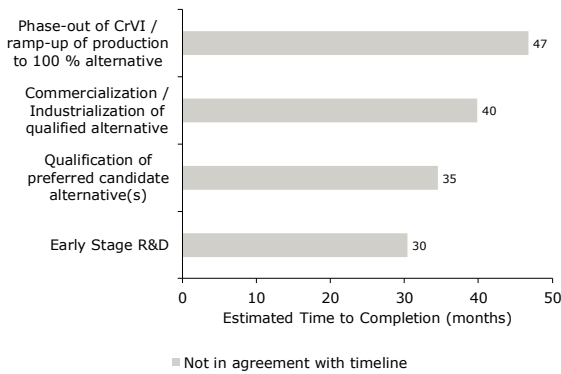


Figura 11

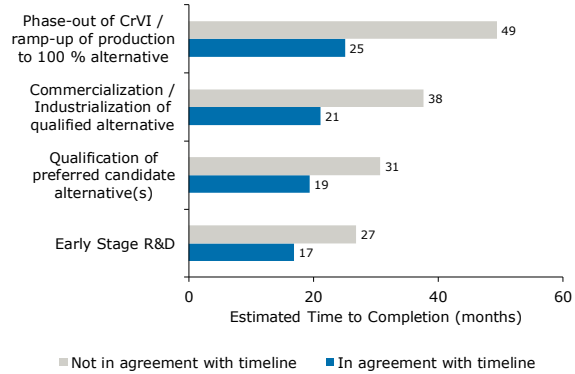


Figura 12

Figura 2: Tiempo medio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución del subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" por DU con mayor sector de mercado "Sanitario"
 Figura 3: Para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos".

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no se pudo determinar a partir de los datos si las DU estaban ejecutando las fases en paralelo o escalonadas secuencialmente. Los resultados de los tres enfoques discutidos en el sector de mercado más grande "Sanitario" se presentan en **Tabla 2** para el valor medio de los datos dentro del percentil 90.

Tabla 2: Límites superior e inferior (años) así como un cronograma intermedio adaptado (años) para la sustitución en "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos / metálicos" en el mayor sector del mercado "Sanitario"

Sustrato	Acuerdo al cronograma (30 de junio de 2023)	Fases paralelas [años]	Fases superpuestas 1) [años]	Fases escalonadas [años]
El plástico	si	n / A	n / A	n / A
	No	3.9	6.3	12,6
Metal	si	2.1	3.4	6,9
	No	4.1	6.0	12,1

1) se determinó un factor de superposición hipotético del 50% para proporcionar una estimación refinada del tiempo necesario para la sustitución

3.2.3.2 Automoción

En el sector Automoción las tasas de convenio al cronograma de sustitución (30 de junio de 2023) son levemente superiores a las del sector sanitario. 22% y 37% de los DUs están de acuerdo con el cronograma de sus respectivos usos de "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" o "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

El bajo índice de concordancia con los cronogramas también se refleja en el tiempo estimado para completar las diferentes fases, especialmente en el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" (F). Los DU estimaron en promedio (del percentil 90) una duración de 107 meses para la finalización de la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%". En el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos", los DU informaron una duración promedio (del percentil 90) de 51 meses para la misma fase.

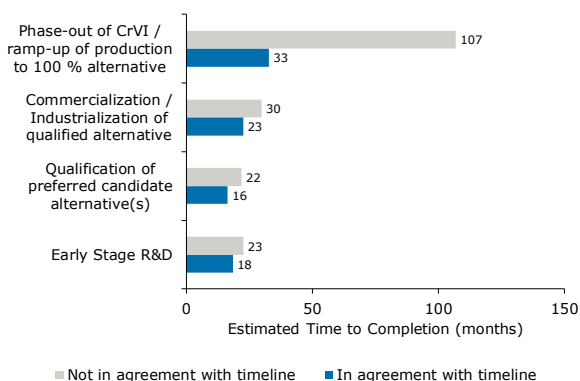


Figura 13

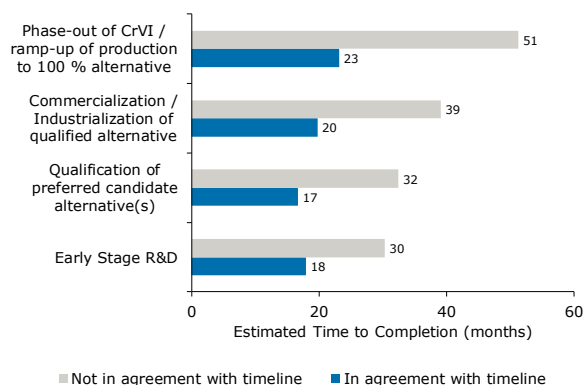


Figura 14

Figura 13: Tiempo medio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución del subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" por DU con el mayor sector del mercado "Automoción" Figura 14 para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

Al analizar las fases del mayor mercado del sector de la automoción, se obtuvieron cronogramas adaptados estimados hasta la sustitución de 7,6 años y se derivaron 6,4 años para los sustratos plástico y metal en el subuso de "Revestimiento" para aquellos DU que no estaban de acuerdo con el cronograma. Es de destacar que en el sub-uso de sustratos plásticos "Plating", la estimación paralela (8,9 años) es más larga que la que permite una superposición del 50% de las fases. En este caso específico, el promedio de los datos dentro del percentil 90 para la última fase "Eliminación de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" se determinó en 107 meses, correspondientes a 8,9 años. Sin embargo, el factor de superposición se estimó sobre la base de todos los datos y no se definió más. Además, el factor se aplicó a los resultados del enfoque escalonado (es decir, la suma de los promedios de los valores dentro del percentil 90 de cada fase respectiva), que fue de 15,1 años.

