UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

Carles Cervantes Ricaldi
Mario Fernández Herrán
Adrian Leo Herrera
Eric Miras Brea
Leandro Rafaelich Piulats
Uc Riera Rojas

TUTOR
Josep Anton Torà

CC BY SA

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

CAPÍTOL 6: MEDI AMBIENT

Taula de continguts

6.1. Introducció 6

6.2. Legislació actual 6

6.2.1. Normativa vigent 6

6.2.1.1. Normativa europea 6

6.2.1.2. Normativa espanyola 8

6.2.1.3. Normativa catalana 9

6.2.1.4. Iniciatives municipals 9

6.2.2. Autorització ambiental 10

6.3. Aplicació de les Millors Tècniques Disponibles (MTD) 12

6.3.1. Tecnologia de síntesi i eficiència energètica 12

6.4. Gestió d'emissions i residus 13

6.4.1. Emissions atmosfèriques i tractament de gasos de cua 13

6.4.2. Efluents líquids i condicionants d'abocament 15

6.4.3. Residus sòlids 15

6.4.3.1. Residus banals 15

6.4.3.2. Residus industrials i perillosos 16

6.4.4. Gestió externa de residus 17

6.4.4.1. Gestió externa de residus líquids 17

6.4.4.2. Gestió externa de residus sòlids 17

6.5. Altres vectors de contaminació 19

6.5.1. Contaminació acústica 19

6.5.2. Contaminació lluminosa 20

6.6. Sistema de gestió ambiental 22

6.6.1. EMAS 22

6.7. Avaluació de l'impacte ambiental 24

6.7.1. Metodologia: Matriu de Leopold 24

6.7.2. Anàlisi de resultats i mesures correctores aplicades a la planta 27

6.7.3. Propostes de millora i optimització 27

6.8. Bibliografia 28

6. Medi ambient

6.1. Introducció

Avui en dia el tema del medi ambient s'ha tornat crític, tant pel deure moral de tindre cura d'un planeta cada cop més afectat per la explotació de l'ésser humà, com per l'aparició de normatives cada cop més rigoroses en el que respecta a emissions al medi ambient. Per aquests motius a la planta s'haurà d'aplicar un sistema de control de les emissions, ja que a Formatech es treballa amb productes que poden afectar greument tant al medi ambient com a la salut humana degut a la seva toxicitat o corrosivitat.

6.2. Legislació actual

6.2.1. Normativa vigent

Qualsevol instal·lació química d'aquesta envergadura està sotmesa a un entramat normatiu molt rigorós, estructurat en diferents nivells administratius. La viabilitat del projecte passa per entendre no només quines normatives apliquen, sinó com aquests imperatius legals condicionen directament el disseny dels equips de depuració i els procediments operatius estàndard de la planta.

6.2.1.1. Normativa europea

Tota l'arquitectura legal que regula el nostre sector té com a pilar fonamental les directives i reglaments del Parlament Europeu i del Consell. Més enllà d'un simple recull de preceptes legals, el marc comunitari defineix els estàndards tecnològics i els nivells de qualitat ambiental que estarem obligats a assolir al complex de Tarragona.

- **Prevenció, control d'emissions i responsabilitat mediambiental:**

  La pedra angular del nostre disseny ambiental és la Directiva 2010/75/UE[1] sobre les emissions industrials (coneguda com a IED, d'aplicació transversal a les grans instal·lacions petroquímiques). Aquesta norma és la que ens obliga, com a indústria química de base, a operar sota una Autorització Ambiental Integrada (AAI) i a implementar de forma innegociable les Millors Tècniques Disponibles (MTD). Íntimament lligat a aquesta prevenció estratègica, el nostre projecte ha de donar compliment al Reglament (CE) núm. 166/2006[2] (PRTR - Pollutant Release and Transfer Register), el qual ens exigeix quantificar, registrar i notificar anualment

l'alliberament de qualsevol contaminant cap a l'atmosfera o el medi hídric. Així mateix, per garantir que qualsevol possible dany a l'entorn sigui mitigat o reparat sota el principi de "qui contamina paga", l'operació de la planta queda emparada sota la Directiva 2004/35/CE de responsabilitat mediambiental, atorgant una justificació jurídica incontestable a les fortes inversions previstes en les nostres unitats de pretractament.

- **Protecció de la qualitat de l'aire:**

En la mateixa línia de protecció del medi receptor, la instal·lació s'alinea fermament amb la Directiva 2008/50/CE[3] relativa a la qualitat de l'aire i a una atmosfera més neta a Europa. Aquesta directiva esdevé un paràmetre de disseny crític a l'hora de dimensionar l'incinerador catalític dels nostres gasos de cua, exigint-nos abatre amb màxima eficiència el formaldehid residual i els COVs abans de la seva emissió per la xemeneia.

- **Qualitat del vector hídric:**

Pel que fa a la protecció de les masses d'aigua, ens emparem en la Directiva 2000/60/CE[4], la qual actua com a marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües. Aquesta legislació condiciona de facto la càrrega orgànica, el pH i la toxicitat del nostre efluent just en el punt de control a la sortida de l'àrea de depuració.

- **Gestió i minimització de residus:**

De manera anàloga, el cicle de vida operatiu de la planta, incloent-hi la gestió del nostre catalitzador esgotat i els subproductes generats durant les aturades de manteniment, està estrictament regulada per la Directiva 2008/98/CE[5]. Aquesta norma instaura la jerarquia de residus, prioritzant imperativament la prevenció, la reutilització i la recuperació material per davant de la simple deposició en abocadors controlats.

- **Seguretat química i classificació de substàncies perilloses:**

Finalment, no podem obviar el perfil de risc associat a l'activitat. Tot l'ecosistema químic de la planta queda traçat sota el rigorós escrutini del Reglament (CE) núm. 1907/2006[6] (normativa REACH), garantint un ús transparent i traçable de les substàncies al llarg de tota la cadena de valor. Aquesta regulació es complementa de manera indissociable amb el Reglament (CE) núm. 1272/2008[7] (CLP) sobre classificació, etiquetatge i envasament de substàncies i mescles. Tenint present que el metanol d'alimentació és un líquid altament inflamable i el formaldehid produït presenta propietats irritants, sensibilitzants i potencialment cancerígenes, la seva

categorització escrupolosa i la corresponent senyalització a la planta són un requisit tècnic absolut per a la preservació de la seguretat laboral i mediambiental.

6.2.1.2. Normativa espanyola

En l'àmbit estatal, l'ordenament jurídic espanyol s'encarrega de transposar les grans directives comunitàries per fixar el marc operatiu d'aplicació al territori.

