



**Pro Urea**  
MANUFACTURING



# PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

**UAB**  
Universitat Autònoma de  
Barcelona

**e** escola  
d'enginyeria

Arrue Alemany, Olga  
Batista Morenó, Toni  
Busqueta Sallés, Laia  
Calderón Mulero, Alba  
Campoy Rojas, Pau  
Leal Díaz, Lorena  
Sánchez Floriach, Marc

Tutor: Josep Anton Torà

Juny 2024





**Pro Urea**  
MANUFACTURING



# PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

**CAPÍTOL 6**  
Medi ambient

**UAB**  
Universitat Autònoma de  
Barcelona

**e** escola  
d'enginyeria



## TAULA DE CONTINGUTS

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 6.1 Introducció .....                                       | 2  |
| 6.2 Marc legal mediambiental .....                          | 3  |
| 6.2.1 Legislació ambiental .....                            | 4  |
| 6.2.2 Autorització, llicència i comunicació ambiental ..... | 5  |
| 6.2.3 Millors tècniques disponibles .....                   | 10 |
| 6.2.4 Jerarquia de gestió de residus .....                  | 11 |
| 6.3 Sistemes de gestió ambiental .....                      | 14 |
| 6.3.1 Normativa ISO 14001.....                              | 15 |
| 6.3.2 EMAS.....                                             | 16 |
| 6.3.3 Normativa ISO14001 I EMAS .....                       | 17 |
| 6.4 Gestió de residus .....                                 | 18 |
| 6.4.1 Efluents sòlids .....                                 | 19 |
| 6.4.2 Efluents líquids .....                                | 22 |
| 6.4.3 Efluents gasosos .....                                | 27 |
| 6.5 Contaminació acústica .....                             | 33 |
| 6.5.1 Límits d'emissions acústiques .....                   | 34 |
| 6.5.1 Tractament d'emissions acústiques .....               | 35 |
| 6.6 Contaminació lumínica .....                             | 36 |
| 6.6.1 Valors límits d'emissions lumíniques.....             | 36 |
| 6.6.2 Tractaments per la contaminació lumínica .....        | 40 |
| 6.7 Gestió externa .....                                    | 41 |
| 6.8 Avaluació de l'impacte ambiental .....                  | 43 |
| 6.8.1 Matriu de Leopold .....                               | 43 |
| 6.10 Bibliografia .....                                     | 51 |

## 6.1 Introducció

La protecció del medi ambient i la gestió sostenible dels recursos naturals són preocupacions cada vegada més apressants en l'àmbit empresarial actual. En aquest context, l'empresa ProUrea Manufacturing es presenta com un exemple destacat de compromís ambiental i responsabilitat corporativa. En aquest capítol, s'explora en detall les pràctiques i estratègies que s'han implementat per minimitzar el seu impacte ambiental i contribuir positivament al benestar del planeta.

La indústria química, malgrat ser fonamental per al desenvolupament econòmic, social i millora de la qualitat de vida, s'enfronta a reptes significatius en termes de contaminació i generació de residus. Tot i els esforços actuals per controlar aquests aspectes, és necessari un seguiment continu i una revisió constant. En aquest sentit, el compliment de la legislació és indispensable per a la protecció del medi ambient i la promoció d'un desenvolupament sostenible.<sup>[1]</sup>

ProUrea Manufacturing reconeix la importància d'abordar aquests reptes de manera proactiva i sistemàtica. A través d'aquesta anàlisi, s'examina com l'empresa ha integrat pràctiques ambientals sostenibles en totes les seves operacions i processos de fabricació. Des de la gestió de residus fins a la reducció d'emissions i l'ús eficient de recursos, l'objectiu és minimitzar la seva petjada ambiental i complir amb els requisits reguladors pertinents. Per tant, la capacitat de previsió i el desig de millora en l'àmbit ambiental són elements distintius que confereixen avantatge competitiu a l'empresa. Amb la mirada posada en el futur, s'explorarà la possibilitat d'assolir un nivell de compromís superior al que exigeix la normativa actual, mitjançant la introducció de noves idees.