No obstante, mientras que las estimaciones de DU muy elevadas para la finalización de la última fase de sustitución en el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" conduce a un valor paralelo en un factor 2,1 superior al estimado para el sub-uso de sustratos metálicos "encromados" (8,9 a 4,3 años), el factorial disminuye cuando se refieren a las estimaciones de los enfoques superpuestos (7,6 a 6,4 años; factor 1,2) y escalonados (15,1 a 12,8 años, factor 1,2). Por lo tanto, se puede concluir que la diferencia real en el tiempo necesario hasta la finalización entre los dos usos secundarios de sustratos plásticos o metálicos de "revestimiento" es más similar que lo indicado inicialmente por las estimaciones basadas en el progreso paralelo de todas las fases.

3.2.3.3 Mueble metalico

Mientras que el "cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" fue informado por un número menor de DU en general, existe una clara diferencia en el tamaño de la muestra entre los sub-usos en el sector de mercado más grande, "Mueble metalico". No obstante, las tasas de acuerdo son comparables. Menos o igual a un tercio de los DU acordados con el cronograma de sustitución (30 de junio de 2023).

Debido al pequeño tamaño de la muestra para el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos", los datos para los DU que realizan este sub-uso no fueron evaluados en mayor detalle. Por tanto, los datos se presentan gráficamente solo para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" (Figura 15). La diferencia de tiempo necesaria entre los que estaban de acuerdo y los que no estaban de acuerdo fue similar para las dos primeras fases "I + D en etapa inicial" y "Calificación de la alternativa o alternativas candidatas preferidas" (18 meses y 17 meses, respectivamente). Sin embargo, en las fases posteriores, la diferencia aumenta a 26 y 27 meses, respectivamente. Mientras que los DU estimaron para las fases "I + D en etapa inicial" y "Calificación de alternativas candidatas preferidas" una duración similar hasta su finalización (13 meses y 15 meses cuando está de acuerdo con el cronograma, 31 meses y 32 meses cuando no está de acuerdo con línea de tiempo).

Un cronograma de 3.0 años y 6.6 años para DUs de acuerdo o no con el cronograma y realizando "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos". Como se mencionó anteriormente, no se pudo realizar ningún análisis para los DU que realizan "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos".

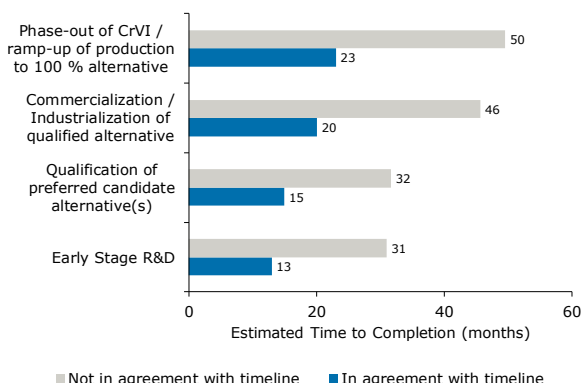


Figura 15: Tiempo medio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" por DU con el mayor sector de mercado "Mueble metalico"

3.2.3.4 Médico

Ninguno de los DU que realizan "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" afirmó "Médico" como su sector de mercado más importante. La tasa de acuerdo al cronograma de sustitución (30 de junio de 2023) para el otro subuso ("Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos") es, sin embargo, comparable a la de los otros sectores de mercado evaluados (30%,).

La diferencia de tiempo hasta la finalización entre los DU que están de acuerdo o no, varía de 7 a 14 meses para las tres primeras fases (Figura 16). Nuevamente, se encuentra una diferencia mayor en lo que respecta a la última fase de sustitución ("Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%"). Aquí, se observó una diferencia de 32 meses. No se pudo realizar ningún análisis para el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" debido a la ausencia de datos.

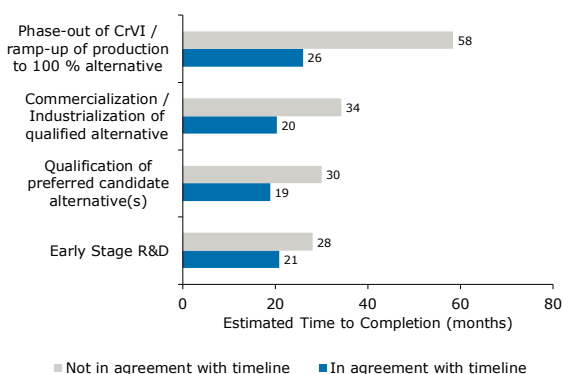


Figura 16: Tiempo medio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" por DU con el mayor sector del mercado "Médico"

De acuerdo con los resultados mostrados anteriormente, la duración de los enfoques paralelos, superpuestos y escalonados solo se evaluó para "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" en el sector de mercado más grande "Médico". Se identificó un tiempo intermedio hasta la finalización de 3,6 años y de 6,3 años para los DU con o sin acuerdo.

3.2.3.5 Productos cosméticos

El cronograma para la sustitución de CrO3 en el sector de mercado "Cosméticos" difería del de los otros sectores del mercado, y se preguntó a las DU si estaban de acuerdo con la fecha de sustitución 31 de diciembre de 2020. El tamaño de la muestra de DU que indicaba "Cosméticos" como el sector de mercado más grande era pequeño. En total, el sector "Cosméticos" fue identificado como el sector de mercado más grande para 8 DU en el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" y para 7 DU en el sub-uso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos". Sin embargo, durante la encuesta, solo se pidió a los DU que indicaban un tonelaje porcentual > 49% en el sector "Cosméticos" que expresaran su acuerdo con el plazo más corto, lo que dio lugar a un número reducido de respuestas. De los encuestados, el 29% y el 50%, respectivamente, estuvieron de acuerdo con el cronograma. No se llevó a cabo ninguna evaluación adicional porque el tamaño de la muestra era demasiado pequeño para sacar conclusiones sólidas.

