



# PLANTA PER LA FABRICACIÓ DE FORMALDEHID A PARTIR DE METANOL

TREBALL DE FINAL DE GRAU  
ENGINYERIA QUÍMICA

Juny 2026

**UAB**  
Universitat  
Autònoma  
de Barcelona

Escola  
**d'Enginyeria**

Erik Benito  
Alex García  
Guillem Iglesias  
Adrià Navarro  
Mar Pastor  
Alejandro Rasero

Tutor: Josep A. Torà





# PLANTA PER LA FABRICACIÓ DE FORMALDEHID A PARTIR DE METANOL

TREBALL DE FINAL DE GRAU  
ENGINYERIA QUÍMICA

Juny 2026

**UAB**  
Universitat  
Autònoma  
de Barcelona

Escola  
**d'Enginyeria**

Erik Benito  
Alex García  
Guillem Iglesias  
Adrià Navarro  
Mar Pastor  
Alejandro Rasero

Tutor: Josep A. Torà



## Taula de continguts

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 6.1 Introducció .....                                           | 3  |
| 6.2 Normatives .....                                            | 3  |
| 6.2.1 Normatives europees.....                                  | 3  |
| 6.2.1.1 Reglament REACH 1907/2006 .....                         | 3  |
| 6.2.1.2 Reglament 2023/1464.....                                | 3  |
| 6.2.1.3 Directiva Seveso III - Directiva 2012/18/UE .....       | 4  |
| 6.2.1.4 Reglament CLP – Reglament (CE) 1272/2008 .....          | 4  |
| 6.2.1.5 Directiva 2024/1785 .....                               | 4  |
| 6.2.2 Normatives nacionals .....                                | 4  |
| 6.2.2.1 Reial Decret 1/2016 .....                               | 4  |
| 6.2.2.2 Llei 7/2022 .....                                       | 4  |
| 6.2.2.3 Reial Decret 817/2015 .....                             | 4  |
| 6.2.2.4 Reial Decret 117/2003 .....                             | 4  |
| 6.2.3 Normatives catalanes .....                                | 5  |
| 6.2.3.1 Llei 20/2009 .....                                      | 5  |
| 6.2.3.2 Decret 139/2007.....                                    | 5  |
| 6.2.3.3 Decret 81/2024 .....                                    | 5  |
| 6.2.3.4 Llei 8/2020.....                                        | 5  |
| 6.3 Instruments obligatoris i de l'administració.....           | 5  |
| 6.3.1 Autoritzacions, llicències i comunicació ambiental.....   | 5  |
| 6.3.2 Informes d'avaluació de l'impacte ambiental.....          | 6  |
| 6.4 Sistemes de gestió ambiental .....                          | 7  |
| 6.4.1 Política ambiental i planificació del sistema .....       | 7  |
| 6.4.2 Implementació i control .....                             | 7  |
| 6.4.3 Indicadors ambientals .....                               | 9  |
| 6.4.4 Altres marcs voluntaris .....                             | 9  |
| 6.5 Tractament de residus.....                                  | 11 |
| 6.5.1 Classificació i naturalesa dels residus sòlids .....      | 11 |
| 6.5.2 Residus en estat líquid i efluents de procés .....        | 13 |
| 6.5.3 Gestió de corrents gasosos residuals i gasos de cua ..... | 14 |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.5.5 Quadre de referència normativa en matèria de residus .....                                       | 17 |
| 6.5.6 Requisits operatius d'etiquetatge, envasament i traçabilitat (Aplicació del Reglament CLP) ..... | 18 |
| 6.6 Contaminació acústica .....                                                                        | 19 |
| 6.6.1 Focus emissors crítics .....                                                                     | 20 |
| 6.6.2 Normativa i límits d'emissió acústica .....                                                      | 20 |
| 6.6.3 Mesures correctores i de mitigació .....                                                         | 21 |
| 6.7 Contaminació lumínica .....                                                                        | 22 |
| 6.7.1 Zonificació i disseny de la planta .....                                                         | 22 |
| 6.7.2 Mesures de gestió i eficiència energètica .....                                                  | 24 |
| 6.8 Matriu de Leopold .....                                                                            | 24 |
| 6.9 Bibliografia.....                                                                                  | 27 |

## 6.1 Introducció

En el marc del disseny d'una planta química industrial, el compromís que hi ha amb la sostenibilitat i el medi ambient no és simplement una obligació legal i un compliment de normatives, sinó que és un dels punts més importants de l'ètica de l'enginyeria moderna. La generació de subproductes és un dels aspectes que requereixen una gestió ambiental exhaustiva per minimitzar l'empremta ecològica i garantir la seguretat i la no contaminació de l'entorn. No només es parla de contaminació física amb gasos o bé productes a abocar al medi, també hi ha altres tipus de contaminacions com la visual, lumínica i acústica.

En aquest capítol s'analitzaran punts claus com les normatives que s'han de complir per a tenir una operació en planta legal, els permisos i les llicències a gestionar i la gestió de residus que s'ha de fer.

Finalment, es realitzarà un estudi sobre l'impacte ambiental que hi ha i quines mesures correctores i preventives es poden adoptar. Per poder-ho fer, es fa la matriu de Leopold per tal de tenir una anàlisi quantitativa de l'impacte real.

## 6.2 Normatives

Les normatives i polítiques són regides per les institucions competents encarregades de regular i garantir uns mínims de responsabilitat mediambiental. Les institucions governamentals de les regions on se situarà l'empresa són les que regeixen les normes. El correcte compliment de les normatives i polítiques garanteix a l'empresa un prestigi i un avantatge comercial respecte de les altres empreses competidores. És per aquest motiu que les empreses realitzen un esforç per a la constant millora i l'actualització de la planta per a complir amb les noves normatives.

### 6.2.1 Normatives europees

#### 6.2.1.1 Reglament REACH 1907/2006

Regula el registre, l'avaluació, l'autorització i la restricció de substàncies i mesclures químiques a la Unió Europea. Considerant el volum de fabricació de la planta, tant la matèria primera (metanol) com el producte final (formaldehid) han d'estar degudament registrats en els seus respectius valors davant l'ECHA, incloent-hi els seus escenaris d'exposició assegurada [1].

#### 6.2.1.2 Reglament 2023/1464

Modifica l'Annex XVII del Reglament REACH per establir límits màxims d'emissió de formaldehid en articles de consum. La planta ha d'assegurar que el formaldehid sintètic o les resines produïdes permetin als clients finals complir amb els nous límits estrictes d'emissió en cambra de fins a 0,062 mg/m<sup>3</sup>. [2]

#### 6.2.1.3 Directiva Seveso III - Directiva 2012/18/UE

Aplicable a instal·lacions amb substàncies perilloses per sobre de determinats llindars. Exigeix estudis quantitius de risc, plans d'emergència i sistemes de gestió de seguretat. [3]

#### 6.2.1.4 Reglament CLP – Reglament (CE) 1272/2008

Defineix la classificació, etiquetatge i envasament de substàncies i mescles químiques. El formaldehid està classificat com a substància carcinògena categoria 1B.[4]

#### 6.2.1.5 Directiva 2024/1785

Modifica la Directiva d'Emissions Industrials (DEI) per reforçar el control de l'aire, aigua i residus. Obliga la planta a dissenyar el procés i les línies de depuració adoptant de manera estricta les Millors Tècniques Disponibles (MTD) definides en els documents BREF del sector de la química orgànica de gran volum (LVOC). [5]

### 6.2.2 Normatives nacionals

#### 6.2.2.1 Reial Decret 1/2016

Transposa el marc d'emissions industrials a l'Estat espanyol per a instal·lacions d'alt potencial contaminant. Aquesta llei exigeix la tramitació, l'atorgament i el compliment dels valors límit d'emissió (VLE) recollits en l'Autorització Ambiental Integrada (AAI) abans de l'arrencada de la planta de formaldehid. [6]

#### 6.2.2.2 Llei 7/2022

Estableix els principis de jerarquia de residus i fomenta la transició cap a models productius circulars. Aplica a la planta obligant a minimitzar i catalogar els residus perillosos) i a realitzar informes periòdics de la situació del sòl per prevenir contaminacions del subsol. [7]

#### 6.2.2.3 Reial Decret 817/2015

Fixa els criteris i estàndards de qualitat ambiental per a les aigües superficials i subterrànies. És d'aplicació directa per al disseny de la planta de tractament d'efluents líquids, assegurant que els abocaments industrials residuals no alterin el bon estat químic ni ecològic de la conca receptora. [8]

#### 6.2.2.4 Reial Decret 117/2003

Regula les emissions de compostos orgànics volàtils (COV) derivades de l'ús de dissolvents i determinades activitats químiques. Obliga la instal·lació a confinar el procés i a disposar de sistemes de depuració tèrmica per reduir dràsticament les emissions de COV a l'atmosfera. [9]

### 6.2.3 Normatives catalanes

#### 6.2.3.1 Llei 20/2009

Normativa catalana que classifica les activitats segons el seu impacte ambiental. Per la naturalesa de la síntesi química de formaldehid, la planta s'enquadra dins de l'Annex I (Règim d'autorització ambiental), fet que requereix un procés complet d'avaluació d'impacte ambiental gestionat per la Generalitat. [10]

#### 6.2.3.2 Decret 139/2007

Regula el règim d'intervenció de les activitats potencialment contaminadores de l'atmosfera a Catalunya. Classifica els focus emissors de la planta de formaldehid i imposa l'obligació de realitzar controls periòdics mitjançant entitats de control autoritzades (ECA). [11]

#### 6.2.3.3 Decret 81/2024

Desenvolupa les competències catalanes sobre la producció i gestió de residus. Exigeix a la planta la declaració anual de residus industrials, la possessió dels fulls de seguiment oficials i el compliment de fiances o assegurances de responsabilitat ambiental per a la manipulació de subproductes perillosos. [12]

#### 6.2.3.4 Llei 8/2020

Aplica una taxa ambiental autonòmic sobre les emissions de gasos d'efecte hivernacle dels vehicles. Afecta de manera indirecta el vector logístic de la planta, penalitzant fiscalment aquells camions i flotes de transport propis encarregats del subministrament continu de metanol i de la distribució del formaldehid que no estiguin descarbonitzats. [13]

## 6.3 Instruments obligatoris i de l'administració

La implantació i explotació d'una instal·lació industrial dedicada a la producció contínua de formaldehid exigeix el compliment rigorós dels mecanismes d'intervenció administrativa ambiental previstos per la legislació vigent. Aquests instruments tenen com a finalitat avaluar de forma integrada els impactes sobre l'atmosfera, les aigües, el sòl i els residus, garantint que l'activitat opera sota els principis de prevenció i minimització de la contaminació.