En darrera instància, aquest capítol pretén ressaltar el compromís de ProUrea Manufacturing amb la protecció del medi ambient i la seva contribució al desenvolupament d'un futur més sostenible. A través d'una anàlisi exhaustiva dels residus generats per l'empresa, es presentaran les solucions pertinents i s'avaluarà el possible impacte de les seves pràctiques en el medi ambient. Amb això, s'espera identificar àrees d'èxit i oportunitats de millora, demostrant així el valor i la importància de la gestió ambiental en l'àmbit empresarial.

## 6.2 Marc legal mediambiental

La indústria química, especialment la producció d'adobs, s'enfronta a reptes significatius en matèria de gestió ambiental. En el cas concret de ProUrea Manufacturing, una empresa compromesa amb l'excel·lència en la producció d'urea, és essencial comprendre i complir amb el marc legal ambiental que regula les seves operacions. Aquesta introducció al marc legal ambiental té com a objectiu proporcionar una visió general de les lleis i regulacions pertinents que ProUrea Manufacturing ha de tenir en compte i complir en el desenvolupament i operació de la seva planta de producció.

La producció d'urea a partir d'amoni i diòxid de carboni utilitzant el mètode Steamcarbon és un procés fonamental per a l'agricultura moderna i, per tant, per a la seguretat alimentària global. No obstant això, aquest procés també pot generar impactes ambientals significatius, com ara emissions de gasos d'efecte hivernacle, gestió de residus químics i consum de recursos naturals. En aquest context, el marc legal ambiental juga un paper crucial en establir normatives i estàndards que busquen protegir l'entorn natural i la salut humana, alhora que fomenten la sostenibilitat i la responsabilitat corporativa.

Al llarg d'aquest apartat, s'exploraran les lleis i regulacions clau que ProUrea Manufacturing ha de tenir en compte per garantir el compliment ambiental en totes les seves operacions. Des de la gestió de residus fins a la reducció d'emissions, passant per la conservació de recursos hídrics i la protecció de la biodiversitat, cada aspecte del procés de producció d'urea està subjecte a una àmplia gamma de normatives que requereixen atenció i compliment rigorosos.<sup>[2]</sup>

Així doncs, la combinació d'aquesta comprensió detallada del marc legal ambiental amb una implementació efectiva de pràctiques de gestió ambiental adequades és essencial per a ProUrea Manufacturing per mantenir la seva reputació d'excel·lència en la indústria i contribuir al desenvolupament sostenible.

### 6.2.1 Legislació ambiental

A la indústria química, és crucial complir amb una sèrie de regulacions tant a nivell europeu com a nivell nacional i regional. La legislació europea principal que afecta a aquest sector és el Reglament REACH (Registre, Avaluació, Autorització i Restricció de Substàncies Químiques), establert pel Reglament (CE) núm. 1907/2006 del Parlament Europeu i del Consell. Aquest reglament té com a objectiu:<sup>[3]</sup>

- Garantir un alt nivell de protecció de la salut humana i del medi ambient.
- Promou la competitivitat i la innovació de la indústria química.
- Avaluar la seguretat de les substàncies químiques utilitzades a Europa.
- Promoure mètodes alternatius (sense animals) per l'avaluació dels perills de les substàncies.

La indústria química a Espanya està sotmesa a un marc legal ampli i divers, que inclou diverses lleis que regulen diferents aspectes de la seva activitat i el seu impacte ambiental. Una d'aquestes lleis fonamentals és la Llei 26/2007, de Responsabilitat Mediambiental, la qual instaura el principi de "qui contamina paga". Aquesta normativa imposa a les empreses la responsabilitat de sufragar els costos derivats dels danys ambientals que puguin ocasionar a través de les seves operacions. Això no només incentiva una gestió més responsable del medi ambient per part de les empreses del sector químic, sinó que també promou la prevenció activa de danys i accidents mediambientals.<sup>[4]</sup>

D'altra banda, la Llei 21/2013, d'Avaluació Ambiental, juga un paper clau en la regulació de la indústria química, ja que estableix els procediments i criteris per avaluar els impactes ambientals dels projectes i activitats industrials. Aquesta llei garanteix una gestió sostenible dels recursos naturals i un enfocament integrat en l'avaluació dels impactes potencials sobre el medi ambient. A més, fomenta la participació ciutadana en els processos d'avaluació ambiental, assegurant una presa de decisions més transparent i democràtica en aquest àmbit.<sup>[1]</sup>