3.2.3.6 Otros

La última opción que podría seleccionarse como sector de mercado relevante se denominó "Otros". En el ANEXO III se puede encontrar una lista de productos / grupos de artículos, así como las aplicaciones finales cubiertas. Un mayor número de DU acordadas con el cronograma hasta la sustitución (30 de junio de 2023) en el subuso "Cromado funcional

con carácter decorativo de sustratos plásticos" (39%) que en el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" (31%).

Con respecto al tiempo para completar las fases, los DU estimaron períodos similares hasta la finalización de la "I + D en etapa inicial" y la "Calificación de alternativas candidatas preferidas" para cualquiera de los sub-usos y cuando estén de acuerdo con el cronograma (14 a 16 meses) (Figura 17, Figura 18). Una observación interesante es la gran diferencia entre el tiempo estimado hasta la finalización de cualquier fase por parte de los DU que están de acuerdo o no con la línea de tiempo que realiza el "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos", que parece ser más consistente para el subuso. "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos". Esta diferencia se hace menor cuando se consideran las últimas fases de sustitución.

La duración hasta la finalización de la "Eliminación gradual de Cr (VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%", para las DU que no están de acuerdo con el cronograma, se estimó en un período promedio (percentil 90) de 41 a 51 meses ("Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" y "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos", respectivamente). Esto también se refleja en el estado del proceso de sustitución presentado en 3.2.2, donde los datos indicaron que las DU que realizaban "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" estaban más avanzadas en el proceso de sustitución de CrO3.

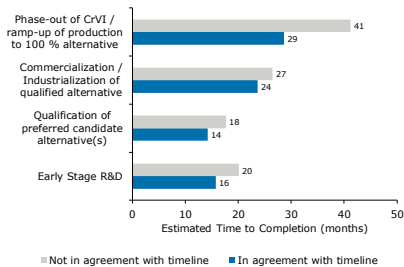


Figura 17

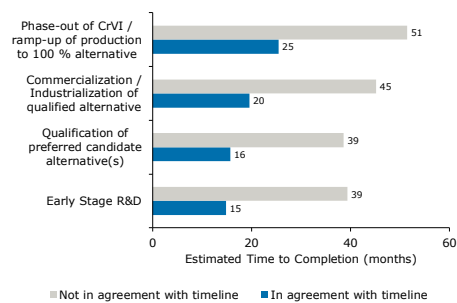


Figura 18

Figura 4: Tiempo medio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos" por DU con el sector de mercado más grande "Otro" Figura 5: para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

En el sector de mercado más grande "Otros", las estimaciones para el límite inferior, superior e intermedio para la sustitución en "Cromado funcional con carácter decorativo" fueron computables tanto para el sustrato como para ambos DU de acuerdo o no con el cronograma predeterminado.

Los plazos que permitían la superposición de fases eran breves para los DU que realizaban el "encromado" con sustratos plásticos y no estaban de acuerdo con el plazo en comparación con los otros sub-usos y sectores del mercado. Se obtuvo un valor de 4,4 años, cercano al límite inferior y posiblemente subestimando el tiempo real necesario. Para el "encromado" de sustratos metálicos se dispuso de un tamaño de muestra mayor y la estimación refinada del tiempo necesario hasta la finalización del proceso de la subestación se calculó en 7.3 años.

3.3 Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal

3.3.1 Alternativas y limitaciones

Los DU a los que se les presentó la pregunta podían elegir entre cinco opciones:

1. Permanganatos y sales de manganeso
2. Ácido sulfúrico (H₂SO₄) y / o ácido fosfórico (H₃PO₄)
3. Otros ácidos minerales
4. Otro
5. Ninguna alternativa generalmente disponible

En el sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos", los permanganatos y las sales de manganeso fueron considerados como la alternativa más prometedoras (90% de todas las respuestas) para la sustitución de CrO3 (Figura 19). El ácido sulfúrico y el ácido fosfórico se eligieron en menor medida (34%). Las preferencias cambiaron en el sub-

uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos", donde (75%) consideró que el ácido sulfúrico era la opción de elección. Las opciones "Otros ácidos minerales" y "Otros" se eligieron raramente para el primer subuso (1% y 6%, respectivamente), pero más a menudo para el segundo subuso (25% y 38%, respectivamente). En general, los datos sugieren que se identificó una alternativa preferida en cualquier subuso. Sin embargo, los DU que realizan el "pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos" parecen ser más flexibles en la elección de las otras opciones. Sin embargo, es necesario enfatizar nuevamente que el tamaño de la muestra de este último grupo es pequeño y las conclusiones deben tomarse con cuidado.

En general, los datos para el "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal" se parecían mucho a las limitaciones informadas para los respectivos sub-usos de "Encromado". Al examinar las limitaciones que hicieron que los DU respondieran que en general no había ninguna alternativa disponible, quedó claro que se consideraba importante más de una limitación (**Figura 20**) 75 a 85% de los DU que realizaron el "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" declararon que no solo las limitaciones técnicas - "Limitaciones de las propiedades de la superficie" y "Limitaciones de la aplicación del proceso" - eran un problema, sino también la "Aceptación del cliente". Para el "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos", las "Limitaciones de la aplicación del proceso" se consideraron de menor importancia, mientras que las "Limitaciones de las propiedades de la superficie" seguían siendo el factor elegido con mayor preferencia (**Figura 21**).