- **Prevenció i control integrat de la contaminació:**

El nucli articulador d'aquesta regulació per al nostre projecte és la Llei 16/2002, de l'1 de juliol[8], de prevenció i control integrats de la contaminació (coneguda comunament com a llei IPPC). Aquesta legislació de compliment ineludible condiciona, des de l'enginyeria conceptual, el disseny del procés Formox imposant l'adopció sistemàtica de les MTD. Paral·lelament la instal·lació se subordina a la Llei 7/2007, de 9 de juliol[9], de gestió integrada de la qualitat ambiental, que consolida els criteris de prevenció en l'origen per a totes les emissions i abocaments.

- **Avaluació d'impacte ambiental:**

Prèviament a qualsevol intervenció sobre l'emplaçament del polígon 'Satèl·lits', el projecte ha de superar el rigorós escrutini administratiu i tècnic dictaminat per la Llei 21/2013, de 9 de desembre[10], d'avaluació ambiental. Aquesta norma, que actualitza els procediments anteriorment fixats per la Llei 6/2001, de 8 de maig[11], assegura que l'escala de la nostra planta i el dimensionament de l'àrea de depuració són harmònics amb la capacitat de càrrega de l'ecosistema industrial tarragoní.

- **Gestió de residus i economia circular:**

Pel que fa a les operacions periòdiques de substitució d'elements actius, la recent Llei 7/2022, de 8 d'abril[12], de residus i sòls contaminats per a una economia circular esdevé un condicionant estratègic de primer ordre. Aquesta normativa ens obliga a tancar el cicle de vida dels nostres consumibles industrials, incidint amb especial èmfasi en la gestió del catalitzador esgotat d'òxid de ferro-molibdè i potenciant la via de la recuperació per sobre de l'eliminació.

- **Responsabilitat mediambiental:**

Amb l'objectiu de blindar l'operació davant de qualsevol imprevist o fuita accidental, l'activitat queda plenament sotmesa a la Llei 26/2007, de 23 d'octubre [13], de responsabilitat ambiental. Aquest marc imposa la formalització de garanties financeres sota la premissa innegociable de la reparació del dany, atorgant un pes jurídic decisiu a la fiabilitat de les nostres barreres de contenció i depuració.

- **Transparència i participació pública:**

Tot aquest desenvolupament d'enginyeria s'ha d'executar sota la màxima transparència envers la societat civil, donant compliment estricte a la Llei 27/2006, de 18 de juliol [14]. Aquest text regula els drets d'accés a la informació, de participació pública i d'accés a la justícia en matèria de medi ambient, garantint que qualsevol ciutadà o entitat pugui auditar el comportament de la nostra fàbrica.

6.2.1.3. Normativa catalana

A escala autonòmica, la Generalitat de Catalunya desplega un marc competencial estricte per a la prevenció i avaluació d'activitats de gran incidència territorial.

- **Prevenció i control ambiental:**

La columna vertebral del sistema català és la Llei 20/2009, de 4 de desembre [15], de prevenció i control ambiental de les activitats. Donat que la síntesi de formaldehid és una activitat química de base que supera els llindars de l'annex I d'aquesta norma, la planta té l'obligació categòrica d'obtenir la respectiva Autorització Ambiental Integrada (AAI), recollint el testimoni històric de la Llei 13/2001, de 13 de juliol [16]. Complementàriament, el projecte haurà d'integrar els preceptes de la Llei 12/2006, de 27 de juliol [17], de mesures en matèria de medi ambient, que actualitza i afina els criteris d'adequació de les activitats d'incidència ambiental ja consolidades al territori.

- **Avaluació de plans i programes:**

Des d'una òptica de planificació urbanística i estratègica, les infraestructures i vials vinculats a la nostra parcel·la queden sota el focus de la Llei 6/2009, de 28 d'abril [18], d'avaluació ambiental de plans i programes. Aquest instrument assegura que qualsevol desenvolupament sectorial del polígon minimitzi els impactes acumulatius i sinèrgics sobre el Camp de Tarragona.

6.2.1.4. Iniciatives municipals

Tot i tractar-se de l'àmbit administratiu més local, esdevé l'esglaó que fixa les restriccions d'enginyeria més severes pel que fa a la integració urbana i a la gestió dels abocaments finals.

- **Sanejament i abocaments líquids:**

L'arquitectura civil de la planta preveu la connexió de les aigües de procés i neteja a la xarxa unitària de clavegueram (col·lector de formigó de 800 mm) situada a 3,5 metres de profunditat respecte a la cota del carrer. L'ús d'aquesta infraestructura

municipal queda intervingut pel Reglament del Servei de Clavegueram i Depuració de l'Ajuntament de Tarragona, operat per la companyia EMATSA[19]. És imperatiu destacar que aquesta normativa local prohibeix terminantment el pas cap a la xarxa pública de compostos tòxics o biocides. Atès el fort caràcter bactericida del formaldehid, un abocament accidental directe cap al clavegueram provocaria un xoc tòxic irreversible sobre la biocenosi dels fangs actius de l'EDAR municipal. És aquesta tolerància zero del reglament la que ens aboca, ineludiblement, a dissenyar i implantar la unitat de pretractament intern per oxidació alcalina prèvia a l'abocament.

- **Gestió de residus assimilables[20] i contaminació acústica[21]:**

Pel que fa a la interacció quotidiana de l'equip humà i operatiu, la planta es regeix per l'Ordenança General de Medi Ambient de l'Ajuntament de Tarragona. Aquesta regulació fixa els criteris operatius per a la recollida segregada dels residus assimilables a urbans (generats en àrees de control i descans) i, de manera crítica, imposa els llindars d'immissió acústica. Això ens obliga a executar els corresponents aïllaments sonors en la sala de compressors per esmorteir el soroll inherent a la impulsió d'aire de la tecnologia Formox.

- **Control de qualitat de l'aire, olors i compostos orgànics volàtils:**

A banda del marc regulador estrictament municipal, la nostra inclusió dins l'àrea d'influència del Polígon Petroquímic de Tarragona ens converteix en part activa de les iniciatives de control d'aquesta agrupació. A causa de la utilització massiva de compostos volàtils, l'activitat està sota l'escrutini de l'Observatori de la Qualitat de l'Aire[22]. Així mateix, el projecte s'alinea plenament amb el Projecte Nassap, una plataforma territorial d'alerta i control d'emissions difuses i olors (COVs), assegurant que la nostra producció química assoleixi una convivència òptima i lliure d'episodis odorífers amb els nuclis poblacionals propers.