A Catalunya, destaca especialment la Llei 20/2009 de Prevenció i Control Ambiental de les Activitats. Aquesta llei reforça els principis de prevenció i control de la contaminació, imposant mesures més estrictes per a les empreses del sector químic. A més, busca garantir un alt nivell de protecció ambiental i la preservació dels recursos naturals de la regió. És una normativa clau per a la indústria química catalana, destacant el compromís de la regió amb la sostenibilitat i la protecció del medi ambient.<sup>[5]</sup>

Així mateix, altres lleis catalanes com la Llei 6/2009 d'Avaluació Ambiental de Plans i Programes, la Llei 12/1981 de Protecció d'Espais d'Interès Natural Afectats per Activitats Extractives, i la Llei 16/2015 de Simplificació de l'Activitat Administrativa, també tenen implicacions importants per a la indústria química a Catalunya, ja que complementen i reforcen el marc regulador ambiental.<sup>[6][7][8]</sup>

### 6.2.2 Autorització, llicència i comunicació ambiental

En paral·lel, en el marc de la gestió ambiental a la indústria, aspectes clau com l'autorització, la llicència i la comunicació ambiental són elements fonamentals per garantir el compliment dels requisits i normatives ambientals pertinents.

L'autorització ambiental és un document emès per l'autoritat competent que permet a la indústria dur a terme les seves activitats d'acord amb criteris i condicions ambientals específiques. Aquest document s'obté després que l'empresa hagi presentat una sèrie de documents que demostrin el compliment de les normes ambientals establertes.

D'altra banda, la llicència ambiental constitueix un altre aspecte clau per a l'operació legal d'una indústria. Emesa després que l'autoritat competent hagi avaluat el projecte industrial, la llicència assegura el compliment de la normativa ambiental aplicable. És important destacar que la llicència ambiental especifica les condicions que l'empresa ha de complir en el seu dia a dia, donant un marc més específic que l'autorització ambiental.

La comunicació ambiental és un procés mitjançant el qual la indústria informa les comunitats locals i altres grups d'interès sobre les seves activitats i el seu impacte en el medi ambient. Aquesta comunicació pot incloure la publicació d'informes ambientals, la realització de consultes públiques i la participació en reunions amb les comunitats locals i altres grups d'interès.

#### 6.2.2.1 Autorització

D'acord amb la Llei 20/2009, de prevenció i control ambiental de les activitats, la instal·lació de fabricació de ProUrea Manufacturing, situada dins del sector de la indústria química, inclou activitats que estan sotmeses al règim d'avaluació d'impacte ambiental i d'autorització ambiental. Així, segons la categoria d'activitats definida en l'Annex I.1 d'aquesta llei: “5 *Indústria química.–La fabricación, a los efectos de las categorías de actividades de la presente ley, designa la fabricación a escala industrial, mediante transformación química, de los productos o de los grupos de productos mencionados a continuación: 5.3 Instalaciones químicas para la fabricación de fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio (fertilizantes simples o compuestos).*” ProUrea Manufacturing ha de complir amb els requisits establerts per la Directiva 96/61/CE del Consell, de 24 de setembre de 1996, de prevenció i control integrats de la contaminació.<sup>[5]</sup>

Així doncs, l'article 17 estableix els requisits necessaris per a sol·licitar l'autorització ambiental per a projectes industrials a Catalunya. Aquesta autorització és essencial per garantir que les activitats industrials compleixin amb les normatives ambientals i no causin danys al medi ambient. La sol·licitud ha d'anar acompanyada de la següent documentació:

- Estudi d'impacte ambiental del projecte, que ha de contenir, com a mínim, la informació detallada a l'article 18, signat pel personal tècnic competent.
- Projecte bàsic, signat pel personal tècnic competent, que contingui la descripció detallada i l'abast de l'activitat i de les instal·lacions. Les normatives sectorials de les diferents administracions amb competències d'intervenció administrativa i, si escau, les normes tècniques que estableixen el contingut del projecte de l'activitat, determinen el seu contingut específic.
- Documentació preceptiva sobre accidents greus que determini la legislació sectorial corresponent.
- Informe urbanístic de l'ajuntament on ha de situar-se l'activitat, establert per l'article 60, que acrediti la compatibilitat de l'activitat amb la planificació urbanística, i la disponibilitat i suficiència dels serveis públics que exigeixi l'activitat.
- Característiques del sòl on s'emplaça l'activitat projectada, sempre que aquesta activitat estigui definida com a potencialment contaminant del sòl per la normativa específica d'aplicació.
- Designació, per part de la persona titular de l'activitat, del personal tècnic responsable de l'execució del projecte.
- Declaració de les dades que, a criteri de la persona que ho sol·licita, gaudeixen de confidencialitat d'acord amb la disposició addicional cinquena del text refós de la Llei d'avaluació d'impacte ambiental, aprovat pel Reial decret legislatiu 1/2008, de 11 de gener, i altra legislació sobre la matèria.
- Qualsevol altra documentació que es determini reglamentàriament o que sigui exigible per la legislació sectorial d'aplicació a l'activitat.

En el cas que, juntament amb l'autorització ambiental, també es sol·liciti l'autorització d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, és precís adjuntar a la sol·licitud la documentació que estableix la Llei de l'Estat 1/2005, de 9 de març, per la qual es regula el règim del comerç de drets d'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle.

En el cas d'una modificació substancial en una activitat ja autoritzada, la sol·licitud i la documentació han de referir-se a la part o a les parts de les instal·lacions, en relació amb tota l'activitat, i als aspectes del medi afectats per la modificació, sempre que la modificació parcial permeti una avaluació ambiental diferenciada del conjunt de l'activitat perquè no es produeixen efectes additius en el conjunt de les emissions.

La documentació necessària per a sol·licitar l'autorització o les modificacions pertinents ha de presentar-se en el format establert pel departament de medi ambient. Segons l'Article 16 del procediment i tràmits, la sol·licitud, juntament amb la documentació requerida, s'adreça a l'Oficina de Gestió Ambiental Unificada (OGAU) corresponent.

#### 6.2.2.1.1 Estudi d'impacte ambiental

L'estudi mediambiental constitueix un instrument fonamental per a la salvaguarda del medi ambient en el marc de la Llei 20/2009, de prevenció i control ambiental de les activitats. Aquest document té com a objectiu avaluar els efectes d'un projecte, ja sigui públic o privat, sobre els diferents components del medi ambient, així com proposar mesures de mitigació i control per tal de garantir un desenvolupament sostenible.

- Descripció del projecte, s'inclou una descripció detallada del projecte, incloent-hi les seves característiques principals i les exigències relacionades amb l'ús del sòl i altres recursos naturals. Es realitza una estimació de la tipologia i quantitat dels residus generats, així com les emissions de matèria o energia, tot considerant el context del medi receptor.
- Alternatives estudiades es presenten les principals alternatives considerades durant el desenvolupament del projecte, justificant la solució adoptada. Aquesta elecció s'avalua en relació amb l'aplicació de les millors tècniques disponibles i els seus efectes ambientals.
- Avaluació d'efectes previsibles, es realitza una valoració exhaustiva dels efectes directes i indirectes del projecte sobre diversos aspectes del medi ambient, com la població, la flora, la fauna, el sòl, l'aire, l'aigua (tant terrestre com marítima), els factors climàtics, el paisatge, i els béns materials, incloent-hi el patrimoni cultural. Es presta atenció especial a la interacció entre aquests elements i la possibilitat d'efectes transfronterers.
- Mesures de mitigació, es detallen les mesures adoptades per reduir, eliminar o compensar els impactes mediambientals significatius derivats del projecte, amb l'objectiu de minimitzar el seu impacte negatiu.

- Programa de vigilància ambiental, es proposa un programa de seguiment ambiental que permeti monitoritzar els impactes del projecte durant la seva execució i operació, amb la finalitat d'ajustar les mesures de mitigació segons sigui necessari.
- Estudis complementaris, s'inclouen estudis específics d'impacte acústic i descripció de les característiques de la il·luminació exterior, per tal de garantir el compliment dels estàndards mediambientals vigents.
- Resum i conclusions, es presenta un resum concís dels principals resultats de l'estudi, així com les conclusions obtingudes, de manera que sigui comprensible per a diferents audiències.