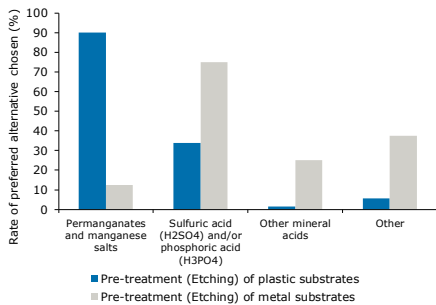


Figura 19: Alternativas preferidas de las DU para la sustitución de CrO3 en los sub-usos "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" y "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos"

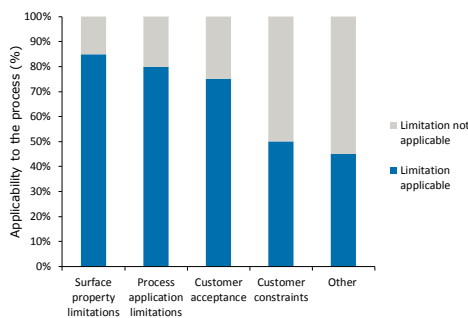


Figura 20

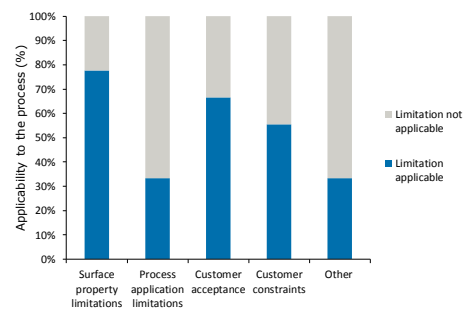


Figura 21

Figura 20 Limitaciones con respecto a "No hay alternativa generalmente disponible" y su aplicabilidad a los procesos de DU en el sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" Figura 21 "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos"

3.3.2 Nivel de acuerdo con los plazos sugeridos y el estado del proceso de sustitución

El acuerdo general de los plazos de sustitución propuestos para los sectores "Automoción", "Mueble metálico", "Médico", "Sanitario" y "Otros" (30 de junio de 2023) así como "Cosméticos" (31 de diciembre de 2020) para el "pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" fue bajo.

En primer lugar, se describen los resultados del sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos". Al considerar los sectores de mercado más grandes identificados "Automoción", "Mueble metálico", "Médico", "Sanitario" y "Otro" (sustitución hasta el 30 de junio de 2023), una tasa de acuerdo del 17% (n = 14 de n = 84 identificados sectores de mercado más grandes). En el sector de mercado más grande "Cosméticos", el 14% (n = 1 de n = 7 sectores de mercado más grandes identificados) estuvo de acuerdo con una fecha de sustitución hasta el 31 de diciembre de 2020. Al considerar "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos", el acuerdo con el cronograma de 2023 fue comparable al subuso asociado de "revestimiento", y el 32% (n = 5 de n = 22 sectores identificados del mercado más grande) estuvo

de acuerdo con el cronograma. No se dispone de datos para el "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos" en el sector del mercado "Cosméticos".

Los resultados del estado de las diferentes fases de sustitución ("I + D en etapa inicial", "Calificación de la alternativa o alternativas candidatas preferidas", "Comercialización / industrialización de la alternativa calificada", "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción para 100% alternativo ") se presentan en **Figura 22 y figura 23**. Al examinar el estado de las cuatro fases de sustitución, se deben considerar los tamaños de muestra parcialmente pequeños. En general, la tendencia es similar a los resultados observados para los sub-usos "Revestimiento". Sin embargo, una mayor proporción de DU declararon no haber iniciado las fases "Comercialización / Industrialización de alternativa calificada" y "Eliminación progresiva de Cr(VI) / incremento de producción a alternativa 100%" en el subuso "Grabado" de sustratos plásticos. en comparación con el subuso "Revestimiento" del subuso de plástico Esta observación se invierte para los DU que trabajan con sustratos metálicos (**Figura 23**), donde una mayor proporción indicó que las fases de sustitución avanzada 3 y 4 estaban en curso o completadas en comparación con el subuso de "Revestimiento" (sección 3.2.2). Cabe destacar nuevamente que algunos de los grupos analizados son pequeños.

No se dispuso de datos para la línea de tiempo 2020 ("Cosméticos" en el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos", por lo que no se presentan gráficos.

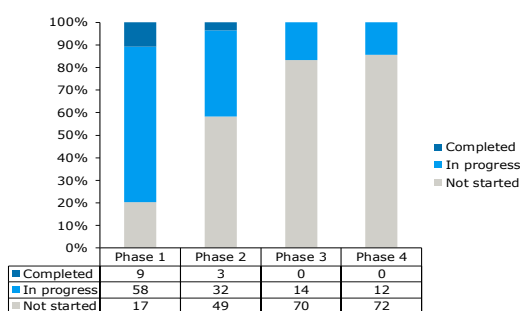


Figura 22

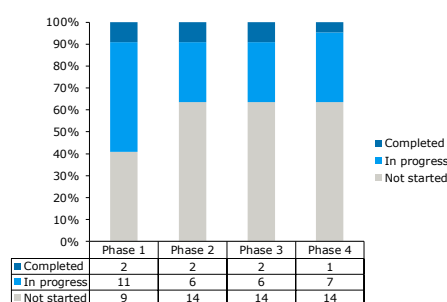


Figura 23

Figura 22: Estado de las fases de sustitución (hasta el 30 de junio de 2023) de las DU con los sectores de mayor mercado "Automoción", "Mueble metálico", "Médico", "Sanitario" y "Otro" realizando "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" Figura 23: realizando "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos"