6.2.2. Autorització ambiental

L'activitat d'una planta de producció de formaldehid es troba inclosa en l'annex I.1 de la llei 20/2009 del 4 de desembre[23], de prevenció i control ambiental de les activitats, per tant és necessària l'obtenció d'una autorització ambiental.

Per tal d'obtenir una autorització ambiental s'han de preparar un projecte amb els següents documents per tal de presentar-los a les Oficines de Gestió Ambiental Unificada (OGAU)[24]:

- Descripció de les activitats, instal·lacions, processos i tipus de producte.

- Documentació per al control de la seguretat, salut de les persones o medi ambient.
- Informe d'estat ambiental del lloc i impactes previstos.
- Matèries primeres, substàncies i energia generades o utilitzades en la instal·lació.
- Identificació dels focus generadors d'emissions: tipus, quantitats i els seus efectes sobre el medi ambient.
- Tecnologies o tècniques previstes per prevenir, evitar o reduir emissions.
- Mesures de prevenció i gestió de residus.
- Mesures de control d'emissions.

A més del projecte sobre la planta serà necessària la següent documentació:

- Informe de l'ajuntament de compatibilitat urbanística, independent del de llicència d'obres.
- Documentació exigida per la legislació per a l'autorització de vessaments.
- Quan l'activitat impliqui l'ús, producció o emissió de substàncies perilloses rellevants, un informe base abans de començar l'explotació de la instal·lació amb la informació necessària per determinar l'estat de contaminació del sòl i de les aigües subterrànies a l'emplaçament de la instal·lació.
- La documentació tècnica per a poder determinar les mesures relatives a les condicions d'explotació en situacions diferents de les normals que puguin afectar al medi ambient (posada en marxa, fuites, fallades en el funcionament, parades temporals, tancament definitiu, etc).
- Resum tècnic per al tràmit de la informació pública.

Un cop entregada la documentació pertinent, s'iniciarà el tràmit el qual consta dels següents passos:

a) Verificació formal de la documentació presentada.

b) Anàlisi de la suficiència i la idoneïtat del projecte, de l'estudi d'impacte ambiental i altra documentació que ha d'acompanyar la sol·licitud.

c) Informació pública i informes perceptius.

d) Declaració d'impacte ambiental i proposta de resolució provisional.

e) Tràmit de l'audiència.

f) Proposta de resolució.

g) Resolució.

h) Notificació i comunicació.

i) Publicació de la declaració d'impacte ambiental.

j) Publicació de la resolució de l'autorització ambiental de les activitats de l'annex I.1.

Durant aquest procés pot ser demanada més documentació o canvis a la ja presentada. S'han de complir aquestes peticions per tal de poder continuar amb el tràmit.

Un cop l'OGAU ha aprovat l'autorització ambiental, aquesta ha de ser renovada cada 4 anys a partir d'informació recollida durant controls i inspeccions.

6.3. Aplicació de les Millors Tècniques Disponibles (MTD)

L'aplicació de tot l'entramat normatiu descrit anteriorment a la realitat operativa de la planta de formaldehid exigeix un mecanisme d'intervenció administrativa que avaluï, validi i controli l'impacte global de la instal·lació. Aquest mecanisme no es basa únicament en la consecució i justificació de límits d'emissió teòrics, sinó en la demostració vàlida de que el disseny d'enginyeria ha adoptat les solucions tecnològiques més avançades[25], segures i respectuoses amb l'entorn que es troben actualment disponibles al mercat industrial.

6.3.1. Tecnologia de síntesi i eficiència energètica

La decisió d'implantar la tecnologia Formox sobre la base d'un catalitzador d'òxid de ferro-molibdè, descartant el procés tradicional de la plata sobre llit fix, constitueix en si mateixa l'aplicació d'una MTD primària. Aquest enfocament permet operar amb un gran excés d'aire mantenint la mescla fora del rang d'explosivitat i assolir conversions de metanol pràcticament completes. Gràcies a aquesta alta selectivitat cinètica, s'evita la necessitat d'incorporar complexes columnes de destil·lació aigües avall per separar l'alcohol no reaccionat, un fet que es tradueix en una reducció dràstica del consum energètic global i en una minimització notable de la generació d'aigües residuals de procés.

També podem afegir que utilitzem les MTD per tractar amb les emissions de gasos al medi ambient. Per no emetre els contaminants del voluminós corrent de gas de cua

provinent de la torre d'absorció i atès el seu baixíssim poder calorífic, la MTD prescrita i adoptada al nostre disseny és l'ús d'un oxidador tèrmic regeneratiu. Aquesta tecnologia ens permet destruir més del 99,5% del formaldehid residual, el monòxid de carboni i els COVs.

6.4. Gestió d'emissions i residus

En una planta química és indispensable comptar amb un pla de gestió d'emissions i residus, sobretot en una planta on es tracten productes nocius com poden ser el metanol i el formaldehid. Aquests productes no només són perjudicials per a la salut humana, també poden causar grans danys a la fauna i flora, a més de causar problemes a les EDAR en cas de vessament pel clavegueram. Sumant també l'existència de normatives amb les quals no es pot negociar. Per aquests motius es monitoraran totes les emissions, gasoses, líquides i sòlides, per tal de gestionar-les de forma correcta, sigui internament o externament.

6.4.1. Emissions atmosfèriques i tractament de gasos de cua

La naturalesa intrínseca del procés Formox determina de manera absoluta el perfil d'emissions atmosfèriques de la fàbrica. Com s'ha justificat prèviament en el disseny cinètic del reactor, la reacció d'oxidació catalítica del metanol requereix treballar amb un excés massiu d'aire per assegurar que la mescla reactiva es mantingui constantment per sota del límit Inferior d'explosivitat, el qual se situa al voltant del 6% en volum per al metanol. Aquesta imposició d'enginyeria, innegociable per a la seguretat industrial, genera com a contrapartida un flux incondensable de gas de cua d'un volum extraordinàriament elevat, el qual abandona el procés de forma contínua de la torre d'absorció.

Aquest cabal gasós està constituït en la seva immensa majoria per nitrogen inert, oxigen residual, monòxid de carboni i vapor d'aigua.

Per altra banda, també s'han de tenir en compte els gasos que es generen a la torre de destil·lació, els quals estan formats principalment per aigua i metanol, amb algunes traces de formaldehid.

Tots els cabals residuals de gas s'ajunten, donant un únic cabal amb la següent composició:

Taula 6.1. Composició dels gasos de sortida.