#### 6.2.2.2 Llicència ambiental

L'obtenció de la llicència ambiental és un pas crític en el procés d'autorització d'activitats que poden tenir un impacte sobre el medi ambient, conforme a l'Article 49 de la legislació pertinent. A continuació, s'exposen els paràmetres essencials que han de ser detallats en aquest document.

Els paràmetres que ha de detallar la llicència ambiental inclouen:

- Els límits de les emissions de substàncies contaminants, determinats d'acord amb els paràmetres definits a l'article 9, i, si escau, els paràmetres o les mesures tècniques equivalents que els complementen o els substitueixen.
- Les determinacions de la declaració d'impacte ambiental, si escau.
- Els sistemes de tractament i control d'emissions i, si escau, d'autocontrol, amb l'especificació del règim d'explotació i de la metodologia de mesurament, la freqüència, el procediment d'avaluació de les mesures i l'obligació de comunicar a l'òrgan ambiental municipal competent, amb la periodicitat que es fixi, els controls amb les dades necessàries per comprovar el compliment del contingut de la llicència.
- La determinació de les mesures relatives a les condicions d'explotació diferents de les normals que poden afectar al medi ambient, com són, entre altres, la posada en funcionament, les fugues, els errors de funcionament, les parades momentànies i el tancament definitiu de l'explotació.
- La determinació, si escau, de les prescripcions que garanteixin la protecció del sòl i de les aigües subterrànies, i les mesures relatives a la gestió de les aigües residuals i dels residus que genera l'activitat.

- La determinació de la garantia suficient, en funció de la magnitud i les característiques de la instal·lació, per respondre de les obligacions derivades de l'activitat autoritzada, d'acord amb les normatives específiques en aquesta matèria.
- Qualsevol altra mesura o condició que, d'acord amb la legislació vigent, sigui adequada per protegir el conjunt del medi ambient afectat per l'activitat.

La tramitació i concessió de la llicència ambiental pot realitzar-se de manera simultània i, si s'escau, conjuntament amb altres llicències sectorials de competència municipal.

#### 6.2.2.3 Comunicació ambiental

Seguint el que es disposa a l'article 52 del capítol IV del règim de comunicació, títol III, la formalització ha de produir-se una vegada finalitzades les obres i instal·lacions necessàries. Aquestes han de ser aprovades mitjançant la corresponent llicència urbanística, o bé, si s'escau, amb la comunicació prèvia d'obres no subjectes a llicència. A més, cal disposar de les altres llicències sectorials requerides, tant per llei com pel seu desenvolupament reglamentari.

En el cas d'utilitzar edificacions existents sense ús específic, és necessari obtenir un informe previ favorable de compatibilitat urbanística de l'ajuntament, segons l'article 60. En absència d'aquest informe en el termini de vint dies, es pot procedir amb l'execució.

La comunicació ha d'incloure la següent documentació:

- Descripció de l'activitat mitjançant un projecte bàsic amb memòria ambiental, llevat dels casos en què només sigui necessària una memòria ambiental segons la regulació vigent.
- Certificació del personal tècnic competent, preferiblement el director o directora d'execució del projecte, assegurant que l'activitat i les instal·lacions s'ajusten a l'estudi ambiental i al projecte presentats, i que compleixen tots els requisits ambientals.
- En els casos establerts reglamentàriament, quan sigui necessari avaluar emissions a l'atmosfera, aigua o residus, cal adjuntar una certificació d'una entitat col·laboradora de l'Administració ambiental o dels serveis tècnics municipals.

Un cop presentada la comunicació, l'exercici de l'activitat pot iniciar-se sota la responsabilitat exclusiva de les persones titulars i del personal tècnic que hagi emès les certificacions pertinents, sempre que es disposi dels títols administratius o controls inicials requerits per la normativa sectorial.

En cas d'abocament d'aigües residuals al llit públic o al mar, l'activitat queda sotmesa al règim d'autorització d'abocaments.

Si l'activitat es desenvolupa en un espai natural protegit, cal un procés de consulta prèvia per determinar la necessitat d'avaluació d'impacte ambiental.

La comunicació no confereix a la persona o empresa titulars facultats sobre el domini públic, serveis públics o béns col·lectius.