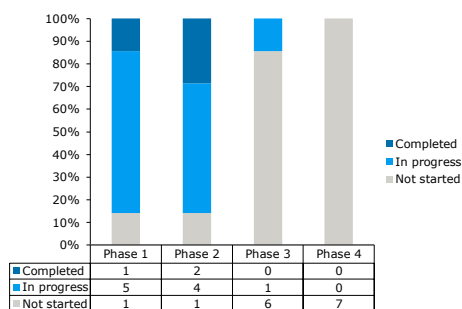


Figura 24

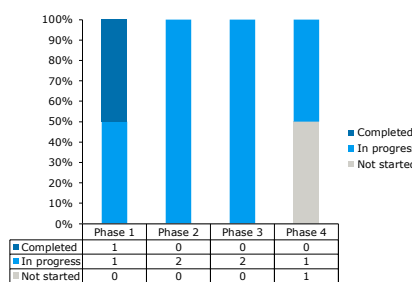


Figura 25

Figura 24: Estado de las fases de sustitución (hasta el 31 de diciembre de 2020) de DUs con los mayores sectores del mercado "Cosméticos" realizando "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" Figura 25 realizando "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos"

3.3.3 Tiempo estimado hasta la finalización de la sustitución

3.3.3.1 Sanitario

Solo se recibieron dos respuestas de DU que realizan "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos" en el sector más grande del mercado "Sanitario". Para el sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos", 17 DU eligieron

“Sanitario” como el sector de mercado más grande. Los DU, que consideraron que el subuso “Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos” aún era relevante después de sus respuestas anteriores sobre las alternativas del proceso de encromado, en general no estuvieron de acuerdo con el cronograma de sustitución presentado hasta el 30 de junio de 2023 (18 %).

Al analizar el tiempo estimado hasta la finalización, la imagen fue consistente con los datos descritos anteriormente para los sub-usos de "encromado". Las DU que no estaban de acuerdo con el cronograma generalmente se estima que necesitan 44 meses para completar la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%". Los resultados de las tres DU de acuerdo con el cronograma no se han analizado con más detalle. (**Figura 26**). Además, no se realizó ningún análisis para las dos DU identificadas en el sub-uso “Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos”.

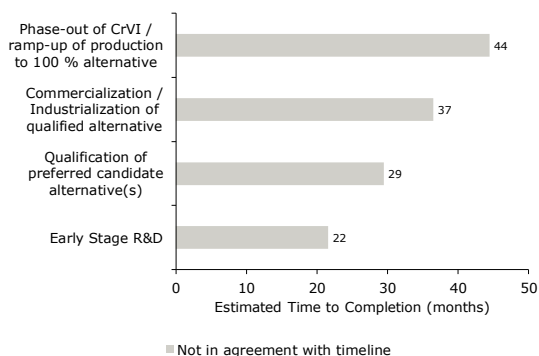


Figura 26: Tiempo promedio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" por DU con el sector de mercado más grande "Sanitario"

De acuerdo con los resultados que se muestran arriba, se dedujeron cronogramas detallados solo para los DU que no estuvieron de acuerdo con el cronograma predeterminado y que realizaron el “Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos”. Desde un límite superior de 11 años, un período intermedio que permite una superposición del 50% de las fases de sustitución de 5,5 años hasta que se calculó la sustitución.

3.3.3.2 Automoción

También se disponía de una cantidad aceptable de datos para el “Pretratamiento (grabado) de plásticos” en el sector del mercado más grande “Automoción”, pero no para el “Pretratamiento (grabado) de metales”. En comparación con el sector de mercado “Sanitario”, menos DU aceptaron el cronograma de sustitución hasta el 30 de junio de 2023 (12% y 33%, respectivamente)

El alto desacuerdo se refleja en el período promedio estimado (del percentil 90) para completar la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" (113 meses) por parte de los DU que no están de acuerdo con el cronograma (**Figura 27**). Curiosamente, la duración estimada para completar la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" también es larga para los DU que están de acuerdo con el cronograma en comparación con otros sub-usos y sectores del mercado (36 meses) .

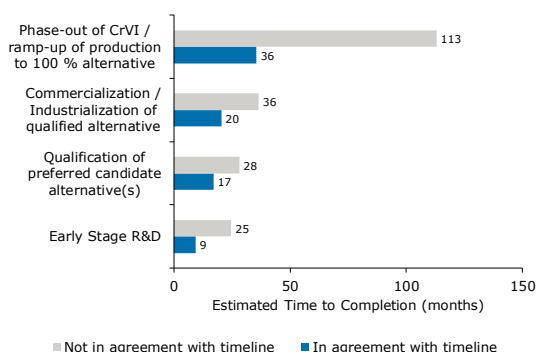


Figura 27: Tiempo promedio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" por DU con el sector de mercado más grande "Automotriz"

Al analizar los datos de los DU que realizan “Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos” en el sector Automoción, se hizo evidente que existen diferencias especialmente marcadas entre los DU que informaron estar de acuerdo con el cronograma hasta la sustitución y los que no lo están. La diferencia asciende a 5 años cuando se permite que las fases se superpongan y 10 años cuando se supone que todas las fases se inician secuencialmente. Esta disparidad también es impulsada por la duración estimada extendida hasta la finalización de la “Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la

producción a una alternativa del 100%" por parte de los DU que no están de acuerdo con el cronograma. La sobreestimación potencial del tiempo necesario hace que la estimación refinada que incluye una posible superposición de fases de sustitución (8,4 años) sea más corta que el período total de sustitución cuando se asume el paralelismo de las fases (9,4 años).