### 6.3.1 Autoritzacions, llicències i comunicació ambiental

D'acord amb la Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats a Catalunya, les instal·lacions industrials es classifiquen en diferents annexos en funció del seu potencial d'impacte sobre el medi ambient i de la naturalesa de les seves substàncies químiques.

Atès que el procés de fabricació de formaldehid implica la transformació química a gran escala de matèries primeres químiques orgàniques (síntesi de metanol mitjançant catàlisi oxidativa) i la manipulació de productes tòxics i carcinògens (Categoria 1B segons el Reglament CLP), l'activitat queda enquadrada de manera inequívoca dins de l'Annex I (Règim d'autorització ambiental). Més concretament, segons els líndars fixats a la Directiva 2010/75/UE d'Emissions Industrials i el Reial Decret Legislatiu 1/2016, la planta correspon a la categoria d'indústries químiques orgàniques per a la fabricació de compostos oxigenats.

Per aquest motiu, l'instrument obligatori aplicable a la planta és l'Autorització Ambiental Integrada (AAI), la qual unifica en un sol procediment administratiu els següents vectors i llicències sectorials:

- Aire: Catalogació de la planta com a Activitat Potencialment Contaminadora de l'Atmosfera (APCA), fixant els valors límit d'emissió (VLE) per a compostos orgànics volàtils (COV).
- Aigua: Permís d'abocament d'efluents industrials depurats (provinents de les purgues del sistema de refrigeració o aigües de procés tractades a l'EDARI) cap a la xarxa de clavegueram o llera pública, d'acord amb els requisits de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).
- Residus: Llicència com a productor de residus peril·losos (catalitzadors gastats de ferro-molibdè, olis de compressors) i no peril·losos, sotmesa al Decret 81/2024.

L'obtenció de l'AAI per part de la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic és un requisit suspensiu indispensable; cap llicència municipal d'obres o d'activitat podria ser atorgada per l'Ajuntament sense la resolució favorable d'aquest instrument integrat.

### 6.3.2 Informes d'avaluació de l'impacte ambiental

De manera paral·lela i vinculada a la tramitació de l'Autorització Ambiental Integrada, el projecte ha de sotmetre's obligatòriament al procediment d'Avaluació d'Impacte Ambiental (AIA) ordinari. Aquesta exigència es fonamenta en la combinació de la normativa estatal (Llei 21/2013, d'avaluació ambiental) i l'autonòmica (Llei 20/2009), on les plantes químiques integrades per a la fabricació de productes químics orgànics de base es tipifiquen com a projectes sotmesos a avaluació ambiental estricta.

Per complir amb aquest instrument, s'ha de redactar un Estudi d'Impacte Ambiental (EsIA), el qual serveix de base tècnica per a l'emissió de la Declaració d'Impacte Ambiental (DIA) per part de l'òrgan ambiental de la Generalitat de Catalunya. Els aspectes clau que integren aquests informes tècnics de la planta inclouen:

- **Anàlisi d'Alternatives:** Justificació tècnica i ambiental de la selecció de l'alternativa de procés triada (per exemple, el procés de FORMOX o òxid de metall enfront del procés de catalitzador de plata) i de la ubicació de la parcel·la industrial.
- **Inventari Ambiental:** Descripció detallada de l'estat de partida dels vectors físics, biòtics i socioeconòmics de l'entorn del polígon (qualitat de l'aire preexistent, capacitat acústica segons el Decret 176/2009 i permeabilitat del sòl). [14]

- **Identificació i Valoració d'Impactes:** Quantificació de les alteracions potencials analitzades mitjançant metodologies sistemàtiques (com la Matriu de Leopold), diferenciant clarament els impactes reversibles i temporals de la fase de construcció dels impactes permanents de la fase d'explotació continuada.
- **Programa de Vigilància Ambiental (PVA):** Definició del pla de controls periòdics i analítics que farà l'empresa (acompanyats d'inspeccions per part d'Entitats de Control Ambiental - ECA) per demostrar de manera empírica que el funcionament de la planta de formaldehid no genera una degradació dels ecosistemes ni un risc per a la salut pública, complint així els dictàmens de la DIA.

## 6.4 Sistemes de gestió ambiental

### 6.4.1 Política ambiental i planificació del sistema

La direcció de la planta establirà i publicarà una Política Ambiental que servirà de marc de referència per fixar els objectius ecològics de l'empresa. Dins de la fase de planificació, la primera acció crítica de l'SGA és la identificació i l'avaluació dels Aspectes Ambientals Significatius (AAS). En una planta de formaldehid, aquests aspectes es ramifiquen tant en condicions d'operació normal com en situacions anòmales o d'emergència:

En condicions normals d'operació: Consum de matèria primera (metanol), consum d'aigua de refrigeració, generació de gasos de cua a la columna d'absorció (amb traces de metanol, CO i formaldehid), emissions de soroll dels compressors i generació discontinua de catalitzadors gastats.

En condicions d'anomalia o emergència: Purgues crítiques de neteja de tancs, períodes d'arrencada i parada del reactor i possibles fuites o vessaments en les línies de bombament de metanol o càrrega de cisternes.

Un cop avaluats els AAS, es determinen els vectors de risc i es tradueixen en Objectius i Metes Ambientals quantificables anualment (per exemple, reduir un 2% el consum específic d'aigua per tona de formaldehid produïda o mantenir l'eficiència de recuperació de calor per sobre del 95%).

### 6.4.2 Implementació i control

Perquè el sistema funcioni, es requereix una assignació clara de recursos, rols i responsabilitats. Tot el personal de la planta, des dels operadors de panell de control fins als tècnics de manteniment, rebrà formació específica sobre els riscos ambientals i la toxicitat del producte tractat.

El control operacional és el nucli pràctic de l'SGA (Sistema de Gestió Ambiental). S'estableixen instruccions tècniques de treball per a cada equip crític. En el cas d'una planta de formaldehid, adquireixen una rellevància d'alt valor els programes LDAR (Leak Detection and Repair o Detecció i Reparació de Fugues). A causa del fet que el formaldehid i el metanol són compostos

orgànics volàtils (COV), l'SGA descriu un protocol rutinari de monitoratge per revisar brides, vàlvules, juntes de bombes i connexions de canonades. Qualsevol microfuita detectada s'introdueix en el sistema de gestió d'actius per a la seva reparació immediata, evitant l'acumulació d'emissions difuses a l'atmosfera.

Es considera també la implementació del reglament comunitari EMAS (Eco-Management and Audit Scheme). Aquest procés operatiu s'executa mitjançant un desplegament cronològic estructurat en les següents fases integrades, s'executa mitjançant un seguit de passos per assegurar la correcta disposició del reglament.

Primerament, la implantació inicia amb una auditoria inicial exhaustiva per avaluar l'estat de la planta i les seves instal·lacions. Aquesta fase analítica cataloga els aspectes ambientals directes i els indirectes. En aquest diagnòstic s'examinen els marcs reguladors aplicables, els criteris per determinar el risc de contaminació i el funcionament de les barreres existents, incorporant addicionalment l'històric d'incidents, fuites tècniques o desviaments industrials previs.

Un cop superada l'etapa analítica primària, es desenvolupa el nucli del sistema de gestió sota les directrius metodològiques de la norma EN ISO 14001, requisit consolidat en l'Annex II de la normativa EMAS. Aquest estàndard proporciona la plantilla de governança ideal per aconseguir fites ecològiques concretes, fixar els controls preventius a l'àrea de procés i sostenir el mecanisme de millora contínua de la fàbrica.

Seguidament, el correcte funcionament del sistema es verifica de manera periòdica mitjançant inspeccions internes programades i controls periòdics liderats per la direcció de la planta. Aquesta autoavaluació sistemàtica és indispensable per identificar possibles colls d'ampolla, corregir derives de funcionament o dels sistemes de filtració i cohesionar la cultura preventiva de la plantilla.

Com a element diferenciador, l'organització elabora la Declaració Ambiental EMAS, un informe de caràcter públic i transparent on es detallen les magnituds d'impacte, els balanços de matèria/energia i les estratègies futures de mitigació de la planta. Aquest document, juntament amb l'SGA i l'auditoria inicial, se sotmeten a un procés d'inspecció regulat per part d'un verificador independent homologat, extern a l'empresa.

Un cop obtinguda la validació favorable de l'auditor extern, es tramita la inscripció formal del complex industrial en el registre EMAS de l'organisme competent (la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic a Catalunya). L'ingrés en aquest registre oficial esdevé el segell de màxima transparència davant la societat, avalant la sostenibilitat del procés de síntesi i consolidant la responsabilitat corporativa del projecte d'enginyeria davant l'Administració Pública.