Contaminant	Cabal màssic (Kg/h)	Cabal molar (Kmol/h)	Cabal volumètric en condicions normals (m^3/h)	Concentració amb O2 al 3% sec (mg/Nm^3)
Metanol	39,95	1,25	27,94	3.250,82
CO	218,4	7,80	174,82	17.773,92
Formaldehid	19,37	0,65	14,46	1.576,38
Aigua	3.249,79	180,54	-	-
Nitrogen	43.507,00	1553,10	34.809,20	3.540.702,91
O2	10.449,75	326,56	7.319,21	850.425,45

Els límits establerts per als diferents gasos contaminants són[26]:

- CO: 4-50 mg/Nm^3
- Formaldehid: 1-5 mg/Nm^3
- Metanol: 1-20 mg/Nm^3

La resta de gasos no tenen límits legals d'emissió.

Com es pot veure a la Taula 6.1. les emissions de tots els compostos contaminants superen aquests límits per molt, per tant un tractament adequat de gasos serà imprescindible per complir amb la normativa vigent.

Aquests gasos contaminants posseeixen un gran poder calorífic el qual es pot utilitzar per a la generació d'energia al mateix temps que es consumeixen per netejar els gasos que s'emeten. Per poder aprofitar aquesta calor, s'ha optat per un oxidador tèrmic regeneratiu[27]. Aquest mètode permet oxidar tant el metanol com el monòxid de carboni, a part de reduir encara més la quantitat de formaldehid. A més, durant l'oxidació s'arriba a temperatures d'entre 760°C i 820°C podent arribar fins i tot als 1.100 °C.

Si calculem les necessitats en percentatge de reducció tant del metanol com del CO obtenim:

- CO: reducció del 99,7%

- Metanol: reducció del 99,4%
- Formaldehid: reducció de 99,7%

Aquest mètode permet una eliminació de més del 99,5% dels contaminants, per tant s'haurà de monitorar exhaustivament els nivells de CO ja que és necessari reduir molt la seva quantitat, però amb un únic oxidador. A més, l'oxidador permet recuperar fins a un 95% de la calor generada, sent molt útil per aportar energia calorífica a altres zones de la planta.

També s'ha analitzat la possibilitat d'instal·lar un scrubber amb un posterior tractament biològic de l'efluent líquid, però aquest procés no permet eliminar el monòxid de carboni.

6.4.2. Efluents líquids i condicionants d'abocament

Tot i que la planta es troba connectada al sistema de clavegueram de Tarragona, aquest municipi té uns límits estrictes de contaminants a les aigües que s'aboquen [28]. El compost més problemàtic que tenen les aigües d'un procés Formox és el formaldehid, ja que aquest actua com a bactericida, i si arribés a una EDAR en una concentració massa elevada podria ser un problema per al tractament biològic d'aquesta.

Els límits imposats pel govern de Tarragona són de 2 mg/L per al formaldehid i un límit de demanda química d'oxigen (DQO) de 1.000 mg/L diaris o 1.500 mg/L de forma instantània[28].

El moment on és generen aigües residuals amb major concentració de contaminants és durant les operacions de manteniment i neteja. Les aigües generades durant aquestes activitats s'emmagatzemaran per posteriorment ser enviada a un gestor extern.

6.4.3. Residus sòlids

En planta no només es generen residus sòlids per part del procés però també de totes les activitats en altres zones com el laboratori o les oficines. Per aquest motiu estudiarem de forma separada els residus banals i els residus perillosos.

6.4.3.1. Residus banals

Per tota la planta es generen residus molt variats, els quals per qüestions legals s'han de separar per al seu posterior reciclatge. Per aquest motiu la planta disposarà de diferents contenidors per a la correcta recollida dels diferents residus [29].

- **Paper i cartró:** Contenidor de color blau on se separen els papers i cartrons que no estiguin contaminats per altres residus.
- **Envasos lleugers:** Contenidor de color groc on se separen envasos de plàstic, llaunes i brics.
- **Vidre:** Contenidor de color verd destinat a separar els envasos de vidre.
- **Fracció orgànica:** Contenidor de color marró on es recullen restes de material biodegradable.
- **Resta**: Contenidor de color gris on es recullen aquells residus que no són reciclables o bé no tenen un contenidor específic.

6.4.3.2. Residus industrials i perillosos

Els dos grans focus de generació de residus industrials són el laboratori i el procés de producció de formaldehid. En el cas d'una planta química la gran majoria dels residus generats fora de les oficines són considerats perillosos, per tant, seran tots emmagatzemats per ser gestionats per una empresa externa.

- **Residus de laboratori:** En el laboratori s'haurà de comptar amb diferents contenidors per tal de separar aquells compostos que puguin reaccionar entre si per tal de mantenir un entorn segur. Altres residus generats són material impregnat dels productes químics, els quals podrien ser reciclats com residus banals però la contaminació amb productes de laboratori fa que hagin de ser tractats amb més cura. Aquests productes poden ser materials de vidre trencat, guants, paper, o eines d'un sol ús.
- **Catalitzador:** Pel que fa al procés productiu de formaldehid, la principal producció de restes sòlids és el catalitzador esgotat, el qual s'haurà d'emmagatzemar per ser retornat al proveïdor, qui gestionarà adequadament aquest residu.
- **Equips de protecció individual:** Segons el tipus de EPI, aquest poden ser tractats com residus urbans (com per exemple un casc) o si han estat en contacte amb productes perillosos es tracten com residus industrials (uns guants que han manipulat productes químics).
- **Peces i equips:** Les peces canviades per manteniment o els equips obsolets són gestionats per una empresa externa.
- **Residus d'obra:** Restes generades a partir de la construcció o la remodelació de les estructures de la planta. Requereixen un contenidor especial.

- **Piles i bateries:** Contenidor especialitzat en la recollida de piles i bateries degut a la seva perillositat pel medi ambient.
- **Residus Aparells elèctrics i electrònics:** Contenidor de mida variable on s'aboquen els aparells elèctrics i electrònics com per exemple cartutxos d'impressora., bombetes de baix consum o fluorescents.

6.4.4. Gestió externa de residus

Per la cerca de gestors externs s'ha utilitzat la web del sistema documental de residus (SDR)[30].

6.4.4.1. Gestió externa de residus líquids

Els residus líquids amb necessitat de gestió externa són principalment les aigües de neteja, ja que aquestes porten gran quantitat de metanol i formaldehid. L'empresa escollida per aquesta gestió ha estat Ecológica Ibérica y Mediterránia S.A.

