



SUSTEX:
Foment de la substitució
de productes químics
perillosos a la indústria
d'acabats tèxtils

Un projecte de:



Amb el Co-finançament de:



SUSTEX: Foment de la substitució de productes químics perillosos a la indústria d'acabats tèxtils

ÍNDIX

1. El projecte SUSTEX
2. Introducció a la normativa REACH
3. Estat de l'art de la substitució
4. Resultats de l'estudi
5. Guia sobre com ha de ser el procediment de substitució
6. Exemples de substitució i casos d'èxit

1. El projecte SUSTEX

Objectius

SUSTEX és un projecte impulsat pel clúster català de materials tèxtils avançats (AEI Tèxtils) i el Centre Tecnològic Leitat amb l'objectiu de dotar d'eines i coneixement a la indústria tèxtil catalana per a promoure la substitució de productes químics perillosos en els processos d'acabat.

Mitjançant un estudi de camp de la situació actual a Catalunya sobre l'ús de productes químics, s'ha elaborat una guia sectorial dirigida a les empreses del sector informant sobre possibles alternatives sostenibles als productes actuals per a facilitar el procés de substitució.

Promotors



L'AEI Tèxtils és un clúster, amb estructura d'associació sense ànim de lucre, format per empreses de tota la cadena de valor del sector dels materials tèxtils avançats de Catalunya i altres organitzacions de suport a la innovació. Els seus principals objectius són promoure la innovació de les empreses del sector, reforçar els vincles interns i externs amb el sector tèxtil europeu, millorar la capacitat tecnològica i transversal dels seus membres i incrementar la visibilitat dels seus socis a nivell internacional.



Leitat és un centre tecnològic que té com a objectiu col·laborar amb empreses i institucions afegint valor tecnològic a productes i processos, i centra la seva tasca en la recerca, el desenvolupament i la innovació el desenvolupament i la innovació industrial. Com a soci tecnològic, Leitat té una clara voluntat d'adaptació per a transformar els reptes tecnològics en valor econòmic i social.

2. Introducció a la normativa REACH

Què es considera un producte químic perillós?

Els productes químics perillosos són aquelles substàncies o barreges que compleixen amb el criteri de perillositat establert per les agències reguladores de substàncies químiques relacionat amb perill físic, de salut o del medi ambient. Cada país dictamina els seus propis criteris de perillositat; en el cas dels països de la EU, al formar part del mateix espai econòmic, aquests s'han adherit a les regulacions de les institucions europees. L'agència responsable de dictaminar aquest criteris de perillositat és la ECHA (European Chemicals Agency).

Perquè hi ha productes que creen una alta preocupació o estan prohibits a la indústria tèxtil?

S'ha demostrat que alguns productes utilitzats a la indústria d'acabat tèxtil són perillosos per a la salut de les persones i del medi ambient. És per això que cada cop s'aplica més el terme "substitució informada". Aquest concepte consisteix en la substitució de les substàncies perilloses per alternatives més segures i sostenibles. Implica identificar alternatives i avaluar els seus riscos per a la salut de les persones o del medi ambient, les possibles compensacions i la viabilitat tècnica i econòmica.

Moltes empreses fan servir productes químics que resulten ser essencials per als processos de producció. Per aquest motiu, institucions com la Unió Europea s'encarreguen de revisar i aplicar normatives que garanteixin el control d'aquestes substàncies per tal de mantenir un equilibri entre la protecció del medi ambient i una economia productiva. La normativa REACH és un d'aquests reglaments.

La normativa REACH

REACH (Registre, Avaluació, Autorització i Restricció de substàncies químiques) és un reglament europeu adoptat amb l'objectiu de protegir la salut i el benestar de les persones i el medi ambient del risc que alguns productes químics poden suposar². La normativa REACH s'aplica a tots els productes químics.

Per aquesta raó, REACH promou la substitució d'aquells químics nocius per altres més respectuosos amb el medi ambient i menys nocius per a les persones.

REACH atorga aquesta responsabilitat a les empreses productores i usuàries d'aquests químics. Les empreses productores han de demostrar que aquestes substàncies compleixen amb els paràmetres de perillositat de REACH. Les empreses usuàries, en cas d'importar-los des de fora la EU/EEA, ho han de fer dins del marc de REACH. L'objectiu a llarg termini és que les substàncies perilloses per a les persones i el medi ambient siguin substituïdes per d'altres menys perilloses.