#### 6.4.3 Indicadors ambientals

El sistema requereix un seguiment constant per comprovar que la planta opera dins dels límits legals de l'AAI. Per fer-ho, l'SGA defineix un conjunt d'Indicadors Clau de Rendiment (KPI) ambientals:

1. KPI d'Emissions Atmosfèriques: Concentració de COV totals, CO i NOx
2. KPI d'Efluents Líquids: Valors diaris de Demanda Química d'Oxigen (DQO), pH i conductivitat de les aigües tractades abans de l'abocament.
3. KPI de Residus: Tones de catalitzador gastat gestionat correctament i ràtio de valorització de metalls.

Si algun d'aquests indicadors supera el llindar d'alerta preestablert, es posa en marxa el protocol d'Accions Correctores. Es realitza un anàlisi de la causa arrel de la desviació i s'aplica la solució tècnica pertinent i es registra tot el procés per evitar que es torni a repetir, tancant així el cercle de la verificació.

#### 6.4.4 Altres marcs voluntaris

Més enllà de la implantació de la norma UNE-EN ISO 14001:2015, la naturalesa i la magnitud d'una planta de producció de formaldehid exigeixen la integració d'altres marcs de caràcter sectorial i voluntari. Aquests marcs no només reforcen el compromís ecològic i la seguretat de la instal·lació, sinó que responen a les demandes de sostenibilitat de la cadena de valor química internacional.

Per aquest motiu, el disseny estructural del sistema de gestió preveu l'adopció i la unió amb les següents normes i programes en el sector:

- Programa Responsible Care (Compromís de Progrés): Promogut en l'àmbit estatal per la Federació Empresarial de la Indústria Química Espanyola (FEIQUE) i a escala global pel Consell Internacional d'Associacions Químiques (ICCA). Es tracta d'una iniciativa voluntària clau per a qualsevol planta de formaldehid. A través d'aquest programa, l'empresa es compromet a aplicar codis de pràctiques de gestió que millorin contínuament la seguretat, la protecció de la salut laboral i el comportament ambiental (reduint deutes tècnics, minimitzant efluents i millorant la comunicació amb la comunitat local sobre els riscos químics dels COV). [15]
- Norma UNE-EN ISO 50001:2018 (Sistemes de Gestió de l'Energia): El procés de producció de formaldehid demana una gran eficiència de serveis auxiliars (com el vapor i l'energia elèctrica per als compressors de procés i els ventiladors). La integració d'aquesta norma permet establir indicadors d'eficiència energètica (EnPI) específics. L'objectiu és maximitzar l'aprofitament energètic del cicle productiu, convertint el guany tèrmic en estalvi de combustible o de necessitats calorífiques per tal d'escalfar un corrent del circuit. [16]

- **Avaluació de Sostenibilitat a la Cadena de Subministrament (EcoVadis):** Com que el formaldehid produït s'utilitzarà principalment com a matèria primera de segon grau, els clients industrials exigeixen auditories homologades que certifiquin la traçabilitat de la sostenibilitat. El marc EcoVadis avalua el rendiment de la planta en quatre grans blocs: Medi Ambient, Pràctiques Laborals i Drets Humans, Ètica i Compres Sostenibles (controlant que el metanol subministrat provingui de fonts eficients o, a mitjà termini, de bio-metanol).
- **Estratègia de Sostenibilitat per a les Substàncies Químiques (CSS - Chemicals Strategy for Sustainability):** En línia amb el Pacte Verd Europeu (European Green Deal), la planta adopta els principis de disseny de substàncies químiques segures i sostenibles d'origen (Safe and Sustainable by Design - SSbD). Aquest marc voluntari sectorial busca la substitució progressiva de processos crítics per alternatives de menor impacte en el cicle de vida, guiant el manteniment preventiu dels catalitzadors de la planta per evitar el desgast prematur dels materials i reduir l'empremta de carboni global per tona de producte sintètic fabricat.
- **Norma UNE-EN ISO 9001:2015 (Sistemes de Gestió de la Qualitat):** En la indústria del formaldehid, la qualitat del producte final (especialment el control de la concentració comercial al 37% o 50%, i la minimització del contingut de metanol residual i àcid fòrmic) està directament lligada a l'eficiència ambiental. La integració de la ISO 9001 amb la ISO 14001 sota un Sistema de Gestió Integrat (SGI) permet unificar els procediments de control químic de laboratori, el calibratge dels sensors de procés i la satisfacció del client, assegurant que un producte fora d'especificació no es converteixi en un residu líquid a gestionar. [17]
- **Norma UNE-EN ISO 14064:2019 (Verificació de la Petjada de Carboni i Gasos d'Efecte Hivernacle):** Com que la planta fa servir metanol el càlcul de les emissions de GEH és crític. L'adopció voluntària de la ISO 14064 (en els seus Abast 1 i Abast 2) permet inventariar i auditar de forma transparent les emissions directes i indirectes de la planta. Això facilita la transició cap a la descarbonització del procés i prepara l'organització per a un futur subministrament de bio-metanol o metanol verd (e-metanol) obtingut amb hidrogen verd i CO2 capturat. [18]

La unió d'aquestes normes permet dissenyar un Sistema de Gestió Integrat (SGI), optimitzant els recursos de la planta en unificar les auditories de qualitat (ISO 9001), medi ambient (ISO 14001) [19], energia (ISO 50001) i vectors de descarbonització (ISO 14064) sota una mateixa estructura d'alt nivell (HLS).

## 6.5 Tractament de residus

L'activitat productiva d'una planta de síntesi de formaldehid genera materials residuals sòlids i líquids que requereixen una intervenció adequada i gestió correcta per evitar possibles contaminacions. D'acord amb el marc establert per la Llei 7/2022, del 8 d'abril, de residus i sòls contaminants per a una economia circular, la instal·lació contempla el seu pla de gestió sota el principi d'acció preventiva. L'objectiu prioritari és la mitigació del risc ambiental en el si del focus, garantint la protecció de la salut laboral, la immunitat del subsol i la preservació dels ecosistemes aquàtics i atmosfèrics propers.

Per assolir aquests objectius, la planta contempla que l'operativitat s'alinea amb la jerarquia comunitària de residus. Aquesta metodologia imposa una preferència estricta per la reducció en origen i la minimització de volums. En aquells casos on la generació és inevitable, es prioritza la preparació per a la reutilització i el reciclatge material, relegant la valorització energètica i l'eliminació final en dipòsits controlats com a últimes opcions de gestió.

### 6.5.1 Classificació i naturalesa dels residus sòlids

#### 6.5.1.1 Fluxos operatius i destinació dels residus sòlids

La custòdia interna i la sortida a l'exterior de tots els residus sòlids de la planta es regeixen estrictament per les directrius de la Llei 7/2022. La planta limita la seva actuació a la classificació en origen i a l'emmagatzematge segur, delegant la recollida, el transport logístic i la transformació final a operadors autoritzats per l'Agència de Residus de Catalunya (ARC).

##### 6.5.1.1.1 Fraccions d'origen urbà i d'oficines

La planta compta amb àrees de recollida separades i dotades de contenidors colorimètrics per al paper, el cartó, el vidre i els envasos lleugers. El buidatge, transport i tractament d'aquests materials reciclables es coordina a través de l'empresa de serveis ambientals RECICLAMAS. Aquest gestor privat, homologat per l'administració catalana, s'encarrega d'assegurar la traçabilitat documental de la recuperació material de la fracció urbana de la planta. [20]

##### 6.5.1.1.2 Runes i enderrocs industrials

Les activitats de manteniment dels reactors, calderes o obra civil generen residus de construcció i demolició (RCD). Per a la seva retirada mitjançant caixes o contenidors específics, es contracta el servei de l'empresa Baix-Mont contenidors SL. Aquest operador disposa de les llicències oficials de transport de residus codificats com a T-1854 i gestiona les runes cap a un centre autoritzat sota el codi d'inscripció E-10126.08. [21]

#### 6.5.1.1.3 Dinàmica de subproductes valoritzables

Per a aquells elements metàl·lics nets o embalatges industrials d'alta densitat que es puguin diferenciar de la condició de residu, la planta utilitza com a eina de transferència la Borsa de Subproductes de Catalunya. Aquest organisme, coordinat per les Cambres de Comerç i l'ARC, facilita un canal de simbiosi industrial on altres empreses químiques o metal·lúrgiques adquireixen aquests excedents per a la seva reutilització directa, reduint la petjada ecològica del projecte. [22]

#### 6.5.1.1.4 Residus rics en perillositat química

La generació d'elements peril·losos a la planta de formaldehid es concentra principalment de manera discontinua en els canvis de llit catalític del reactor. Quan el catalitzador s'envelleix i perd selectivitat, esdevé un residu que requereix un Magatzem de Residus Peril·losos (MRP) tancat, amb solera impermeable i contenció de vessaments.

La logística sota normativa ADR i el tractament tècnic d'aquests catalitzadors gastats, envasos buits contaminats i draps industrials impregnats es deixa a la companyia especialitzada TECNOERASER. Aquest gestor certificat assumeix la recollida periòdica i transporta el catalitzador cap a plantes metal·lúrgiques especialitzades, on s'apliquen processos hidrometal·lúrgics per recuperar i revalorar els metalls valuosos (molibdè, ferro o plata), complint amb el Reial Decret 180/2015. [23]

#### 6.5.1.2 Estratègia de pèrdua de condició de residu per als llits catalítics

La planta de formaldehid enfoca la substitució dels seus catalitzadors no com un procés d'eliminació, sinó com una oportunitat de recuperació de recursos secundaris. El disseny de la gestió tècnica busca que aquest material mantingui jurídicament la condició de subproducte d'acord amb l'article 4 de la Llei 7/2022, complint els següents criteris d'idoneïtat:

El material es genera fruit d'una necessitat de renovació tècnica previsible i inherent al procés d'oxidació catalítica del metanol.