3.3.3.3 Mueble metalico, Médico, Cosméticos

Debido al pequeño número de respuestas relevantes para "Pretratamiento (mordentado) de sustratos de plástico / metal", se resumieron los tres sectores del mercado "Mueble metalico", "Médico y "Cosméticos". Sin tener en cuenta los tamaños de muestra reducidos, el acuerdo con los plazos de sustitución ("Mueble metalico" y "Médico": 30 de junio de 2023; "Cosméticos": 31 de diciembre de 2020) fue en general bajo (0 a 25%)

En el sector de mercado "Cosméticos" y "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos", se identificó el mayor número de respuestas (n = 6) para DUs que no concuerdan con el cronograma (31 de diciembre de 2020). En consecuencia, solo se evaluaron con más detalle. Aunque la información se recuperó de un tamaño de muestra pequeño, la distribución del tiempo promedio estimado (del percentil 90) hasta la finalización de las fases de sustitución fue comparable a los cronogramas presentados anteriormente para otros sectores y sub-usos (**Figura 27**). En total, el tiempo estimado para completar la "Eliminación de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" fue sin embargo alto (70 meses).

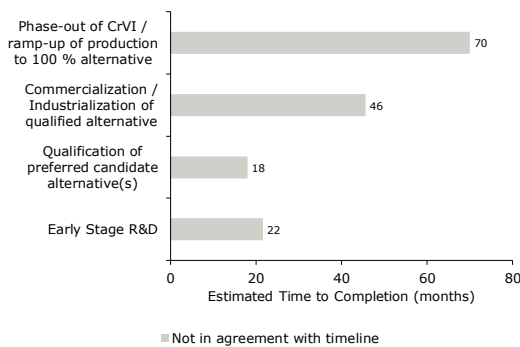


Figura 27: Tiempo promedio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" por parte de los DU con el sector de mercado más grande "Cosméticos"

Los resultados para proporcionar una estimación más realista sobre el tiempo de sustitución necesario para el sector de mercado "Cosméticos" y el sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos. Los datos solo fueron evaluables para el grupo de DU que no concuerdan con el cronograma (31 de diciembre de 2020). Independientemente del enfoque adoptado, el cronograma propuesto se excede en gran medida, lo que ilustra que los DU necesitarían más tiempo para sustituir el uso de CrO3 en el subuso de "grabado".

3.3.3.4 Otro

En total, 16 DU informaron que el sector de mercado "Otros" era el sector de mercado más grande para el "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" Otros 11 DU declararon "Otros" como el sector de mercado más grande para el sub-uso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos" teniendo en cuenta su opinión sobre la relevancia del proceso de "grabado" en función de sus respuestas sobre la sustitución. en los sub-usos "encomado". Alrededor de 1/3 (31% y 36%, respectivamente) de los DU acordaron con el cronograma de sustitución (30 de junio de 2023).

El tiempo estimado para completar las fases para los diferentes sub-usos se presenta en **Figura 28y 29**. En el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos", las DU que no estaban de acuerdo con los plazos estimados necesitarían 56 meses hasta la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%", que es aproximadamente el doble que para cualquier otra fase informada. Las diferencias fueron menores en el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos", aunque el tiempo necesario hasta la finalización de la "Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%" fue comparable (49 meses).

Solo se realizó un análisis detallado del tiempo de sustitución para los DU que no están de acuerdo con el cronograma (30 de junio de 2023) para ambos sustratos (plástico y metal) pretratados. Todas las estimaciones son muy comparables. Teniendo en cuenta una superposición de las fases de sustitución, se calculó un período de sustitución de 5,5 a 6,2 años.

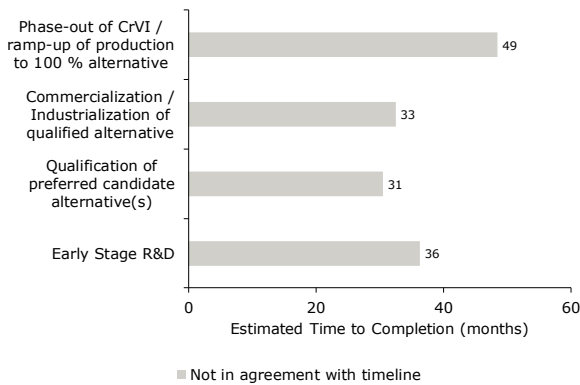


Figura 28

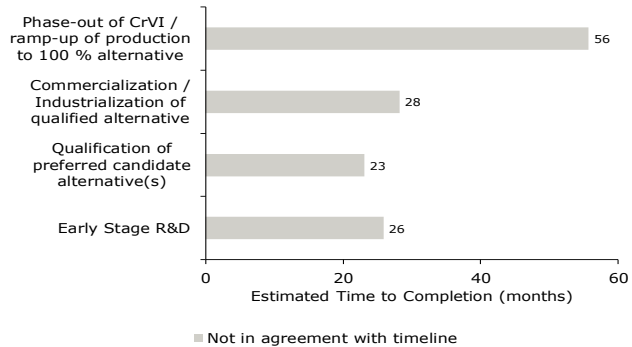


Figura 29

Figura 28 Tiempo promedio estimado (percentil 90) hasta la finalización de las diferentes fases de sustitución para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos plásticos" por DU con el sector de mercado más grande "Otro" Figura 29 para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos"

4. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE SUSTITUCIÓN

Al final de cada sección de sub-uso, se les preguntó a las DU sobre el sistema implementado para monitorear el progreso y la implementación del plan de sustitución específico de la empresa. Los DU pueden elegir entre hasta cuatro opciones predeterminadas. Además, se podría seleccionar más de una opción:

1. Asignación de un director de proyecto específico a un proyecto de I + D
2. Reuniones periódicas (trimestrales, semestrales) específicas del proyecto de I + D
3. Informe periódico del progreso del plan de sustitución al comité directivo de I + D, lo que resulta en un plan de acción necesario para los pasos posteriores.
4. Otro