¹ Substance of very high concern (SVHC) segons la terminologia REACH.

² <https://echa.europa.eu/es/substitution-to-safer-chemicals>

3. Estat de l'art de la substitució

Productes ignífugs

Els ignífugs utilitzats tradicionalment a la indústria tèxtil estan basats en compostos halogenats (sobretot bromats), que contenen antimoni, o que generen formaldehid³, per la seva alta eficiència i baixa dosificació⁴.

A Europa, la legislació REACH (Annex 17) restringeix l'ús de compostos bromats (pentabromodifenil éter, octabromodifenil éter, polibromodifenil, etc.) i no permet l'ús d'altres compostos retardants a la flama (FR) tòxics en articles en contacte amb la pell com a tèxtils. Altres compostos FR tòxics (Deca-BDE, àcid bòric, parafines clorades de cadena curta, TCEP, HBCD) són candidats per ser inclosos en la llista de "Substances of Very High Concern".

No obstant això, aquests compostos, tot i ser altament efectius a escala funcional, s'han posat en el punt de mira per la seva persistència en el medi ambient i els problemes de salut que poden ocasionar al ser incinerats al final de la seva vida útil.

Hi ha molts productes ignífugs alternatius disponibles al mercat, però és important que aquests tinguin un bon balanç entre funcionalitat i respecte per al medi ambient i la salut.

Els productes ignífugs alternatius que compleixen amb aquestes característiques segons l'aplicació final assajada en el projecte LIFE-FLAREX⁵ són:

MATALÀS - teixit de polièster

- Polifosfat d'amoni
- Sulfamat d'amoni

CORTINES – teixit de polièster

- Fosfat cíclic

TAPISSERIA – teixit de polièster

- Grafit expandible

LLENÇOLS – teixit de cotó

- Sulfamat d'amoni + Urea + PO(OH)₂ -R- PO(OH)₂

LLENÇOLS – teixits de polièster-cotó

- Sulfamat d'amoni + Urea + PO(OH)₂ -R- PO(OH)₂

Productes repel·lents a líquids

Els productes duradors repel·lents a l'aigua i olis (DWORs) més utilitzats per la indústria tèxtil són els compostos químics basats en fluor, o fluorats. Els compostos perfluorats utilitzats tradicionalment, incloent les perfluorosilicones, són els de cadena llarga (C8) i curta (C6), gràcies al seu rendiment.

³ https://www.researchgate.net/publication/232382611_Flame_retardant_challenges_for_textiles_and_fibres_New_chemistry_versus_innovatory_solutions

⁴ <https://www.life-flarex.eu/>

⁵ No s'ha comprovat la seva efectivitat en altres aplicacions.

Aquestes cadenes perfluorades es poden despendre de la resina i donar lloc a perfluoroalquils, com són els preocupants PFOA (nom amb que es coneix habitualment l'àcid perfluorooctanoic) i el PFOS (àcid perfluorooctanosulfònic), provinents dels C8 i C6, respectivament⁶. Actualment, el Reglament de la UE 2017/1000 dicta que els PFOA i compostos precursors (és a dir, substàncies que poden alliberar PFOA) no es poden produir ni introduir al mercat de la UE després del 4 de juliol de 2020. No obstant, per a determinades àrees d'aplicació com ara tèxtils de seguretat laboral o membranes per a tèxtils mèdics, s'aplica un termini ampliat fins al 4 de juliol de 2023⁷.

Algunes de les alternatives als DWORs convencionals, lliures de fluor i més respectuoses amb el medi ambient, que s'estan començant a valorar són les silicones, parafines i dendrímers. Aquests productes sorgeixen com una possible alternativa ja que mantenen un bon balanç entre respecte pel medi ambient, salut i funcionalitat. No obstant això, si bé aquests productes DWOR poden competir en quant a repel·lència de l'aigua amb altres compostos convencionals com per exemple el C8 o C6, no són efectius com a repel·lent d'olis.

Algunes alternatives, com ara els dendrímers, aporten un efecte de *soil release* o fàcil neteja a part de la repel·lència a l'aigua. Això pot ser útil per aplicacions en el sector de la moda, per exemple, on no cal el mateix grau de repel·lència a l'oli que requerirà un uniforme laboral per aplicacions concretes.