El mercat de recuperació de metalls de transició demanda de forma contínua aquests residus rics en molibdè o plata.

L'extracció i refinament d'aquests metalls a partir del subproducte industrial genera un impacte ambiental i de carboni netament inferior al de la mineria extractiva d'origen.

##### 6.5.1.2.1 Tramitació administrativa

El reconeixement formal de subproducte a Catalunya requereix la validació del dossier tècnic davant l'Agència de Residus de Catalunya (ARC), aplicant l'article 4 de la Llei 7/2022. La planta tramita aquesta sol·licitud aportant la memòria tècnica de generació, les analítiques químiques de composició del llit catalític, els certificats d'acceptació de la planta metal·lúrgica de destí i el registre oficial de transferència de materials.

### 6.5.2 Residus en estat líquid i efluents de procés

S'entén per residu líquid industrial qualsevol corrent aquós o fluid residual derivat de les purgues de purificació, els sistemes tèrmics auxiliars, les neteges de tancs de metanol/formaldehid o les aigües pluvials que puguin provenir de les zones de procés.

En el disseny d'aquesta instal·lació, el balanç de matèria minimitza la generació d'aigües residuals orgàniques, ja que l'aigua formada durant la reacció química de síntesi es reintrodueix en la columna d'absorció per ajustar la concentració de formaldehid desitjada en el producte final (37% - 50%). Tot i això, es diferencien els següents corrents líquids:

- **Purgues tèrmiques de refrigeració:** Efluents rics en sals minerals acumulades a causa de l'evaporació a les torres de refredament, que requereixen control de temperatura.
- **Aigües de neteja industrial (purgues orgàniques):** Solucions líquides procedents de tasques de manteniment interior de reactors o cisternes que contenen traces diluïdes de metanol i formaldehid, essent altament perilloses per la seva toxicitat.
- **Olis hidràulics usats:** Fluids lubricants extrets dels circuits del compressor d'aire i de les bombes de transferència, considerats residus líquids perillosos de caràcter hidrocarbur molt estricte.

#### 6.5.2.1 Depuració integrada a la planta (EDAR)

Amb l'objectiu de minimitzar els cànons de sanejament i garantir un abocament el menys contaminant possible, la instal·lació disposa d'una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) de tipus biològic. Aquesta unitat no només actua com a corrector de l'aigua usada a la planta, sinó que també tracta indirectament els corrents d'emissions atmosfèriques de la planta. [24]

##### 6.5.2.1.1 Fluxos d'entrada i tractament unificat

L'EDAR està dissenyada per gestionar de forma simultània tres corrents crítics de la instal·lació:

- a. **Efluents del Bioscrubber:** El corrent gasós de cap de la columna d'absorció es renta en una torre d'absorció aquosa. Com que el metanol i el formaldehid són altament solubles, es transfereixen a la fase líquida, la qual es desvia directament al reactor biològic de l'EDAR com a font de carboni per als microorganismes.
- b. **Aigües de neteja de procés:** Els efluents procedents de la neteja periòdica de tancs d'emmagatzematge, cisternes de transport de producte finit i col·lectors de seguretat s'incorporen al sistema de depuració per eliminar-ne les traces de compostos orgànics.
- c. **Purgues de caldera i condensats:** Corrents amb baixa càrrega orgànica, però que requereixen un ajust de pH i temperatura abans del seu abocament.

#### 6.5.2.1.2 Procés de degradació biològica i control

El cor de l'EDAR consisteix en un reactor de fangs actius amb aireig prolongat. En aquest entorn, les poblacions bacterianes aeròbies degraden el formaldehid i el metanol, transformant-los en  $\text{CO}_2$  i biomassa innòcua. Aquest procés és especialment eficient per a la planta Formox, ja que el metanol actua com un excel·lent substrat per al creixement bacterià.

El sistema es completa amb:

1. **Neutralització i Homogeneïtzació:** Un tanc previ que estabilitza les variacions de cabal i pH, garantint que el reactor biològic operi en condicions òptimes.
2. **Decantació Secundària:** Separació física de la biomassa (fangs) de l'aigua tractada, amb una recirculació parcial cap al reactor per mantenir la concentració de microorganismes.
3. **Control de Paràmetres ACA:** Un punt de control final on s'analitzen de forma contínua la DQO (Demanda Química d'Oxigen), els sòlids en suspensió i la conductivitat, assegurant que l'efluent compleix estrictament amb els límits fixats per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) abans de la seva descàrrega al col·lector general del polígon.

#### 6.5.2.2 Tractament extern de fluids tèrmics gastats (Therminol)

El sistema de transferència de calor de la planta (necessari per mantenir les temperatures de procés en evaporadors o reboilers) utilitza com a vector un oli tèrmic sintètic de tipus Therminol. Amb l'ús i sotmès a cicles tèrmics continuats, aquest fluid pateix un procés de degradació tèrmica i oxidativa (craqueig), perdent les seves propietats físiques i esdevenint un residu líquid perillós que cal extreure de manera periòdica dels circuits secundaris.

Atès el seu caràcter altament contaminant i perillós per als sòls i les aigües, el fluid tèrmic extret es desvia cap a un dipòsit pulmó metàl·lic de doble paret dotat d'una solera de retenció independent per evitar qualsevol risc de fuga incidental. El tractament d'aquest fluid es realitza de forma 100% externa a través del gestor homologat TECNOERASER. Un cop retirat de la factoria, el Therminol degradat es sotmet a operacions de regeneració industrial en destil·leries externes (separant els polímers pesants per tornar a obtenir oli tèrmic base) o, si la seva degradació és total, es destina a la incineració controlada com a combustible de substitució en cimenteres autoritzades, aprofitant el seu elevat poder calorífic. [25]

#### 6.5.3 Gestió de corrents gasosos residuals i gasos de cua

Dins del balanç de matèria global de la planta Formox, el factor d'emissions atmosfèriques esdevé un dels punts crítics de control ambiental a causa del gran volum del corrent de gasos de cua procedent del cap de la columna d'absorció. Aquest flux assoleix un cabal màssic de 55.493,13 kg/h ( 67.02 m<sup>3</sup>/h en condicions reals d'operació), constituït majoritàriament per nitrogen, oxigen i traces de vapor d'aigua. No obstant això, el corrent arrossega una càrrega contaminant de compostos orgànics volàtils (COV) de 99,08 kg/h (repartits en 96,89 kg/h de metanol no reaccionat i 2,19 kg/h de formaldehid), fet que genera una concentració de formaldehid de 48,34mg/Nm<sup>3</sup>, superant el límit legal de 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

Per a la resolució d'aquest problema, el disseny de la planta descarta la implantació d'un sistema d'oxidació tèrmica regenerativa (RTO). L'elevat cabal de gas inert (nitrogen) faria que el corrent es trobés molt per sota del punt autotèrmic, obligant a un consum constant i inassumible de gas natural de suport per mantenir la cambra a 850°C, penalitzant l'eficiència energètica i augmentant les emissions de CO<sub>2</sub> de la fàbrica.

#### 6.5.3.1 Solució tècnica: Sistema de rentat de gasos (Bioscrubber)

En lloc de la combustió, la planta opta per una solució de química verda i economia circular basada en un sistema de rentat biològic de gasos (bioscrubber). Aquesta tecnologia aprofita l'extrema solubilitat que tant el metanol com el formaldehid presenten en medi aquós per transferir els contaminants de la fase gasosa a la fase líquida sense generar reaccions secundàries de combustió.

L'operació es realitza en una columna vertical de rebliment on el gas brut entra per la base i ascendeix a contracorrent, interaccionant amb un flux d'aigua que prové des de la part superior. Un cop completat el rentat, l'aire surt net pel cap de la torre cap a l'atmosfera amb una concentració de formaldehid residual inferior complint amb les exigències del Decret 139/2007 de la Generalitat de Catalunya. [26]

#### 6.5.4 Sinèrgia i integració amb l'EDAR de la planta

L'aigua enriquida del fons del scrubber, que conté els COV absorbits, es drena de manera contínua cap a l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) biològica de la mateixa fàbrica.

Aquesta interconnexió directa presenta un avantatge tècnic doble:

1. Eliminació del residu líquid: El metanol i el formaldehid diluïts s'introdueixen a la bassa d'aireig de fons actius de la planta, on els microorganismes aerobis els utilitzen directament com a font de carboni orgànic (aliment) per a la seva desnitrificació, metabolitzant-los i transformant-los en aigua i CO<sub>2</sub> innocu.
2. Co-tractament amb aigües de neteja: Aquesta mateixa infraestructura hídrica s'aprofita per rebre i depurar de forma conjunta les aigües procedents de les tasques de neteja de tancs d'emmagatzematge i cisternes de transport, unificant tots els corrents orgànics en un sol punt de tractament automàtic i tancat, minimitzant els costos d'operació (OPEX) i eliminant completament la necessitat de dependre de logístiques externes de transport de residus gasosos.

#### 6.5.4.1 Disseny del bioscrubber

El dimensionament de la unitat de rentatge biològic es basa en la transferència i eliminació dels compostos orgànics volàtils del corrent. Primerament, es troben els paràmetres del disseny de la torre, la qual rep un cabal volumètric de gas de 67.020 m<sup>3</sup>/h (55.493,12 kg/h) i es defineix amb un diàmetre interior de 3,60 m i una alçada útil de reblliment de 6,5 m.