Como se describió anteriormente, la sección sobre "grabado" solo se presentó a los DU si consideraban que el proceso de "grabado" aún era relevante en función de sus respuestas sobre la sustitución de los sub-usos de "encromado". Por lo tanto, 106 DU proporcionaron respuestas para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos plásticos", 751 para el subuso "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos", 91 para el subuso "Pre- tratamiento (grabado) de sustratos plásticos" y 17 para el subuso "Pretratamiento (grabado) de sustratos metálicos"

Los DU que trabajaron con sustratos plásticos durante el "plateado" y el "grabado" eligieron "Reuniones periódicas específicas para proyectos de I + D" con las frecuencias más altas (69% y 77%, respectivamente). Además, también se favoreció bastante la asignación de un director de proyecto específico al proyecto de I + D (60% y 65%, respectivamente). Para ambos usos secundarios que presentan sustratos plásticos, se observaron tasas de implementación generalmente más altas de cualquiera de los sistemas de monitoreo predeterminados que por los DU que trabajan con sustratos metálicos. Una excepción es la elección de "Otro", que obtuvo una mayor tasa de acuerdo en el subuso de "encromado" de sustratos metálicos (46%). En general, los datos sugieren que las DU que trabajan con sustratos plásticos han logrado una mayor variedad en cuanto a las opciones de monitoreo implementadas. Sin embargo, las razones de esto siguen sin resolverse. Se ofrece una presentación gráfica de los resultados en el artículo ampliado.

5. CONCLUSIÓN

5.1 REPRESENTIVIDAD DE LA ENCUESTA

En general, la encuesta fue un éxito ya que se logró una tasa de respuesta muy alta. Sin embargo, hubo ciertos desafíos para a) la coherencia en el enfoque de sustitución entre las DU y / ob) la calidad / coherencia de las respuestas recibidas.

Los análisis del tonelaje anual revelaron que la encuesta abarcó una amplia gama de tamaños de empresas. Una gran proporción de los DU pueden denominarse pequeñas o medianas empresas en función de su consumo anual de CrO3. Además, las respuestas sobre los sectores del mercado indicaron que la encuesta cubría una amplia gama de diferentes intereses de mercado.

& HEALTH

La mayor proporción de DU se clasificó en el sector de mercado más grande "Otros" (33%), en comparación con uno de los sectores predeterminados "Automoción", "Mueble metálico", "Médico", "Sanitario" y "Cosméticos". Esto indica que los campos de trabajo cubiertos por el "Uso 3" son muy diversos y no pueden simplemente separarse en sectores predeterminados. Esta cuestión también se ve confirmada por la lista de productos y usos finales, que comprende una amplia variedad de bienes. Aproximadamente el 20% de los DU se asignaron a los sectores de mercado más importantes "Automoción", "Mueble metálico" y "Sanitario", respectivamente. Menos DU están comprometidos con el sector "Médico" (5%), pero la lista de productos sugiere que la disponibilidad y calidad de esos productos es de gran valor para la sociedad. Solo una pequeña fracción de los DU (2%) indicó que los "cosméticos" son su sector de mercado más grande, lo que indica su papel secundario con respecto a la proporción de CrO₃ utilizada en el Uso 3.

Cuando se divide por subuso, la mayor proporción de DUs podría estar asociada con "Cromado funcional con carácter decorativo de sustratos metálicos" (84%). De acuerdo con el porcentaje de respuestas, este subuso parece tener la mayor importancia dentro del grupo de uso 3. Como los sustratos metálicos pueden, en la mayoría de los casos, platearse fácilmente sin tratamiento previo, la combinación de grabado y decapado para sustratos metálicos fue solo reportado con una frecuencia del 2%. Con respecto a los sustratos plásticos, se encontró una conformidad general de los DU con las secuencias galvánicas y la necesidad de tratar los sustratos plásticos antes del proceso de recubrimiento para hacer conductivas las superficies de los sustratos. El 10% de las DU se asociaron con los sub-usos combinados cromado y grabado. Se informó que las fracciones más pequeñas de DU realizan únicamente el recubrimiento (2%) o el grabado de sustratos plásticos (1%).

1.2 CONCLUSIONES PRINCIPALES

Se puede concluir que el cambio a un proceso de producción completamente libre de Cr(VI) es una tarea desafiante y compleja para la mayoría de las DU. Deben considerar muchos niveles diferentes (técnico, económico, etc.) al evaluar las alternativas de implementación en sus sitios de producción. Al final, el resultado global de la respectiva evaluación de DU debe asegurar que la implementación de alternativas (ya sea para cromado o grabado) conlleva el menor riesgo posible de falla en la etapa comercial y / o pérdida de negocio.

En general, los puntos relacionados con los desafíos de la sustitución del CrO₃ planteados por los DU están en buena conformidad con la opinión de los formuladores de tecnologías sin Cr(VI) puede considerarse como una buena estimación del estado del desarrollo alternativo y la implementación con respecto a la realidad del mercado. Además, se puede concluir que la industria está bien informada sobre las alternativas y está ansiosa por buscar una forma razonable de sustitución.

Al considerar una sustancia o grupo de sustancias para sustituir al CrO₃, muchos DU confiaban en que existía una alternativa técnica. El 22% de todos los DU afirmaron que en general no se disponía de una alternativa técnica para el grabado de sustratos plásticos y el 30% proporcionó la misma declaración para el cromado. Los DU que realizaron el grabado y el plateado de sustratos metálicos fueron aún más pesimistas. El 50% (grabado) y el 53% (cromado), respectivamente, informaron que no había una alternativa disponible en general.