Altres projectes avaluen alternatives comercials actualment al mercat amb bons resultats, com ara emulsions aquoses de dendrímers i polímers i també co-polièsters termoplàstics, entre d'altres⁸.

Els productes repel·lents d'aigua alternatius que compleixen amb aquest balanç segons la seva aplicació final, assajada en el projecte MIDWOR-LIFE, són:

SECTOR AUTOMOCIÓ:

- Silicones
- Dendrímers
- Parafines *
- Alquil uretà*

SECTOR ESPORT/LABORAL

- Dendrímers
- Silicones*
- Alquil uretà*

SECTOR DE LA LLAR

- Alquil uretà
- Dendrímers
- Parafines*

SECTOR DE LA MODA

- Parafines
- Dendrímers*

⁶ <https://www.midwor-life.eu/>

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0784&from=DE>

⁸ https://www.subsportplus.eu/subsportplus/EN/Cases/Case-story-database/case-story-database_node.html

* Repel·lents d'aigua amb un rendiment menor al dels seus homòlegs

4. Resultats de l'estudi

Durant la realització del projecte es duen a terme entrevistes amb empreses del sector d'acabats tèxtils i amb proveïdors dels productes químics per a processos d'acabat, per tal d'identificar els diferents productes emprats al mercat i les alternatives comercials disponibles. A continuació es mostren els resultats de les enquestes dutes a terme, tant a **productors** com a **usuaris**.

Productes ignífugs

Productors i usuaris fan algunes consideracions respecte els productes químics emprats:

- Un 57% dels enquestats creu que els compostos en base fòsfor seran els que més s'utilitzaran en el futur, seguits dels productes inorgànics (42,9%).
 - S'intenta fugir dels productes bromats, clorats i fosforats (aquests darrers perquè no són permanents). Evitar el fòsfor disminueix la bioacumulació.
 - Intent de retirar els halògens i compostos amb base nitrogen.
- Resulta més fàcil trobar alternatives per aquells productes que no s'han de rentar sovint.

L'evolució en l'ús d'alguns dels productes emprats en els darrers 3 anys permet fer algunes observacions:

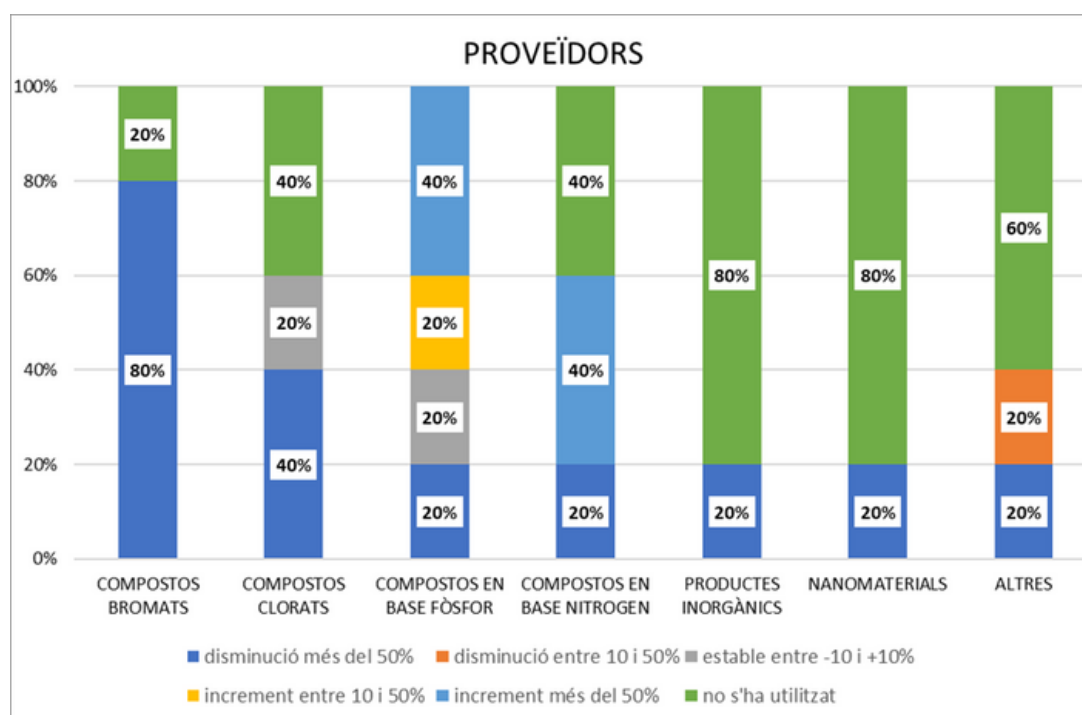


Figura 1. Resultats de l'enquesta pel que fa a l'evolució en el consum de diferents productes ignífugs en els darrers 3 anys.

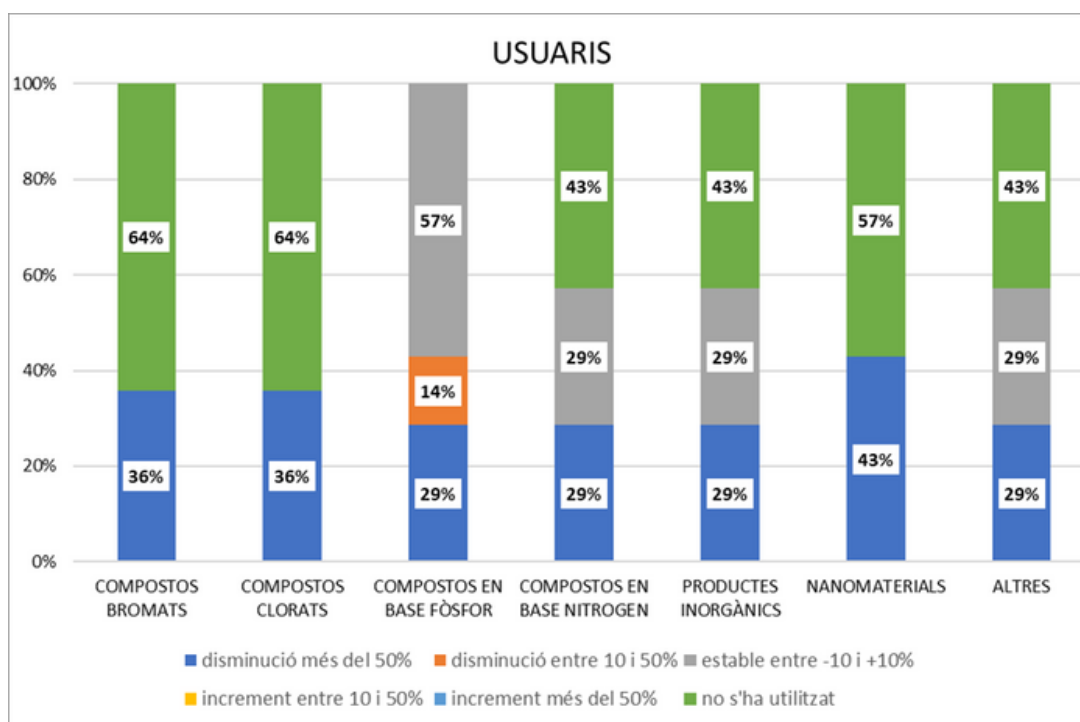


Figura 2. Resultats de l'enquesta pel que fa a l'evolució en l'ús de diferents productes ignífugs en els darrers 3 anys.

Actualment, no es fa ús/venda de compostos bromats ja que són compostos orgànics persistents¹⁰ i alguns d'ells estan prohibits¹¹. També és destacable el nombre d'usuaris que menciona que no utilitza compostos en base nitrogen (per la seva toxicitat si migren del teixit i s'alliberen al medi)¹². Els productors mencionen, unànimement, que actualment no venen nanomaterials ja que alguns poden ser tòxics¹³ i/o hi ha desconeixement sobre la possible toxicitat que puguin tenir.

En funció de la seva experiència, els enquestats preveuen una disminució clara (majoritàriament de $\geq 50\%$) de compostos bromats, clorats i inorgànics. Els productors també preveuen un increment en l'ús/consum de productes amb base fòsfor, base nitrogen ($\geq 50\%$) i nanomaterials (10 - 50%).