Aquest dimensionament determina un temps de residència hidràulic del gas a l'interior de la columna de 3,51 segons, prou contacte per absorbir una càrrega contaminant de 99,08 kg/h de COV totals (essent aquests 96,89 kg/h de metanol i 2,19 kg/h de formaldehid), aconseguint rebaixar la concentració d'aquest darrer des dels 48,34 mg/Nm<sup>3</sup> inicials fins a un valor inferior al límit legal de 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

Seguidament, es troben els paràmetres per a definir la bassa biològica inferior, la qual rep l'aigua de rentatge que es fa recircular de forma contínua a raó d'un cabal líquid de 60 m<sup>3</sup>/h. Per absorbir i degradar la càrrega orgànica diària obtinguda sota una taxa d'eliminació de 13,2 kg COV/(m<sup>3</sup>\*dia), es requereix un volum net de bioreactor de 180 m<sup>3</sup>. Aquest volum garantit fixa un temps de residència hidràulic del líquid de 3,0 hores exactes, assegurant que els microorganismes disposen del temps cinètic necessari per dur a terme la depuració completa abans del seu retorn al cap de la torre.

#### 6.5.4.2 Disseny de la EDAR

El dimensionament de l'estació depuradora d'aigües residuals industrials es calcula a partir d'un sistema biològic de fangs actius dissenyat per disminuir la càrrega i garantir les condicions de seguretat de la biomassa abans de l'abocament final. La instal·lació rep un cabal de disseny hidràulic de 4,5 m<sup>3</sup>/h (108 m<sup>3</sup>/dia) amb una càrrega orgànica mitjana d'entrada de 3.500 mg/L de DQO, fet que es tradueix en un tractament total de 378 kg DQO/dia a tractar. La primera etapa consisteix en una bassa d'homogeneïtzació i regulació de pH que compta amb un volum de 60 m<sup>3</sup>, assegurant un temps de residència hidràulic de 13,33 hores per estabilitzar el flux de processos.

La línia principal es configura al voltant del reactor biològic de fangs actius (aeració), el qual es dimensiona amb un volum net de 150 m<sup>3</sup> basant-se en una càrrega volumètrica de disseny de 2,52 kg DQO/(m<sup>3</sup>\*dia). Aquest volum fixat estableix un temps de residència hidràulic de 33,33 hores, un paràmetre crític i elevat que resulta imprescindible per minimitzar els efectes de toxicitat del formaldehid sobre els bacteris heteròtrofs de la biomassa. Finalment, la separació gravitatòria del licor de mescla es realitza en un decantador secundari dissenyat amb una superfície útil de 8 m<sup>2</sup> i un diàmetre de 3,20 m, garantint que l'aigua clarificada surt lliure de fangs en suspensió cap al clavegueram del polígon industrial.

### 6.5.4.3 Diagrama de blocs de la zona de tractament de gasos i EDAR

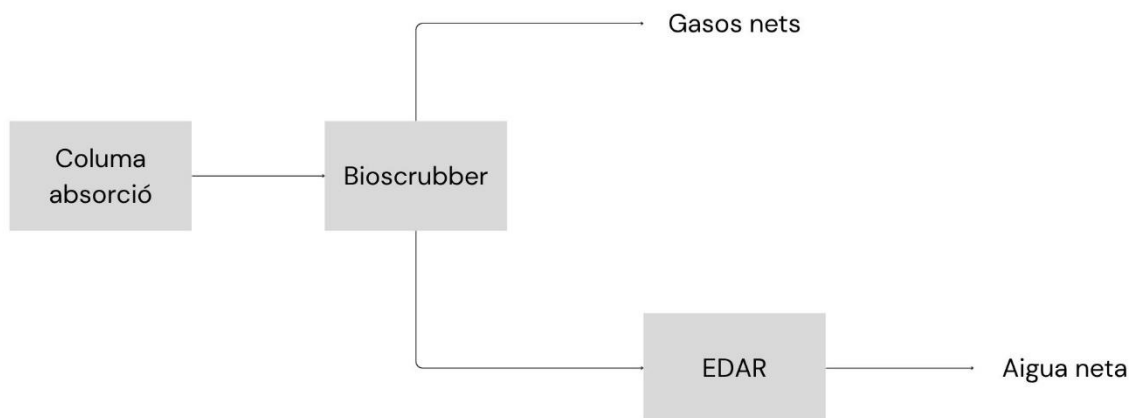


Figura 6.5.1. Diagrama de bloc de la zona de tractament de gasos i EDAR

### 6.5.5 Quadre de referència normativa en matèria de residus

El control legal del cicle de vida dels residus generats a la fàbrica de formaldehid es fonamenta en el següent marc regulador:

- Llei 7/2022, d'8 d'abril, de residus i sòls contaminants per a una economia circular: Normativa bàsica estatal que dicta les obligacions de minimització, classificació, traçabilitat documental digital i responsabilitat ampliada del productor.
- Reial Decret 180/2015, de 13 de març: Reglament que governa els requisits tècnics i les notificacions prèvies de trasllat (NT) de residus dins del territori nacional.
- Decret 81/2024, pel qual s'aprova el Reglament de residus de Catalunya: Decret executiu que defineix les competències de l'Agència de Residus de Catalunya, les declaracions anuals de residus industrials, els llibres de registre cronològics i les obligacions d'assegurances ambientals.
- Reglament d'Abocaments de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA): Disposició sectorial autonòmica que fixa els paràmetres màxims d'admissió de contaminants químics i orgànics en els col·lectors de sanejament de Catalunya.

### 6.5.6 Requisits operatius d'etiquetatge, envasament i traçabilitat (Aplicació del Reglament CLP)

Atès que la planta delega la totalitat del tractament dels seus residus crítics, líquids tèrmics (Therminol) i corrents gasosos condensats a operadors externs, el protocol de l'SGA imposa procediments estrictes de condicionament abans de l'expedició. La transferència de custòdia cap als transportistes autoritzats està sotmesa de forma rigorosa als criteris de classificació i senyalització dictats pel Reglament CLP – Reglament (CE) 1272/2008, assegurant que qualsevol agent logístic o planta de destí conegui amb precisió els riscos de la càrrega. [27]

#### 6.5.6.1 Condicions físiques d'envasament i confinament

Abans de ser traslladats al Magatzem de Residus Perillosos (MRP) provisional, tots els rebuigs s'han de confinar en recipients que garanteixin l'estanquitat absoluta i que estiguin fabricats amb materials inerts que no reaccionin amb el contingut:

- **Fluids tèrmics (Therminol gastat):** S'emmagatzemen en bidons metàl·lics de tancament hermètic amb recobriment interior fenòlic, disposats sobre cubells de retenció per interceptar microfuites de forma mecànica.

#### 6.5.6.2 Configuració de l'etiqueta oficial de residus perillosos

La legislació de l'Agència de Residus de Catalunya (ARC) prohibeix taxativament la retirada de qualsevol recipient que no disposi d'una etiqueta normalitzada d'una mida mínima de 105 \* 148 mm, adherida de forma permanent i resistent a la intempèrie. Segons les instruccions tècniques de la planta, cada etiqueta ha d'incorporar de manera obligatòria les següents dades creuades:

1. **Codi d'identificació del residu:** El codi numèric extret de la Llista Europea de Residus (codi LER) i la descripció del material (per exemple: *LER 13 03 08* per a olis sintètics de transferència tèrmica tipus Therminol).
2. **Dades del productor d'origen:** Nom de l'empresa, NIF, adreça de la parcel·la industrial i el codi oficial de centre productor assignat per l'ARC.
3. **Cronologia de custòdia:** La data exacta de l'inici de l'emmagatzematge temporal, necessària per controlar que cap residu perillós superi el límit legal de sis mesos emmagatzemat a la fàbrica.

#### 6.5.6.3 Indicadors de perill i pictogrames GHS aplicats

D'acord amb el Reglament CLP, l'etiqueta ha de mostrar clarament les indicacions de perill (Frases H), els consells de prudència (Frases P) i els pictogrames internacionals en forma de diamant amb vora vermella i fons blanc. Per als principals residus gestionats externament per la planta es defineixen els següents senyals:

- **Per a les cisternes de gasos de cua / traces de metanol:** S'imposa el pictograma de la flama (perill d'inflamabilitat) i el símbol del perill per a la salut (toxicitat aguda), advertint del risc d'asfíxia o ignició en espais confinats.
- **Per al Therminol i fangs líquids d'EDAR:** Es requereix de manera estricta el pictograma del medi ambient (arbre i peix mort), indicant que el vessament del fluid tèrmic posseeix efectes nocius ecotòxics crònics per als organismes aquàtics i la permeabilitat del sòl.

- **Per a materials impregnats amb formaldehid o catalitzadors:** S'incorpora el pictograma de la calavera sobre dues túbies (toxicitat aguda severa) i el de perill per a la salut per la seva naturalesa carcinògena (Categoria 1B).

Aquest protocol analític d'etiquetatge actua com el requisit legal precedent per a la validació del Document d'Identificació (DI) electrònic a la plataforma de la Generalitat, eximint formalment la responsabilitat de la planta un cop el transport autoritzat creua el límit exterior de la parcel·la.