- **Direcció:** Ctra. N-340, Km. 1156 43110 Tarragona
- **Codi del gestor:** E-1275.11
- **Codi NIMA:** 4300067353
- **Telèfon:** 977 555 850
- **Correu electrònic:** xavier.ibarz@tradebe.com

6.4.4.2. Gestió externa de residus sòlids

A la planta, els residus s'emmagatzemaran a l'espera que una empresa externa els reculli. Aquestes empreses duran a terme el tractament adequat per a cada tipus de residu.

- **Plàstic, vidre, paper i cartró i resta:**

  Els residus banals més comuns seran recollits per Ecotrans Tarraco S.L. de manera setmanal.

  - **Direcció:** Pol. Ind. Entrevies – C/ De La Classificació, 8 43006 Tarragona
  - **Codi del gestor:** E-1666.16
  - **Codi NIMA:** 4300084035
  - **Telèfon:** 902 730 719
  - **Correu electrònic:** administracion@ecotranstarraco.com

- **Fracció orgànica:**

La fracció orgànica serà recollida cada setmana i tractada pel Centre de Tractament de Residus de Botarell, explotat per Secomsa.

  - **Direcció:** Pol. Ind. 13 - - , Parc. 1 43772 Botarell
  - **Codi del gestor:** E-1481.14
  - **Codi NIMA:** 4300076556
  - **Telèfon:** -
  - **Correu electrònic:** iolesti@secomsa.cat

- **Piles, bateries, cartutxos d'impressora, bombetes i fluorescents:**

Aquests residus seran recollits per l'empresa Bratar Mediterránea de Reciclaje S.L. qui actuarà com centre de recollida i transferència. Aquest residus com no es generen en tanta quantitat com la resta, es recolliran quan els respectius contenidors estiguin prop d'emplenar-se.

  - **Direcció:** Pol. Ind. Riu Clar – C/ Sofre, Nau B-10-B, 28-36 43006 Tarragona
  - **Codi del gestor:** E-1244.11
  - **Codi NIMA:** 4300066822
  - **Telèfon:** 977 206 492
  - **Correu electrònic:** info@bratarmr.com

- **Residus d'obra:**

La runa generada per les obres serà recollida i gestionada per la Gestor de Runes del Tarragonès S.L. La freqüència de recollida dependrà de la velocitat a la que s'omplin els contenidors de runa.

  - **Direcció:** Paratge de la Capellana
  - **Codi del gestor:** E-781.02
  - **Codi NIMA:** 4300012687
  - **Telèfon:** 934 147 488
  - **Correu electrònic:** gestora@grc.cat

- **Residus de laboratori:**

Els productes químics residuals del laboratori seran recollits i tractats per Ecológica Ibérica y Mediterránea S.A. Aquest residus es recolliran a mesura que s'omplin els seus respectius contenidors.

  - **Direcció:** Ctra. N-340, Km. 1156 43110 Tarragona
  - **Codi del gestor:** E-1275.11
  - **Codi NIMA:** 4300067353
  - **Telèfon:** 977 555 850
  - **Correu electrònic:** xavier.ibarz@tradebe.com

6.5. Altres vectors de contaminació

6.5.1. Contaminació acústica

S'entén per contaminació acústica l'excés de so que altera les condicions normals de l'ambient en una determinada zona. Si bé aquest tipus de contaminació no s'acumula en el temps, si que pot produir efectes adversos en la qualitat de vida dels éssers vius. Els efectes d'estar sotmès a alts decibels no es limiten a la pèrdua de la capacitat auditiva, algun exemples d'aquest efectes serien l'estrès, la histèria, augment del colesterol i triglicèrids, entre d'altres.

Mitjançant lleis com la **llei 37/2003, de 17 de novembre**[31], del Soroll, o la **llei 16/2002, de 28 de juny**[32], de Protecció contra la Contaminació Acústica, es regula aquest tipus de contaminació.

Una planta de producció té molts focus de emissió de sorolls, degut a la elevada quantitat d'equips que els generen, com les bombes o compressors, per tant es important limitar aquestes emissions, tant per els treballadors com per el medi que envolta la planta.

Segons l'ordenança general de convivència ciutadana i ús dels espais públics de Tarragona, els límits per a sorolls a l'exterior dels edificis de 70dB entre les 8h i les 22h i 60dB entre les 22h i les 8h per a edificis ubicats en polígons industrials.

Per reduir aquestes emissions o els seus efectes, es poden dur a terme diferents accions:

- Dissenyar de forma òptima els equips per tal de minimitzar vibracions i sorolls

- L'ús dels equips de protecció individuals adients per part dels treballador
- L'ús de zones insonoritzades o barreres acústiques per reduir la quantitat de soroll emès al exterior.

6.5.2. Contaminació lluminosa

La contaminació lluminosa ve limitada per **la llei 6/2001, de 31 de maig**[33]**,** d'Ordenació Ambiental del Enllumenat per la Protecció del Medi Nocturn. Aquesta llei identifica 5 zones diferents:

- **Zona E1:** Àrees incloses en el pla d'espais d'interès natural o en àmbits territorials que hagin de ser objecte d'una protecció especial, per raó de les seves característiques naturals o del seu valor astronòmic, en les quals només es pot admetre una lluentor mínima.
- **Zona E2:** Àrees incloses en àmbits territorials que només admeten una lluentor reduïda.
- **Zona E3:** Àrees incloses en àmbits territorials que admeten una lluentor mitjana.
- **Zona E4:** Àrees incloses en àmbits territorials que admeten una lluentor alta.
- **Punts de referència:** Punts pròxims a les àrees de valor astronòmic o natural especial incloses en la zona E1, per cada un dels quals hi ha que establir una regulació específica en funció de la distància a la que es trobin de l'àrea en qüestió.

A la Figura 6.1. podem observar un mapa de colors de les diferents zones delimitades a Tarragona.



Figura 6.1. Mapa zones de Tarragona. [34]

En la figura 6.1 el color vermell indica zones E1, el groc zones E2, blau clar zones E3 i finalment blau fosc Zones E4. Es pot veure com les part que corresponen a els polígons industrials estan marcats com zones E3, per tant només es permet una lluentor mitjana.