Productes repel·lents a líquids

- Un 83% dels enquestats creu que les parafines seran l'opció més usada en el futur.
- Actualment hi ha un ús nul de C8 degut a la normativa.
- Ús important de C6, parafines i silicones durant la pandèmia.
- Sorgeixen nous polímers similars a fluorocarbó però amb hidrogen substituint fluor, és a dir, hidrocarburs com ara la parafina o els dendrímers.
- En alguns productes acabats es necessita complir normativa sanitària per biocompatibilitat.

¹⁰ https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Ficha_FAQs_BFRs.pdf

¹¹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2019.169.01.0045.01.SPA

¹² <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/457/438>

¹³ <https://euon.echa.europa.eu/es/human-health-and-nanomaterials>

L'evolució en l'ús d'alguns dels productes emprats en els darrers 3 anys permet fer algunes observacions:

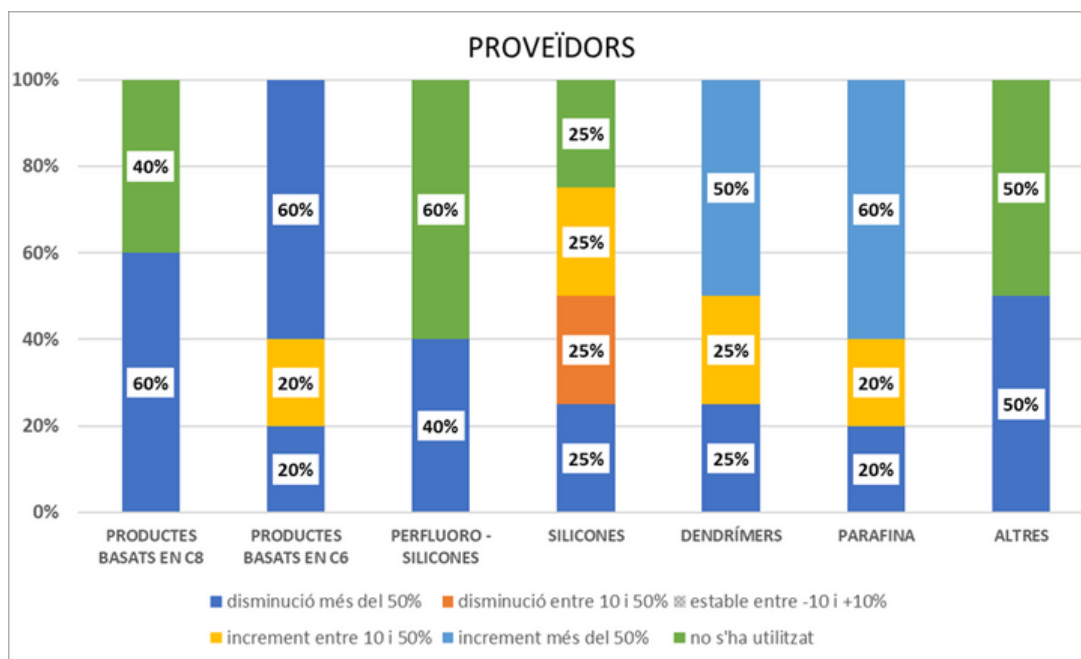


Figura 3. . Resultats de l'enquesta pel què fa a l'evolució en el consum de diferents productes repel·lents a líquids en els darrers 3 anys.