La certificació lliurada per una entitat col·laboradora de l'Administració ambiental o pels serveis tècnics municipals, en els casos establerts a l'article 52.4, acredita el compliment dels requisits i condicions tècniques determinades per la normativa ambiental. En cas de certificació desfavorable, no es pot presentar la comunicació ni exercir l'activitat.

### 6.2.3 Millors tècniques disponibles

Segons la Directiva 2010/75/EU del Parlament Europeu i del Consell de 24 de novembre de 2010 sobre les emissions industrials (prevenció i control integrats de la contaminació), les millors tècniques disponibles (MTD) són *“la fase més eficaç i avançada de desenvolupament de les activitats i de llurs modalitats d'explotació, que demostrin la capacitat pràctica de determinades tècniques per constituir la base dels valors límit d'emissió i altres condicions del permís destinades a evitar o, quan no sigui practicable, reduir les emissions i l'impacte en el conjunt del medi ambient”*.<sup>[9]</sup>

- Tècnica: La tecnologia utilitzada juntament amb el disseny, construcció, operació i tancament d'una instal·lació.
- Tècniques disponibles: Aquelles tècniques que es poden aplicar en el context industrial de manera econòmica i tècnicament viable, garantint que els titulars tinguin accés a elles de manera raonable.
- Tècniques millors: Aquelles que ofereixen el màxim nivell de protecció ambiental.

Les MTD representen la forma més respectuosa amb el medi ambient de dur a terme una activitat industrial, assegurant que els costos per a les empreses que les implementin es mantinguin dins de límits raonables. La Directiva imposa l'obligació als titulars d'instal·lacions afectades d'aplicar les millors tècniques disponibles, i als òrgans competents d'establir valors límit d'emissió basats en les MTD, assegurant que les emissions durant el funcionament normal no superin els nivells associats a aquestes tècniques.

Els documents BREF (Best available techniques reference document) són una eina essencial en aquest context. Aquests documents recopilen les MTD a nivell europeu mitjançant un intercanvi d'informació entre diversos sectors com la indústria, les administracions dels diferents estats membres i les organitzacions mediambientals. Cada BREF descriu les tècniques aplicades en els sectors industrials, les emissions actuals, els nivells de consum i les tècniques considerades per determinar les MTD, incloent-hi conclusions i tecnologies emergents.<sup>[10]</sup>

Els BREF proporcionen la informació més avançada i eficaç per reduir les emissions i l'impacte ambiental associat a les activitats industrials, considerant les condicions tècniques i econòmiques actuals. Aquests documents són subjectes a modificacions segons les polítiques de cada Estat.

L'objectiu principal d'aquests documents és doble:

- Servir de guia per al sector industrial en la preparació de sol·licituds d'autorització ambiental.
- Proporcionar un marc de referència per a les autoritats ambientals en l'establiment de valors límit d'emissió en les autoritzacions ambientals.

A partir dels BREF, es deriven els "Documents de Conclusions sobre Millors Tècniques Disponibles" (BAT Conclusions), que resumeixen les MTD identificades per a cada sector i guien la presa de decisions en matèria d'autorització ambiental.

#### 6.2.4 Jerarquia de gestió de residus

Segons l'article 8 de la Llei 22/2011, de 28 de juliol, de residus i sòls contaminats, s'estableix la jerarquia de gestió de residus, la qual és aprovada per la Unió Europea i definida a la Directiva 2008/98/CE. Aquesta jerarquia és un enfocament essencial per a la prevenció i la gestió responsable dels residus, amb l'objectiu de minimitzar els impactes negatius sobre el medi ambient i la salut humana, assegurant al mateix temps un resultat ambiental global òptim.<sup>[11]</sup>

La jerarquia de gestió de residus consta de cinc nivells prioritaris que s'han d'aplicar en l'ordre següent per obtenir el millor resultat ambiental (Figura 6.2.1):

1. **Prevenió:** Consisteix en prendre mesures abans que una substància, material o producte es converteixi en residu, amb l'objectiu de reduir la quantitat de residus generats i els impactes associats.
2. **Preparació per a la reutilització:** Implica la verificació, neteja o reparació de productes o materials que han estat descartats, perquè puguin ser reutilitzats sense necessitat de transformació prèvia.
3. **Reciclatge:** És qualsevol operació de valorització mitjançant la qual els materials de residus són transformats de nou en productes, materials o substàncies, ja sigui per al seu ús original o per a altres finalitats.
4. **Altres formes de valorització, incloent-hi la valorització energètica:** Implica donar una utilitat als residus de manera que substitueixin altres materials o recursos.
5. **Eliminació:** Constitueix la disposició final dels residus, que s'aplica com a última opció quan no és possible cap altra forma de valorització.