Entre les limitacions es troben:

- Làmpades que tinguin menys del 15% de radiància per sota dels 440 nm, dins del rang de longituds d'ona comprès entre 280 i 780 nm.
- Un percentatge màxim de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat d'un llum de 10% per l'horari de vespre i de 5% per l'horari de nit.
- Una intrusió lumínica de 10 lux al vespre i 5 lux a la nit.
- Intensitat lluminosa màxima de 10.000 cd.
- Un nivell màxim de luminància d'enllumenat exterior comercial i publicitari de 800 cd/m^2.
- Un nivell de luminància per a l'enllumenat exterior ornamental de 10 cd/m^2 de mitja o 60 cd/m^2 de màxima. Aquest enllumenat s'ha de mantenir apagar durant la nit.

Per tal de mantenir els nivells lumínics per sota dels límits legals es prendran les següents mesures:

- Instal·lar sistemes d'il·luminació eficients.
- Bon disseny del sistema d'il·luminació, per tal de reduir la quantitat de llum innecessària.
- Implantar un sistema de regulació de les llums segons en nivell d'il·luminació natural del moment.

6.6. Sistema de gestió ambiental

Un sistema de gestió ambiental o SGA és una forma estructurada i sistemàtica per administrar i controlar els impactes ambientar que genera la planta. L'objectiu és minimitzar la petjada ecològica, complir amb les regulacions vigents i promoure pràctiques sostenibles en les operacions.

Les normatives més comunes pel que fa a un SGA es la ISO 14001, en l'àmbit internacional, i l'Eco-Management and Audit Scheme o EMAS, a escala europea.

S'ha decidit aplicar la normativa EMAS, com que és més estricta que la ISO 14001 i, com no són excloents, en complir amb la normativa EMAS també es podrà optar per un certificat ISO.

6.6.1. EMAS

EMAS[35] és una eina de gestió ambiental establerta per la Comissió Europea per ajudar les organitzacions a millorar el seu rendiment ambiental. Aquesta millora s'aconsegueix oferint suport en l'avaluació, la comunicació i la millora de l'impacte ambiental.

Per tal d'obtenir el certificat EMAS, una organització ha de complir els següents punts:

- **Revisió ambiental:** es necessita una anàlisi integral de les activitats, productes i serveis de l'organització i el seu impacte ambiental.
- **Política ambiental:** definició dels objectius ambientals generals de l'organització i compromís amb la millora continua del desenvolupament ambiental.
- **Programa ambiental:** descripció de les mesures, responsabilitats i medis per complir els objectius i metes ambientals.
- **Sistema de gestió ambiental:** part d'una organització que implica estructura, planificació d'activitats, responsabilitats, pràctiques, procediments, processos i

recursos per a desenvolupar, implementar, aconseguir, revisar i mantenir la política ambiental i gestionar els aspectes ambientals.

- **Auditoria ambiental:** Avaluació sistemàtica, documentada, periòdica i objectiva de l'execució ambiental de l'organització, del sistema de gestió i dels processos dissenyats per a protegir el medi ambient, realitzada per auditors interns.
- **Declaració ambiental:** Informes complerts i periòdics públics sobre l'estructura i les activitats de l'organització, política ambiental i sistema de gestió, aspectes i impactes ambientals, programa, objectius i metes ambientals, l'execució ambiental, i compliment de la legislació.
- **Verificació i registre:** Els passos anteriors han de ser verificats per un verificador ambiental acreditat. La declaració ambiental validada ha d'enviar-se a l'organisme competent de EMAS (que existeix a cada país de la Unió Europea) per al seu registre i posar-se a disposició del públic abans que una organització pugui utilitzar el logotip de EMAS.

Els beneficis principals de l'acreditació EMAS són:

- Rendiment ambiental i financer a través d'un marc sistemàtic: per exemple, augment de recursos i eficiència energètica.
- Gestió de riscos i oportunitats: com el compliment legal.
- Credibilitat, transparència i reputació: com la verificació i validació a través de verificadors ambientals independents.
- Empoderament i motivació dels treballadors: millor participació del personal, major conscienciació, coses que condueixen a innovacions.

Els costos relacionats amb EMAS són:

- **Costos fixos:** taxes de validació/verificació, taxes de registre, integració del logotip EMAS en el disseny corporatiu.
- **Costos externs:** Sovint és necessari contractar una consultora amb experiència per ajudar a la implementació i la presentació d'informes, tot i no ser obligatòria.
- **Costos interns:** personal i recursos tècnics necessaris per a implementar, administrar i presentar els informes.

6.7. Avaluació de l'impacte ambiental

L'avaluació de l'impacte ambienta és una part vital de la documentació d'una planta química, ja que és requerida per raons legals i per obtenir altres certificats com la ISO o la EMAS.

Aquesta avaluació ens permet valorar els efectes que provoca l'activitat de la planta em referència al medi ambient. Aquests efectes poden ser sobre, per exemple, els cossos d'aigua, hàbitats naturals de fauna i flora, o la qualitat de l'aire de la zona.

Uns dels mètodes més emprats a l'hora de fer una avaluació d'impacte ambiental és la matriu de Leopold.

6.7.1. Metodologia: Matriu de Leopold

La matriu de Leopold[36] permet organitzar en forma de taula els diferents impactes que té una planta química tant en aspectes ambientals com en aspectes d'interès humà com la generació de treballs o la seguretat.

Aquest mètode utilitza una taula amb les següents parts:

- **Files:** Diferents factors tant ambientals com humans sobre els quals hi ha un efecte.
- **Columnes:** Activitats que poden tenir un impacte sobre els diferents factors llistats a les files.
- **Interseccions:** Magnitud i importància de l'efecte de l'activitat sobre el factor ambiental o humà.

D'aquest últim punt cal definir breument els valors de magnitud i importància

- **Magnitud:** Fa referència a l'extensió de l'efecte. Els seus valors varien de 0 a 10 i poden ser tant valors positius com negatius, segons la naturalesa de l'efecte.
- **Importància:** Quantifica quan nociu o beneficiós és l'efecte (segons el signe de la magnitud).

A partir d'aquestes tres parts principals es pot fer un estudi de l'impacte de la planta tant en l'àmbit ambiental com humà. També es poden fer els sumatoris dels productes [magnitud * importància] tant de les files com les columnes per tal de veure quin factor

es veu més afectat per l'activitat de la planta o quina activitat és la més perjudicial per a l'ambient.

Els avantatges d'aquest mètode d'avaluació, són:

- La informació es troba molt estructurada i es poden veure els impactes de cada part de la planta de forma clara i ràpida.
- La metodologia és senzilla i sistemàtica.
- Es poden estudiar els efectes tant per activitat de la planta com per cada factor ambiental.
- En cas d'una millora en el procés és molt fàcil fer un canvi a la matriu sense haver de fer-la completament nova.