## 6.6 Contaminació acústica

El funcionament continu d'una planta de síntesi de formaldehid implica l'operació de maquinària industrial pesant i equips de gran potència. Aquesta activitat genera uns nivells de pressió acústica que, si no es mitiguen de forma integrada amb una gestió correcta, poden suposar un impacte negatiu tant per a la salut laboral dels operaris com per al benestar dels entorns més propers a la planta. Per aquest motiu, el projecte adopta un enfocament de control del soroll d'acord amb el Decret 176/2009 pel qual s'aprova la Llei 16/2002 de protecció contra la contaminació acústica a Catalunya. [28]

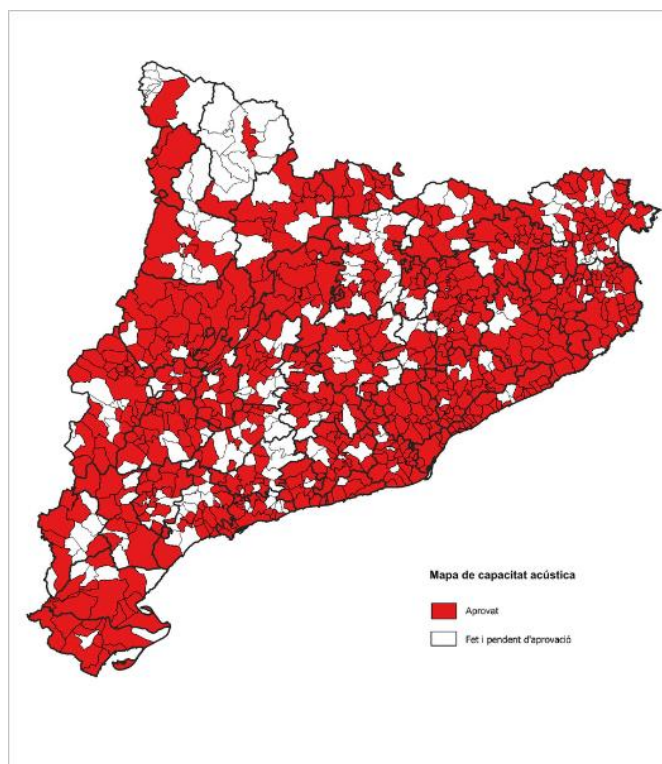


Figura 6.6.1. Mapa de la capacitat acústica a Catalunya

### 6.6.1 Focus emissors crítics

Dins de la instal·lació es classifiquen els principals focus emissors segons la seva naturalesa mecànica i aerodinàmica.

1. **Compressor d'aire de procés:** És el focus emissor més crític de la planta. S'encarrega d'alimentar el sistema amb el cabal d'oxigen necessari per a la reacció i el treball realitzat amb aire comprimit. Genera soroll d'alta freqüència a causa de la succió i compressió del fluid.
2. **Ventiladors:** Els ventiladors d'aspiració i d'impulsió necessaris per vèncer la pèrdua de càrrega generen una càrrega de soroll continu a la planta.
3. **Bombes de recirculació i bombes d'alimentació:** Bombes centrífugues destinades al transport de metanol, aigua de procés i oli tèrmic o aigua d'alimentació a calderes. Aquests equips són una part fonamental del procés i els quals condueixen a elevar els nivells sonors de treball a la planta.
4. **Torres de refrigeració:** El moviment dels ventiladors de gran diàmetre i el mateix impacte de l'aigua en caure sobre la bassa indueixen un soroll continu a tenir en compte per a l'impacte acústic.

### 6.6.2 Normativa i límits d'emissió acústica

El control de l'impacte acústic de la planta de formaldehid es regeix per un marc legal jerarquitzat. En l'àmbit de Catalunya, la referència tècnica i jurídica per al control del soroll emès és la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, així com el seu reglament de, el Decret 176/2009.

D'acord amb els criteris de planificació que estableix el Decret 176/2009, el territori es divideix en diferents zones de sensibilitat acústica (ZSA) associades als usos del sòl. Considerant que la planta de formaldehid se situarà en un polígon industrial, l'entorn de la parcel·la queda catalogat com a Zona de Sensibilitat Acústica Baixa (Zona C), corresponent específicament a la subcategoria C2: Predomini del sòl d'ús industrial.

Els límits d'immissió aplicables a la planta es defineixen en funció d'aquesta zonificació i de les tres franges horàries establertes per la llei.

A continuació, es detalla la taula completa de valors límit d'immissió expressats en decibels ponderats A segons els diferents usos del sòl de la normativa vigent:

Taula 6.6. 1. Nivells de la contaminació acústica permesa en funció de la zona i el moment horari

| Zones de sensibilitat acústica i usos del sòl                                                        | Valors límit d'immissió en dB(A) |                     |                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------|
|                                                                                                      | $L_d$ (7 h . 21 h)               | $L_e$ (21 h - 23 h) | $L_n$ (23 h . 7 h) | $L_{AFmax}^*$ |
| <b>ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA ALTA (A)</b>                                                        |                                  |                     |                    |               |
| (A2) Predomini del sòl d'ús sanitari, docent i cultural                                              | 55                               | 55                  | 45                 | 80            |
| (A3) Habitatges situats al medi rural                                                                | 57                               | 57                  | 47                 | 85            |
| (A4) Predomini del sòl d'ús residencial                                                              | 60                               | 60                  | 50                 | 85            |
| <b>ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA MODERADA (B)</b>                                                    |                                  |                     |                    |               |
| (B1) Coexistència de sòl d'ús residencial amb activitats i/o infraestructures de transport existents | 65                               | 65                  | 55                 | 85            |
| (B2) Predomini del sòl d'ús terciari diferent a (C1)                                                 | 65                               | 65                  | 55                 | 88            |
| (B3) Àrees urbanitzades existents afectades per sòl d'ús industrial                                  | 65                               | 65                  | 55                 | 85            |
| <b>ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA BAIXA (C)</b>                                                       |                                  |                     |                    |               |
| (C1) Usos recreatius i d'espectacles                                                                 | 68                               | 68                  | 58                 | 90            |
| (C2) Predomini de sòl d'ús industrial                                                                | 70                               | 70                  | 60                 | 90            |

$L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$ ,  $L_{AFmax}$  : índexs d'immissió de soroll en els períodes de dia, vespre i nit, respectivament.

\*  $L_{AFmax}$  : solament s'aplica al soroll que prové dels trens.

### 6.6.3 Mesures correctores i de mitigació

Per tal de garantir que els nivells sonors emesos al voltant de la parcel·la industrial no superin els llindars legals permesos segons la zonificació de l'entorn, es defineixen les següents barreres tècniques:

1. Aïllament en la font i confinament: El compressor d'aire de procés s'ubica a l'interior d'una caseta o cabina de confinament acústic dissenyada amb panells absorbents (llana de roca i xapa perforada). Les bombes de gran potència es munten sobre bancs antivibradors per evitar la transmissió de soroll estructural a l'estructura de la planta.
2. Minvació del soroll causat per l'aerodinàmica: S'instal·len silenciadors a la línia d'aspiració del compressor d'aire i a la sortida dels gasos depurats.
3. Mesures perimetrals: En cas que el modelatge acústic preliminar indiqui una superació de límits arreu de la planta, es considera l'aixecament de pantalles acústiques perimetrals o la creació d'una barrera, la qual actua reduint i mitigant al màxim les ones sonores abans de la seva propagació a camp obert.

Amb aquestes mesures s'assegura un entorn de treball segur (complint el Reial Decret 286/2006 de protecció de la salut dels treballadors contra els riscos derivats de l'exposició al soroll) i s'evita qualsevol mena de vector d'impacte ambiental exterior.

## 6.7 Contaminació lumínica

A causa del fet que la planta de producció de formaldehid està dissenyada per operar en un règim de procés continu de 24 hores, l'enllumenat tant interior com exterior suposa un element indispensable per garantir l'operativitat, la seguretat i la vigilància de les instal·lacions. No obstant això, l'emissió de llum cap a l'exterior pot alterar i afectar els ecosistemes propers, afectar la visió del cel nocturn i suposar un consum energètic ineficient. Per aquest motiu, el disseny de la instal·lació lumínica es regeix estrictament per la Llei 6/2001, del 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn a Catalunya, i el seu Reglament, el Decret 190/2015. [29]

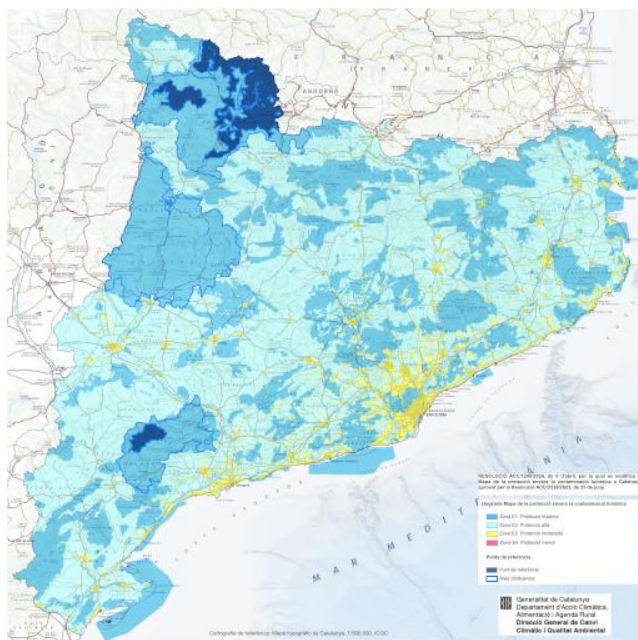


Figura 6.7. 1 1 Mapa de la contaminació lumínica a Catalunya

### 6.7.1 Zonificació i disseny de la planta

Per a la configuració del sistema lumínic, es pren com a referència la zonificació del terme municipal on s'ubica la planta. Generalment, els polígons industrials es classifiquen com a Zona E3 (Àrees de contaminació lumínica moderada).