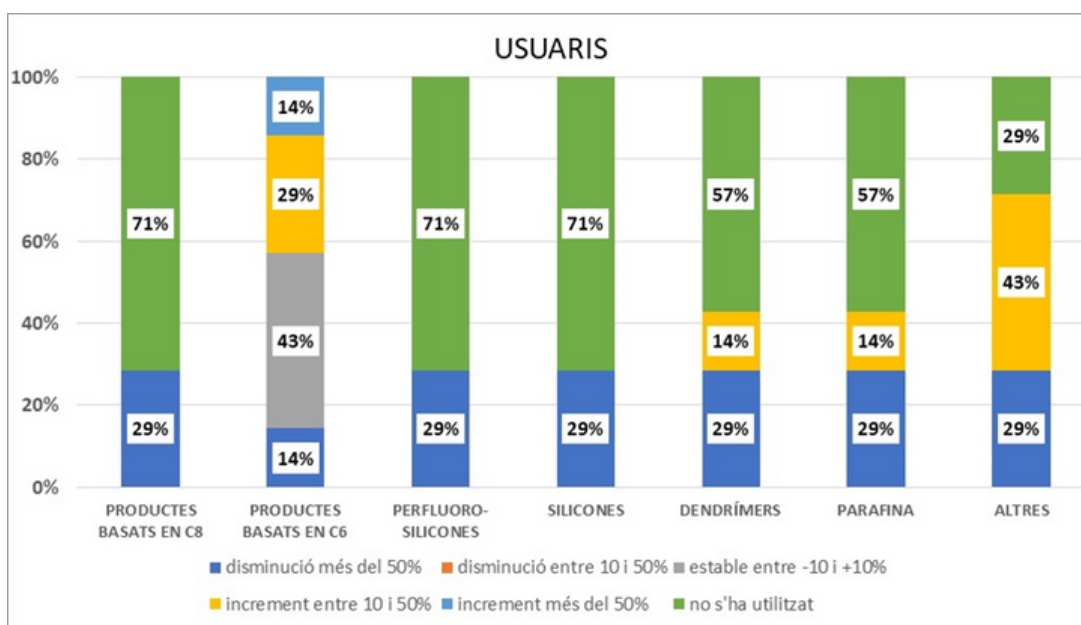


Figura 4. Resultats de l'enquesta pel què fa a l'evolució en l'ús de diferents productes repel·lents a líquids en els darrers 3 anys.

Existeix una disminució clara ($\geq 50\%$) en l'ús de productes basats en C8 (usat només per a aplicacions concretes i amb data límit per la seva eliminació total).

No obstant, hi ha certa discrepància en l'ús de productes basats en C6, ja que els productors en preveuen una disminució i en canvi els usuaris tenen diferents punts de vista, motivats per l'ús final dels productes que acaben (els C6 repel·leix greixos i olis i ofereixen resistència als rentats) i les tecnologies disponibles en un futur que puguin complir les mateixes funcions. Això es deu al fet que alguns clients fan servir de referència les recomanacions d'algunes empreses de moda que prohibeixen l'ús de productes que continguin C6, i també a la demanda puntual ocasionada per la necessitat de material durant la pandèmia ocasionada pel virus de la Covid-19.

Les altres solucions tampoc posen d'acord a productors i usuaris: mentre que els primers preveuen un increment en l'ús de parafines i silicones, els usuaris creuen que seran els dendrímers els que més s'utilitzaran en el futur.

Actualment, en general no es venen ni s'utilitzen perfluorosilicones, productes basats en C8 ni silicones. Les empreses usuàries dels productes manifesten que, en gran mesura, tampoc utilitzen dendrímers ni parafines (tot i que creuen que s'utilitzaran més en el futur).

Altres productes d'acabat

Juntament amb els productes ignífugs i repel·lents a líquids, es parla amb les empreses sobre l'ús d'altres productes d'acabat, els canvis que han detectat o aplicat, etc.

- Es busquen productes que necessiten menys operacions per ser aplicats i obtenir el mateix efecte.
- Per a aplicacions concretes, existeixen productes com ara poliuretans amb components d'origen vegetal, materials amb canvi de fase (PCM) biobasats, etc.
- Els metalls en format nano s'usen amb cautela ja que no està clar si tenen efectes negatius sobre la salut humana.
- Ús de productes que no alliberen agents, no migren i per tant no contaminen durant la fase d'ús del producte on s'han aplicat.

- Substitució de plata o zinc en format nano per amoni quaternari si no es volen usar metalls; plata en format sal si no es vol usar nano.
- Ús limitat de la plata degut als dubtes que ofereix en termes de biocompatibilitat.
- Tintura reactiva per *pad batch* per eliminar silicats.

Bones pràctiques

- Treballar amb el client i crear el producte que necessita d'acord amb les especificacions del producte final a fabricar.
- Assessorar el client sobre el producte adequat d'acord amb l'ús que ha de tenir el producte final, per evitar usar productes químics de forma sobredimensionada.

- Certificació de l'empresa, la qual cosa implica treballar amb productes certificats també. P.ex. Oekotex, Bluesign, GRS, GOTS...
- Ús de productes que es puguin aplicar en el bany de tintura i per tant evitin un pas específic d'aplicació, necessitant un menor volum d'aigua.