Per altra banda, els seus desavantatges són:

- Depèn molt de l'experiència i judici d'aquell que faci l'estudi, ja que els valors de magnitud i importància no estan estandarditzats.
- S'estudia l'impacte de diferents activitats de forma aïllada, sense tindre en compte la interacció amb altres activitats i com això afectaria als factors ambientals i humans.
- Si bé es donen valors numèrics per a cada impacte, aquest no donen una explicació de per què afecten com afecten.

Tenint en compte tot l'esmentat a aquest apartat s'ha creat la següent matriu de Leopold:

	Factors ambientals	Acondicionament del terreny	Construcció i obra civil	Transport, càrrega i descàrrega	Emmagatzematge de matèries primeres	Reactor	Bescanviadors de calor	Torre de destil·lació	Absorbidor	Caldera	Oxidador tèrmic regeneratiu	Equips amb motor	Manteniment	Laboratoris	Oficines	Oficines	Sistemes d'iluminació	Plaques solars	Afectacions +	Afectacions -	Total afectacions	Agregat de l'impacte
Contaminació ambiental	Qualitat de l'aigua	-3/4	-2/3	-3/6	-3/7	-2/6	-2/4	-2/6	-2/6	-2/4		-2/4	-2/4	-2/5	-1/2	-1/2			0	14	14	-139
	Consum d'aigua	-2/3	-3/3	-1/2				-4/5	-6/8	-3/5			-1/2	-1/2	-2/3	-2/3		-1/1	0	11	11	-117
	Qualitat de l'aire	-4/4	-3/3	-4/5		-3/7		-2/4	-3/7	-6/8	6/9	-2/4	-1/3	-2/4					1	10	11	-108
	Temperatura de l'aire					-3/4	-1/2	-2/3	-2/3	-4/4	-3/3	-1/2						-1/1	0	8	8	-54
	Alteració d'hàbitats naturals	-7/8	-2/4														-2/4		0	3	3	-72
	Qualitat de la terra del subsòl	-6/7	-8/9	-3/6	-4/8	-2/6		-2/6	-1/5			-2/5	-3/6						0	9	9	-221
	Paisatge	-5/4	-6/5	-3/3	-5/4			-5/6	-4/5	-4/5	-4/5	-1/1	-1/2		-2/3	-2/3	-2/3	-2/3	0	14	14	-196
	Sons i vibracions	-6/5	-5/4	-5/5		-2/3	-1/2	-2/3	-2/4	-3/4	-3/5	-6/8	-3/5						0	11	11	-187
	Contaminació lluminosa	-1/2	-2/3	-2/3				-1/1	-1/1				-1/2		-1/2	-1/2	-5/7	-1/2	0	10	10	-59
Aspectes d'interès humà	Valorització de la zona	-5/7	-4/6	-4/6	-4/7	-5/8		-3/5	-3/5	-4/6		-2/4		1/3	2/4	2/4		2/4	4	9	13	-186
	Treballs generats	3/4	6/7	4/5	1/3	2/5	1/2	2/4	2/4	2/4	1/3	2/5	5/8	3/6	4/7	4/7		1/2	16	0	16	242
	Salud	-2/3	-2/4	-3/6	-2/6	-4/8		-3/6	-4/8	-3/7	4/8	-3/7	-4/9	-3/7			-1/3		1	12	13	-196
	Seguretat	-4/6	-5/8	-6/9	-6/9	-8/9	-3/5	-5/7	-4/7	-6/9	-4/7	-4/6	-5/9	-2/5	-1/2	-1/2	4/8	-1/3	1	16	17	-458
	Energies no renovables	-4/5	-5/5	-7/7		-2/4	3/6	-7/8	-3/5	-8/9	-2/6	-7/8	-1/3	-1/2	-3/5	-3/5	-3/5	7/8	2	14	16	-289
	Total d'afectacions +		1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	3	25		
	Total d'afectacions -		12	12	11	6	9	4	12	12	10	5	10	10	6	6	6	5	5		141	
	Total d'afectacions		13	13	12	7	10	6	13	13	11	8	11	11	8	8	8	6	8			166
	Sumatori de l'impacte		-257	-215	-223	-164	-205	-7	-211	-203	-282	5	-176	-94	-32	3	3	-35	53			-2040

Figura 6.2. Matriu de Leopold de la planta de producció de formaldehid.

6.7.2. Anàlisi de resultats i mesures correctores aplicades a la planta

El resultat final de la matriu de Leopold ens indica que l'impacte total de la planta és de –2040. Aquest valor si bé sembla molt gran és normal, ja que a una planta química, més específicament una on es treballa amb productes tòxics com el formaldehid o inflamables com el metanol, els impactes sobre salut, seguretat i medi ambient són molt elevats i negatius.
De les diferents activitats i factors estudiats, destaquen els següents:

- **Condicionament del terreny i obra civil:** Si bé aquests apartats tenen valors molt baixos degut als seus impactes, molts d'ells com l'afectació a la qualitat de l'aigua o aire, són temporals.
- **Laboratori, oficines cuina i menjador:** Aquestes són les activitats amb menys impacte de la planta, tenint les oficines i cuina/menjador un impacte positiu degut principalment als baixos riscos, poc consum de recursos comparat amb la zona de producció i la creació de llocs de treball.
- **Treballs generats:** Respecte als factors, els treballs generats és l'únic amb un impacte final positiu, ja que en cap cas aquest pren un valor de magnitud negatiu.
- **Seguretat:** De forma esperable la seguretat és el punt més feble de la planta, per la naturalesa dels reactius i producte amb què es treballa, a més de la perillositat intrínseca de la maquinària amb la qual es treballa o bé amb altes pressions o bé amb altes temperatures.
- **Energies no renovables:** Les necessitats energètiques de la planta obliga el consum de fonts no renovables d'energia com el gas natural per tal d'obtenir tant energia calorífica com elèctrica, ja que la producció de les plaques solars resulta insuficient.

6.7.3. Propostes de millora i optimització

Per tal de millorar l'impacte ambiental de la planta es poden prendre mesures per tal d'eliminar, o bé reduir els impactes que provoquen els diferents equips. Una proposta seria la impermeabilització completa de la zona immediatament inferior als equips que tractin cabals amb metanol o formaldehid, per tal que en cas de fuita, aquesta no filtri al sòl per tal de reduir l'impacte sobre aquest mateix i la qualitat de les aigües subterrànies.