El disseny de la instal·lació d'il·luminació exterior de la planta de formaldehid, així com la seva execució i posterior posada en servei, s'ha d'ajustar de forma obligatòria a la normativa mencionada prèviament (Llei 6/2001 i el decret 190/2015). Tota la documentació tècnica necessària per a acreditar el projecte s'ha de confeccionar seguint les directrius de l'annex 1 del Decret anomenat, garantint així mateix que l'empresa mantindrà en correcte estat aquestes condicions de disseny durant tota la fase d'explotació de l'activitat.

En aquest sentit, la il·luminació exterior de tot el voltant industrial s'ha de dissenyar sota paràmetres estrictes de prevenció de la contaminació lumínica, afavorint en paral·lel l'estalvi i l'aprofitament d'energia. Per tal de complir les directrius de l'article 7 del Decret, el disseny del projecte ha d'assegurar el següents punts:

- A. **Adequació de la quantitat de llum:** S'ha d'ajustar el flux a les necessitats reals de la planta, utilitzant exclusivament la il·luminació justa i necessària per portar a terme l'activitat amb total normalitat i seguretat.
- B. **Direccionalitat de la llum:** El flux de les lluminàries s'ha de dirigir de forma selectiva només a les àrees que cal il·luminar (vials, zona d'emmagatzematge i zones de procés), evitant l'emissió cap al cel o cap a parcel·les veïnes, respectant així els nivells màxims d'intrusió lumínica establerts a l'article 16.
- C. **Gestió temporal de l'enllumenat:** Es mantindrà la il·luminació apagada quan no es desenvolupi cap activitat en el lloc a il·luminar, a excepció d'aquells punts crítics de la planta on concorrin motius justificats de seguretat química o vigilància perimetral continuada.
- D. **Selecció de l'espectre d'emissió:** Es procurarà la utilització de làmpades d'alta eficàcia lluminosa que emetin principalment en la zona de l'espectre visible de longitud d'ona llarga (llums càlides), sempre que les exigències funcionals i de seguretat del lloc així ho permetin.

Amb les directrius donades i mencionades prèviament i amb l'objectiu de minimitzar la dispersió lumínica cap al cel i l'entorn urbà o natural, s'adopten els següents criteris per tal de mitigar l'efecte lumínic causat arran de l'activitat de la planta.

- 1. **Control del flux hemisfèric superior (FHS):** Selecció i implementació de llums de tipus de tall complet (full cut-off) instal·lades de forma horitzontal paral·lela al sòl per tal de tenir un angle de 0°. D'aquesta manera, s'aconsegueix un Flux Hemisfèric Superior instal·lat ( $FHS_{inst}$ ) del 0%, assegurant que la llum emesa per la instal·lació va focalitzada cap a les zones de treball i reduint la dissipació i la contaminació lumínica.
- 2. **Temperatura del color de les llums:** Es descarta l'ús de llums blanques/blaves (tonalitats més fredes), ja que presenten una dispersió més elevada a l'atmosfera (Dispersió de Rayleigh) i, per tant, un impacte més elevat sobre la fauna i l'entorn especialment a la nit. S'opta per lluminàries LED amb una temperatura càlida entre 2700 K i 3000 K. Colors amb la longitud d'ona més llarga que no presenten desviació.
- 3. **Optimització dels nivells d'il·luminació:** Els nivells lumínics s'ajustaran als mínims operatius de seguretat exigits per la normativa de prevenció de riscos laborals. Es preveuen valors mitjans d'entre 10 lx\* i 20 lx per a zones de pas i vials exteriors, incrementant-se fins als 50 lx de forma puntual només en punts crítics de control de procés o connexions de càrrega i descàrrega de metanol.

\*lx: unitat de mesura de la il·luminació

### 6.7.2 Mesures de gestió i eficiència energètica

Dins del sistema d'enllumenat s'integra un quadre de control automatitzat equipat amb un sistema de regulació de flux temporal. A partir de les 23:00 hores UTC (temps universal coordina), moment d'inici de l'horari de nit o nocturn fins a la sortida de sol, es programarà una reducció del flux lumínic de fins al 50% en aquelles zones perifèriques o interiors de la mateixa planta on la presència de personal sigui puntual o inexistent. El manteniment de la il·luminació total es reservarà de manera exclusiva per al perímetre de seguretat de la planta, on es requereixen unes condicions òptiques constants per a la prevenció d'incidents.

## 6.8 Matriu de Leopold

Per tal d'avaluar i quantificar de manera sistemàtica les alteracions potencials que les diferents etapes del projecte de formaldehid poden exercir sobre l'entorn de la parcel·la industrial, s'ha aplicat una anàlisi qualitativa i semi quantitativa mitjançant el mètode de la Matriu de Leopold. Aquesta eina metodològica permet establir una relació causa-efecte directa entre les activitats d'enginyeria associades a la planta (accions del projecte) i els components ambientals vulnerables de l'entorn receptor (factors ambientals).

Cadascuna de les interaccions s'ha puntuat de manera matricial mitjançant el binomi analític de Magnitud / Importància, utilitzant una escala numèrica de l'1 al 10, on el signe negatiu (–) representa un impacte advers o degradant, i el signe positiu (+) identifica un benefici o vector de desenvolupament per a l'entorn.

Taula 6.8.1. Matriu de Leopold

| Magnitud \ Importància  |                          | Acondicionament del terreny | Construcció | Transport | Càrrega i descàrrega | Emmagatzematge | Reactors | Columna absorció | Bombes i compressors | Bescanviadors de calor i evaporadors | Mescladors | Torres de refrigeració i calderes | Emissions VOC | Operació bioscrubber | Gestió residual | Operació EDAR | Manteniment i canvi de catalitzador | IMPACTE POSITIU | IMPACTE NEGATIU | IMPACTE AMBIENTAL TOTAL |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------------------|----------------|----------|------------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|---------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Aigua                   | Qualitat                 | -3                          | -1          | 0         | -2                   | -3             | 0        | 0                | 0                    | 0                                    | 0          | -1                                | 0             | 0                    | -2              | +7            | -3                                  | 1               | 7               | -11                     |
|                         | Consum                   | 0                           | -1          | 0         | 0                    | 0              | 0        | -4               | 0                    | 0                                    | 0          | -4                                | 0             | -2                   | 0               | -2            | -2                                  | 0               | 6               | -66                     |
| Aire                    | Qualitat                 | -4                          | -2          | -3        | -2                   | -1             | 0        | -2               | 0                    | 0                                    | 0          | -1                                | -4            | +7                   | 0               | 0             | -2                                  | 1               | 9               | -90                     |
|                         | Consum                   | 0                           | 0           | 0         | 0                    | 0              | -8       | 0                | 0                    | 0                                    | 0          | 0                                 | 0             | 0                    | 0               | 0             | 0                                   | 0               | 1               | -56                     |
| Atmosfera               | Contaminació lumínica    | -1                          | -1          | 0         | 0                    | -1             | -1       | -1               | 0                    | 0                                    | 0          | -1                                | 0             | 0                    | 0               | -1            | 0                                   | 0               | 7               | -12                     |
|                         | Contaminació acústica    | -4                          | -4          | -3        | -2                   | 0              | -3       | -2               | 0                    | -5                                   | -2         | -4                                | 0             | -3                   | 0               | -2            | -3                                  | 0               | 12              | -117                    |
|                         | Contaminació olfativa    | 0                           | 0           | 0         | -2                   | -1             | 0        | -1               | 0                    | 0                                    | 0          | 0                                 | -3            | +4                   | 0               | -1            | -2                                  | 1               | 6               | -20                     |
| Flora i fauna           | Biodiversitat            | -3                          | -1          | -1        | 0                    | 0              | 0        | 0                | 0                    | 0                                    | 0          | -1                                | -1            | 0                    | 0               | 0             | 0                                   | 0               | 5               | -14                     |
|                         | Fauna                    | -3                          | -2          | -2        | -1                   | 0              | 0        | 0                | -1                   | 0                                    | 0          | -1                                | -1            | 0                    | 0               | 0             | 0                                   | 0               | 7               | -21                     |
|                         | Flora                    | -4                          | -1          | 0         | 0                    | 0              | 0        | 0                | 0                    | 0                                    | 0          | 0                                 | -1            | 0                    | 0               | 0             | 0                                   | 0               | 3               | -12                     |
| Factors socio-econòmics | Seguretat                | -2                          | -2          | -3        | -4                   | -4             | -5       | -4               | -2                   | -2                                   | 0          | -1                                | -3            | -1                   | -3              | -1            | -4                                  | 0               | 15              | -245                    |
|                         | Salut humana             | -2                          | -2          | -2        | -3                   | -2             | -1       | -1               | -2                   | 0                                    | 0          | -1                                | -4            | +5                   | -2              | -1            | -4                                  | 1               | 13              | -105                    |
|                         | Ocupació laboral         | +2                          | +5          | +3        | +2                   | +1             | +4       | +2               | +1                   | +1                                   | +1         | +2                                | 0             | +2                   | +2              | +2            | +4                                  | 15              | 0               | 138                     |
|                         | Ús del sòl               | -3                          | -4          | 0         | -1                   | -3             | -2       | -1               | -1                   | 0                                    | 0          | -2                                | 0             | -1                   | -1              | -2            | 0                                   | 0               | 11              | -53                     |
|                         | Ús econòmic              | +1                          | +3          | +2        | +2                   | +4             | +6       | +4               | +2                   | +2                                   | +2         | +3                                | 0             | +2                   | -1              | +2            | -3                                  | 13              | 2               | 153                     |
|                         | Valorització de l'entorn | -1                          | +2          | -2        | 0                    | -2             | +3       | -1               | 0                    | 0                                    | 0          | -1                                | -2            | +4                   | 0               | +2            | 0                                   | 4               | 6               | 10                      |
| Sòl                     | Qualitat del sòl         | -3                          | -4          | -1        | -3                   | -3             | -2       | -2               | -2                   | 0                                    | 0          | -1                                | -2            | 0                    | -3              | -2            | -3                                  | 0               | 13              | -108                    |
| Energia                 | Consum energètic         | -2                          | -3          | -3        | -1                   | -2             | +6       | -1               | -5                   | +2                                   | -1         | -3                                | 0             | -2                   | -1              | -3            | -2                                  | 2               | 13              | -63                     |
| IMPACTE POSITIU         |                          | 2                           | 3           | 2         | 2                    | 2              | 4        | 2                | 2                    | 3                                    | 2          | 2                                 | 0             | 6                    | 1               | 4             | 1                                   | -692            |                 |                         |
| IMPACTE NEGATIU         |                          | 13                          | 13          | 9         | 10                   | 10             | 7        | 11               | 6                    | 2                                    | 2          | 13                                | 9             | 5                    | 7               | 9             | 10                                  |                 |                 |                         |
| IMPACTE AMBIENTAL TOTAL |                          | -80                         | -37         | -47       | -69                  | -83            | -11      | -57              | -47                  | -11                                  | 3          | -57                               | -105          | 111                  | -49             | 25            | -122                                |                 |                 |                         |