- Contacte amb el proveïdor per estar al cas de novetats, productes alternatius, etc.
- Evitar fer acabats per obtenir prestacions més altes de les necessàries. Per exemple usar C4 (o equivalent) si no cal C6, etc.

Conclusions

Hi ha una voluntat evident i general dins el sector per trobar substituïts als compostos convencionals. Actualment es disposa de solucions amb bons resultats a nivell de rendiment i també ambiental. Els projectes LIFE-FLAREX i MIDWOR-LIFE en són un clar exemple, proposant alguns productes per aplicacions concretes. És cert, però, que per alguns mercats/aplicacions els productes a usar estan encara en vies de desenvolupament i cal estar al dia de les novetats que van sorgint. En general, cal usar els productes químics d'acabat tenint en compte l'aplicació final del teixit, i és important que tots els actors de la cadena, des de fabricants de productes químics a usuari final, en siguin conscients per actuar de forma coherent i transmetre informació relativa a les bones pràctiques al sector.

No obstant, per part dels usuaris de productes químics hi ha una demanda manifesta de més informació sobre els possibles productes a utilitzar i les novetats que vagin sorgint, i una voluntat clara de canvi vers productes més sostenibles que els actualment utilitzats.

5. Guia de suport al procediment de substitució de productes químics

Aquesta guia pretén ser un full de ruta per aquelles empreses que vulguin dur a terme el canvi d'alguns dels seus productes per altres més respectuosos amb el medi ambient. S'ha dut a terme d'acord amb la bibliografia¹⁴ i els comentaris recollits a les fases anteriors del projecte.

El procés de substitució pot dividir-se en 5 fases:



I. Recollida d'informació

- **Definir els actors que prendran part en el procés de substitució.** Hi participarà el personal intern de l'empresa, però possiblement també altres actors i parts involucrades externes a l'empresa, com ara proveïdors o clients.
- **Definir l'ús i la funció concreta que se li donarà al producte.** Cal adaptar el producte usat a l'ús final de la peça on s'aplicarà. Per exemple: si d'un producte es requereix només repel·lència a l'aigua, no és necessari aplicar un C6 que també repel·leix olis. És important parlar amb el client per adequar el producte usat a la funció que necessita, i així reduir l'impacte ambiental i econòmic de la tasca.

¹⁴ https://substitution.ineris.fr/sites/substitution-portal/files/documents/substitution_guidance_final.pdf

- **Definir sostenibilitat del producte.** Donada la gran quantitat de conceptes que s'usen actualment, cal parlar amb el client per definir què es vol millorar, en termes ambientals, del producte final. Es pot evitar un impacte del producte quan aquest es degrada, un cop s'ha acabat la seva vida útil, o bé es poden usar productes que consumeixin menys aigua durant la seva aplicació, per exemple.
- **Cerca de possibles alternatives.** Contacte amb els proveïdors de productes per acabar i recopilació d'informació tècnica. Sempre que sigui possible, demanar mostres per fer els tests pertinents.

II. Avaluació tècnica de les possibles alternatives

- **Revisió de la normativa.** Cerca de regulacions i criteris legislatius a complir, tant pel producte químic en sí com per l'ús final del producte acabat.
- **Adequació dels productes químics al procés productiu.** Verificar que el productes candidats poden ser aplicats en el procés productiu actual. Tenir en comptes altres aspectes com, per exemple, el rendiment mínim requerit. Fer proves a nivell semi-industrial per cada producte/procés i determinar quina és la quantitat mínima de producte per obtenir el rendiment necessari, definit pel client.
- **Avaluació d'informació referida al medi ambient i riscos associats pels treballadors i usuaris.** Identificar els impactes que pot tenir el producte sobre el medi ambient i la salut dels que hi estan en contacte.
- **Avaluació de la viabilitat del canvi en termes logístics i econòmics.** Costos, disponibilitat del producte, proximitat de l'empresa productora, rendibilitat econòmica, etc.