Cuando se les preguntó por posibles alternativas, los DU se refirieron a algunas alternativas "principales". Para los sub-usos de cromado de sustratos metálicos y plásticos, estos fueron electrolitos basados en cromo (III) -sulfato- y cromo (III) -cloruro-. Los resultados indican que estos electrolitos son adecuados para cualquier sustrato (metal o plástico). Esto está en consonancia con la información recibida de los formuladores y el alcance de los desafíos del proceso de sustitución, como se describe en este documento. PVD y otras alternativas representaron solo una pequeña fracción de las respuestas dadas.

Para los sub-usos de grabado, el DU indicó que diferentes alternativas (permanganatos y sales de manganeso para sustratos plásticos; ácido sulfúrico y / o ácido fosfórico para sustratos metálicos) eran las alternativas preferidas, lo que podría complicar el proceso de sustitución si una combinación de ambos los sub-usos los realiza un DU. En caso de que los DU declararan que no había una alternativa disponible en general, se identificaron limitaciones aplicables similares. Para todos los usos secundarios, estos abarcaron principalmente no solo preocupaciones sobre la "aceptación por parte del cliente" del producto grabado o cromado alternativamente, sino también limitaciones de la "propiedad de la superficie" del producto final.

Todos los obstáculos identificados se reflejan en las respuestas de DU sobre los plazos de sustitución de objetivos (30 de junio de 2023/31 de diciembre de 2020) sugeridos con el fin de lograr declaraciones claras en la encuesta, así como el tiempo estimado para completar cualquiera de las cuatro fases predeterminadas de sustitución.

El acuerdo con los plazos fue bajo. Cuando solo se consideran aquellos sub-usos y combinaciones de sectores de mercado con más de cinco respuestas, la tasa de acuerdo más baja se observó para el grabado de sustratos plásticos en el sector de mercado más grande "Automoción" (12%). La tasa de acuerdo más alta fue del 38% para el recubrimiento de sustratos plásticos en el sector del mercado "Otros" y el recubrimiento de sustratos metálicos en el sector del mercado más grande "Automoción". Esto sugiere que muchos DU no podrán sustituir antes de que finalice el período de

& HEALTH

autorización establecido en el actual proyecto de decisión de autorización. Sin embargo, la sustitución en el sector cosmético parece estar más avanzada y podría lograrse dentro de este plazo.

Las bajas tasas de acuerdo con los plazos de sustitución también se muestran en parte por el estado de las fases de sustitución. En general, la gran mayoría de los DU informaron que no habían iniciado las fases finales de sustitución de "Comercialización / Industrialización de alternativa calificada" o "Eliminación gradual de Cr(VI) / incremento de la producción a alternativa 100%". Sin embargo, también se encontró en los datos que las DUs han logrado avances considerables en las primeras etapas de I + D. Los datos ilustran que los esfuerzos de sustitución de los DU estaban bastante avanzados en los pasos de "I + D en etapa inicial" y "Calificación de alternativas candidatas preferidas". Esta declaración se puede hacer independientemente del subuso. Curiosamente, los procesos de sustitución para el cromado de sustratos metálicos parecen estar menos desarrollados en general. La tasa de DU que afirman que no habían comenzado, especialmente las fases 2 a 4, es mayor. Como se esperaba, los DU que estaban de acuerdo con el cronograma sugerido generalmente informaron períodos más cortos hasta la finalización de cualquiera de las fases, mientras que aquellos que no estaban de acuerdo con el cronograma informaron que necesitaban más tiempo.

En cualquier caso, no se pudo concluir una fecha final a partir de los datos brutos proporcionados, ya que en muchos casos no se podría aclarar si los datos se ingresaron como períodos paralelos o consecutivos. Para superar esto, se obtuvo una estimación más realista del tiempo total hasta la finalización, lo que permitió una superposición de las fases en un 50%. Debido a los tamaños de muestra parcialmente pequeños, solo se analizaron en detalle los grupos que incluían más de 5 DU. En resumen, los datos sugieren que la mayoría de los DU, aquellos que no están de acuerdo con los plazos propuestos, necesitan al menos de 6 a 7 años para el proceso de sustitución. Como se mencionó anteriormente, esta línea de tiempo asume fases superpuestas.

En conclusión, nuestro análisis indica que las DU requieren de 6 a 7 años y probablemente más para sustituir con éxito al CrO₃. Sin embargo, dado que el proceso de sustitución implica numerosas incertidumbres, no se pueden excluir plazos de sustitución prolongados para algunos DU, sectores de mercado o sub-usos. Los desafíos descritos y analizados solo pueden ser resueltos por los DU y los formuladores que trabajan en estrecha colaboración para continuar con la sustitución en todos los sectores del mercado. Esto se refleja más allá de CTACSub AfA (Solicitud de Autorización); Teniendo en cuenta los AfA posteriores independientes presentados para usos similares, algunas cuestiones críticas de interés aún siguen sin resolverse, ya que los períodos de revisión solicitados, recomendados y concedidos varían de 10 a 12 años para el cromado y grabado, independientemente de la fecha de presentación del AfA. Esto también se ve respaldado por el pequeño número de DU empleados con cromado decorativo en la UE que ya han sustituido completamente al CrO₃. Según los conocimientos de la industria de los formuladores que forman CTACSub, menos del 5% de esos DU en la UE han sustituido completamente el CrO₃ en el revestimiento decorativo. Para el grabado, los números son aún más bajos. Estas cifras son consistentes con los resultados de esta encuesta que muestran que solo un pequeño número de DU ya finalizó la Fase 4 (Eliminación gradual de Cr(VI) / aumento de la producción a una alternativa del 100%).

AUTOR

Dra. M. Rosa Cirera
Managing Consultant

Contacto

Dra. Rosa Cirera
rcirera@ramboll.com
M +34 676 68 14 24

Dra. Martina Vosteen
Directora Health and Science
mvosteen@ramboll.com