Gràcies a la matriu de Leopold es pot entendre amb una certa precisió l'impacte ambiental que generen les accions dutes a terme arran del projecte desenvolupat. Aquesta, tracta els punts més crítics juntament amb els sectors que poden ser afectats més greument. Per tant, ajuda a veure què és afectat, com és afectat i en quin grau de mesura es troba afectat. És gràcies a aquest estudi que es pot veure quins grups d'elements ambientals són els més perjudicats o, per altra banda, quins són els punts amb impactes, fins i tot, positius.

Analitzant la matriu de Leopold s'observa que un cop realitzada la suma s'obté un valor total d'impacte ambiental -692 punts, cosa que reflecteix la naturalesa i complexitat ambiental que requereix un projecte d'aquestes dimensions i especialment en ser un projecte químic com és la producció de formaldehid. Aquest valor mostra que, tot i les mesures correctives i adoptades per a minimitzar l'impacte mediambiental, l'activitat generada per la indústria realitza un impacte en l'àmbit ambiental significatiu.

En general, totes les accions presenten impactes mediambientals negatius. Sent els més afectats el manteniment i canvi de catalitzador amb un recompte total de -122 punts, juntament amb les emissions de VOC amb un total de -105 punts. Aquests dos punts són els més crítics superant els -100 punts i els quals generen uns impactes negatius arran de la suma de diversos impactes negatius. En últim lloc, trobem també l'emmagatzematge (-83) i el condicionament del terreny (-80) els quals se situen lleugerament per sota però amb una puntuació elevada.

Respecte als serveis més afectats, el punt més crític és el referit a l'atmosfera el qual arriba amb una puntuació de -149 seguit del servei d'aire de la zona amb una puntuació de -147. Aquests dos punts, notablement negatiu, són deguts al sumatori de diversos factors negatius molt importants en la indústria. A més, arran del procés industrial, tant els valors de la contaminació considerats en l'atmosfera com el de l'aire, són difícilment reduïbles.

Tot i això, les operacions dels mescladors i l'operació en l'EDAR són les úniques dues accions que aconsegueixen una puntuació positiva amb un valor de 3 i 25 respectivament. La causa és que els mescladors no presenten un impacte als vectors analitzats i l'operació de l'EDAR el que fa és ajudar a mitigar aquests punts negatius.

Malauradament, no hi ha cap punt dels serveis que aconsegueixi en general un impacte positiu. En aquest cas, només es veuen punts positius en l'operació laboral o l'ús econòmic.

Així doncs, la matriu ens permet confirmar que les accions de mitigació portades a terme per l'empresa generen un efecte positiu amb una bona orientació així com identificar les àrees més crítiques en l'àmbit ambiental. Gràcies a aquesta matriu, també és possible orientar un pla de sostenibilitat a futur i generar una base per a possibles necessitats ambientals futures.

## 6.9 Bibliografia

- [1] European Union. (2006). *Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)*. Official Journal of the European Union, L 396. <http://data.europa.eu>
- [2] European Union. (2023). *Commission Regulation (UE) 2023/1464 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) as regards formaldehyde and formaldehyde releasers*. Official Journal of the European Union, L 180. <http://data.europa.eu>
- [3] Unió Europea. (2012). Directiva 2012/18/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 4 de juliol de 2012, relativa al control dels riscos inherents als accidents greus en els quals intervinguin substàncies perilloses (Directiva Seveso III). *Diari Oficial de la Unió Europea*, L 197, 24 de juliol de 2012, pp. 1-37. <http://data.europa.eu/eli/dir/2012/18/oj>
- [4] European Chemicals Agency [ECHA]. (2026). *Guidance on labelling and packaging in accordance with Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP)*. <https://echa.europa.eu>
- [5] European Union. (2024). *Directive (UE) 2024/1785 of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/75/UE on industrial emissions*. Official Journal of the European Union, L 185. <http://data.europa.eu>
- [6] Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. (2016). *Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación*. Boletín Oficial del Estado, 316, de 31 de diciembre de 2016. <https://www.boe.es>
- [7] *Llei 7/2022, de 8 d'abril, de residus i sòls contaminants per a una economia circular*. Boletín Oficial del Estado, 85, de 9 d'abril de 2022. <https://www.boe.es>
- [8] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2015). *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*. Boletín Oficial del Estado, 219, de 12 de septiembre de 2015. <https://www.boe.es>
- [9] Ministerio de la Presidencia. (2003). *Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades*. Boletín Oficial del Estado, 28, de 1 de febrero de 2003. <https://www.boe.es>
- [10] *Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5524, de 11 de desembre de 2009. <https://portaljuridic.gencat.cat>
- [11] *Decret 139/2007, de 26 de juny, pel qual s'aprova el Reglament d'aplicació de la Llei 22/1983, de 21 de novembre, de protecció de l'ambient atmosfèric*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 4914, de 28 de juny de 2007. <https://portaljuridic.gencat.cat>

- [12] *Decret 81/2024, de 23 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament de la gestió dels residus de Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 9150, de 25 d'abril de 2024. <https://portaljuridic.gencat.cat>
- [13] *Llei 8/2020, del 30 de juliol, de l'impost sobre les emissions de diòxid de carboni dels vehicles de tracció mecànica*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 8191, de 3 d'agost de 2020. <https://portaljuridic.gencat.cat>
- [14] *Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5506, de 16 de novembre de 2009. <https://portaljuridic.gencat.cat>
- [15] Federación Empresarial de la Industria Química Española [FEIQUE]. (2025). *Programa Responsible Care: El compromiso de progreso del sector químico*. <https://www.feique.org>
- [16] International Organization for Standardization. (2018). *Energy management systems — Requirements with guidance for use* (ISO Standard No. 50001:2018). <https://www.iso.org>
- [17] International Organization for Standardization. (2015). *Quality management systems — Requirements* (ISO Standard No. 9001:2015). <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [18] International Organization for Standardization. (2019). *Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals* (ISO Standard No. 14064-1:2019). <https://www.iso.org>
- [19] International Organization for Standardization. (2015). *Environmental management systems — Requirements with guidance for use* (ISO Standard No. 14001:2015). <https://www.iso.org>
- [20] RECICLAMAS. (2024). *Gestión integral de residuos asimilables a urbanos y reciclaje de fracciones industriales*. <https://www.reciclamas.es>
- [21] Baix-Mont Contenidors. (2025). *Serveis de gestió i transport autoritzat de residus de la construcció (Codi T-1854, E-10126.08)*. <https://www.baixmont.com>
- [22] Consejo General de Cámaras de Cataluña. (2025). *Plataforma digital de la Bolsa de Subproductos industriales de Cataluña*. <https://www.borsasubproductos.cat>
- [23] TECNOERASER. (2025). *Tratamiento especializado de residuos peligrosos, catalizadores gastados químicos y fluidos térmicos (Therminol)*. <https://www.tecnoeraser.com>
- [24] Agència Catalana de l'Aigua. (2023). *Tramitació d'abocaments d'aigües residuals industrials i col·lectors de sanejament*. Generalitat de Catalunya. <https://aca.gencat.cat>
- [25] Sistema Integrado de Gestión de Aceites Usados [SIGAUS]. (2025). *Protocolos de recogida y valorización de aceites industriales usados y fluidos térmicos*. <https://www.siga.us>

[26] European IPPC Bureau. (2023). *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Common Waste Gas Treatment in the Chemical Sector (WGC)*. Joint Research Centre, European Commission. <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

[27] Agència de Residus de Catalunya. (2024). *Plataforma SDR: Sistema de declaració de residus i fitxes de sol·licitud de subproductes*. Generalitat de Catalunya. <https://residus.gencat.cat>

[28] Catalunya. Generalitat. (2009). Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten els annexos. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, Núm. 5506, de 16 de novembre de 2009, pp. 84157-84224. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/3675/2080372.pdf>

[29] Catalunya. Generalitat. (2015). Decret 190/2015, de 25 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament de la xarxa de carreteres de Catalunya. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, Núm. 6944, de 27 d'agost de 2015, pp. 1-46. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6944/1527376.pdf>