III. Presa de decisions

- **Eliminar alternatives irrelevantes.** Eliminar alternatives que siguin perjudicials pel medi ambient. Si les alternatives tenen un nivell de funcionalitat/eficiència baix, avaluar:
 - Quins són els valors legals requerits per a la finalitat que es busca?
 - Es pot modificar la funcionalitat del producte?
 - Les alternatives de substitució compleixen amb aquests mínims?
- **Comparar alternatives restants i seleccionar la més adequada.** Aquesta opció es pot dur a terme valorant, de forma ponderada, aquells criteris a tenir en compte (cost, riscos per la salut, respecte vers el medi ambient, funcionalitat, disponibilitat, etc.).

IV. Implementació de l'alternativa seleccionada

- **Implementar l'alternativa seleccionada.** Recopilar dades del procés (rendiment, etc.) i comparar els resultats amb els obtinguts pel producte convencional substituït.
- **Monitorització.** Un cop implementat el nou procés, definir unes pautes de seguiment i avaluació basades en eficiència, costos i productivitat.

V. Seguiment

- **Procés de vigilància tecnològica.** Parlar constantment amb proveïdors per estar al dia dels productes que vagin sorgint al mercat. El clúster també és una eina vàlida per compartir informació amb altres socis o per conèixer l'estat de la temàtica.

- **Nous projectes.** És important tenir en compte les novetats que van sorgint en el sector i considerar els propers passos a seguir.

Seguir els passos esmentats en aquesta guia permet:

1. Dur a terme un procés concret de substitució requerit per un cas concret d'un client.
2. Estar preparats per futurs reptes. La informació recopilada serà útil per futures actuacions, alhora que permet anticipar-se als canvis en la normativa.

6. Exemples de substitució i casos d'èxit

S'han recollit algunes bones pràctiques i casos d'èxit en la substitució:

**Els casos recollits són només exemples d'una part de les bones pràctiques que ja realitzen les empreses mencionades a continuació.*

Productes ignífugs

- Ús de fibra modacrílica i/o viscosa FR, amb propietats ignífugues de per se. HIDROCOLOR, S.L¹⁵/TEXKNIT, S.A¹⁶ / GRAU, S.A¹⁷.
- Substitució de resines amb formaldehid¹⁸ per resines baixes / lliures de formol. BONDITEX, S.L¹⁹.
- Substitució de melamines (com a reticulant per resines / dispersions aquoses)²⁰ per altres productes com els isocianats bloquejats i no bloquejats. BONDITEX, S.L.

Productes repel·lents a líquids

- Substitució de resines de glixal (amb baix contingut en formol) per resines sense formol. HIDROCOLOR, S.L.
- Ús de productes lliures de fluor per obtenir repel·lència a l'aigua. BONDITEX, S.L / GRAU, S.A.
- Ús de làmines i resines en base aigua, amb un % de producte biobasat. BONDITEX, S.L.

¹⁵ <http://www.hidrocolor.com/>

¹⁶ <https://texknit.com/>

¹⁷ <http://grausa.com/?lang=es>

¹⁸ El formaldehid s'utilitza en algunes resines tèxtils i si s'allibera (durant el procés de producció o durant la vida útil del producte) és cancerigen per als humans.

<https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134>

¹⁹ <https://bonditex.com/>

²⁰ La melamina s'utilitza com a compost de nitrogen en sistemes intumescents, i actua com a formador d'espuma. La seva perillositat depèn del compost del qual formi part. Per exemple, el cianur de melamina és més tòxic que el polifosfat de melamina. Cal conèixer-ho i tenir-ho en compte al plantejar la substitució.

- Ús d'una dispersió aquosa lliure de fluor i amb base d'hidrocarburs (lliure de PFOA, PFOS i APEO²¹) en comptes de C6. TEXKNIT, S.A.
- Ús de resines de fluorocarbó C6 optimitzades a nivell ecològic, lliures de PFOAs, PFOS i APEOs. GRAU, S.A.

Altres

- Ús de microcàpsules PCM (*Phase Change Materials*) biobasades. COLOR-CENTER, S.A.²².
- Substitució de nanopartícules de plata per zinc en acabats antibacterians. COLOR-CENTER, S.A.
- Ús de clorur de benzalconi com a antibacterià, en substitució dels compostos que contenen plata. AUXICOLOR²³.



Texknit s.a.



²¹ Alquilfenol etoxilat.

²² <https://colorcenter.es/es/>

²³ <https://www.auxicolor.es>