Una altra proposta seria la instal·lació de plaques fotovoltaiques, ja que aquestes alleugeren el consum elèctric a la planta, cosa que redueix tant l'impacte mediambiental de la planta com la despesa econòmica. La producció i inversió actual en plaques solar es troba explicada en el capítol 7: Valoració econòmica, a l'apartat 7.6.1.

6.8. Bibliografia

[1] PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2010, 17 de diciembre). Directiva 2010/75/UE, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 334, 17-119. https://www.boe.es/doue/2010/334/L00017-00119.pdf

[2] PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2006, 4 de febrero). Reglamento (CE) nº 166/2006, de 18 de enero de 2006, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes y por el que se modifican las Directivas 91/689/CEE y 96/61/CE del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 33, 1-17. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-80221

[3] PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2008, 12 de junio). Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 152, 1-44. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-81053

[4] PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2000, 22 de diciembre). Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, L 327, 1-73. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82524

[5] DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2014). *Diario Oficial de la Unión Europea*, (370). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2014-83791

[6] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (s. f.). *Reglamento REACH*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-reach.html

[7] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (s. f.). *Reglamento CLP*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/reglamento-clp.html

[8] Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. (2002). *Boletín Oficial del Estado*, (157). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-12995

[9] Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (2007). *Boletín Oficial del Estado*, (190). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-15158

[10] JEFATURA DEL ESTADO. (2013, 10 de diciembre). Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, (295), 98151-98211. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913

[11] Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. (2001). *Boletín Oficial del Estado*, (111). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-8866

[12] JEFATURA DEL ESTADO. (2022, 9 de abril). Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. *Boletín Oficial del Estado*, (85), 48472-48615. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5809

[13] JEFATURA DEL ESTADO. (2007, 24 de octubre). Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. *Boletín Oficial del Estado*, (255), 43229-43250. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-18475

[14] JEFATURA DEL ESTADO. (2006, 19 de julio). Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE). *Boletín Oficial del Estado*, (171), 27105-27124. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-13010

[15] Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades. (2010). *Boletín Oficial del Estado*, (11). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-563

[16] Ley 13/2001, de 13 de julio, de modificación de la Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la Intervención Integral de la Administración Ambiental. (2001). *Boletín Oficial del Estado*, (206). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-16694

[17] Ley 12/2006, de 27 de julio, de medidas en materia de medio ambiente y de modificación de las Leyes 3/1988 y 22/2003, relativas a la protección de los animales, de la Ley 12/1985, de espacios naturales, de la Ley 9/1995, del acceso motorizado al medio natural, y de la Ley 4/2004, relativa al proceso de adecuación de las actividades de incidencia ambiental. (2006). *Boletín Oficial del Estado*, (191). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-15005

[18] Ley 6/2009, de 28 de abril, de evaluación ambiental de planes y programas. (2009). *Boletín Oficial del Estado*, (122). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-8411

[19] Empresa Municipal Mixta d'Aigües de Tarragona, S.A. (s.f.). *Normativa aplicable*. Portal de Transparencia. https://ematsa.portaltransparencia.cat/normativa-aplicable

[20] Ayuntamiento de Tarragona. (2024, 18 de enero). Ordenanza reguladora del servicio de recogida de residuos municipales. *Butlletí Oficial de la Província de Tarragona*, (13). https://cido.diba.cat/normativa_local/14059871/ordenanca-reguladora-del-servei-de-recollida-de-residus-municipals-ajuntament-de-tarragona

[21] Ayuntamiento de Tarragona. (2013, 21 de noviembre). *Ordenanza general de convivencia ciudadana y uso de los espacios públicos de Tarragona*. Seu Electrònica de l'Ajuntament de Tarragona. https://seu.tarragona.cat/sta/docs/GetDocumentServlet?CUD=14401142611105243471&HASH_CUD=4828d679d6e1eebda08cdd8aabb7fcd0f133a9ae&APP_CODE=STA

[22] Institut Cerdà. (s.f.). *Observatori de la Qualitat de l'Aire del Camp de Tarragona*. https://www.icerda.org/observatori-aire-tarragona/es/

[23] Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades. (2010). *Boletín Oficial del Estado*, (11). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-563

[24] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Autorización Ambiental Integrada (AAI)*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sostenibilidad-industrial/prevencion-y-control-integrados-de-la-contaminacion-ippc/autorizacion-ambiental-integrada-

aai.html#accordion-fa298bdd4e-item-29d13afdc8

[25] INERCO. (2020, 20 de mayo). *MTD: ¿Qué son las Mejores Técnicas Disponibles?* https://www.inerco.com/blog/mtd/

[26] DAGINNUS, K., MARTY, T., TROTTA, N. V., BRINKMANN, T., WHITFIELD, A., & ROUDIER, S. (2023). *Best available techniques (BAT) reference document for common waste gas management and treatment systems in the chemical sector* (EUR 31393 EN). Publications Office of the European Union.

[27] WIKIPEDIA. (s.f.). Regenerative thermal oxidizer (RTO). En *Thermal oxidizer*. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_oxidizer#Regenerative_thermal_oxidizer_(RTO

[28] AYUNTAMIENTO DE LA PUEBLA DE ALFINDÉN. (s.f.). *OM39 Ordenanza municipal de los vertidos de aguas residuales a las redes municipales de alcantarillado*. Línea Verde Alfindén. https://www.lineaverdealfinden.es/documentacion/ordenanzas/om39_vertidos.pdf

[29] RESIDUONVAS. (s.f.). *Residu, on vas?*. Agència de Residus de Catalunya. https://www.residuonvas.cat/ca

[30] AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA. (s.f.). *Sistema Documental de Residus (SDR)*. Generalitat de Catalunya. https://sdr.arc.cat/sdr/GetLogin.do

[31] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. (2003). *Boletín Oficial del Estado*, (276). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20976

[32] Ley 16/2002, de 28 de junio, de Protección contra la Contaminación Acústica. (2002). *Boletín Oficial del Estado*, (157). https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-14987

[33] Ley 6/2001, de 31 de mayo, de Ordenación Ambiental del Alumbrado para la Protección del Medio Nocturno. (2001). *Boletín Oficial del Estado*, (148). https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-11962

[34] GENERALITAT DE CATALUNYA. (s. f.). *Visor de la Planificació de la Gestió del Soroll (PCL)*. https://sig.gencat.cat/visors/pcl.html

[35] EUROPEAN COMMISSION. (s. f.). *Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)*. Green Business. https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/emas_en

[36] SOLOINGENIERÍA. (s. f.). *Matriz de Leopold*. https://www.soloingenieria.org/ingenieria-ambiental/matriz-de-leopold/