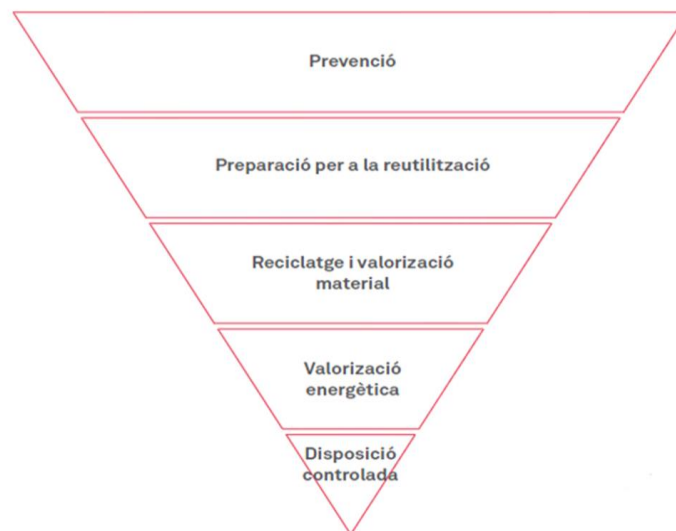


Figura 6.2.1. Jerarquia de gestió de residus.[12]

Així doncs, la jerarquia de gestió de residus és una eina essencial que contribueix a minimitzar la generació de residus i assegura que aquests es tractin de manera responsable i sostenible, seguint els principis de prevenció, reutilització i reciclatge. Promou l'ús eficient dels recursos i la protecció del medi ambient i la salut humana.

#### 6.2.4.1 Beneficis de la prevenció, reutilització i reciclatge dels residus

La prevenció, reutilització i reciclatge dels residus ofereixen una sèrie de beneficis significatius. A continuació, es detallen els avantatges ambientals, econòmics i de gestió associats amb aquestes pràctiques:<sup>[12]</sup>

##### Ambientals:

- Estalvi de recursos naturals: Evita el consum de matèries primeres per a la fabricació de nous productes.
- Estalvi d'energia: Redueix el consum energètic associat amb la fabricació, distribució i gestió de nous productes. Per exemple, l'alumini reciclat pot estalviar fins a un 90% d'energia en la fabricació de nous envasos, el vidre reciclat redueix les emissions de CO<sub>2</sub> i el paper reciclat contribueix a una menor empremta de carboni.
- Incidència sobre el medi: Redueix l'impacte sobre el sòl, els ecosistemes aquàtics i l'atmosfera, contribuint a una millor qualitat ambiental i a la conservació dels recursos naturals.

##### Econòmics

- Reducció dels costos associats a la gestió dels residus: Minimitza les despeses relacionades amb la recollida, el transport, el tractament i la disposició final dels residus, ajudant a les empreses i les organitzacions a estalviar recursos econòmics.
- Generació de llocs de treball directes: La implementació de pràctiques de gestió de residus com la recollida selectiva i el reciclatge pot crear nous llocs de treball en els sectors relacionats amb la gestió de residus i el reciclatge.

##### En l'àmbit de la gestió:

- Compliment del marc legal: Contribueix al compliment de les normatives i regulacions ambientals relacionades amb la gestió de residus, garantint que les organitzacions operin dins del marc legal establert.
- Millora del coneixement i sensibilització ciutadana: Fomenta una major consciència i comprensió sobre la importància de la gestió responsable dels residus, incentivant pràctiques més sostenibles i la participació ciutadana en accions de reciclatge i reducció de residus.
- Disminució de les necessitats de gestió: Redueix la demanda de serveis de recollida i tractament de residus, així com la capacitat requerida per a les instal·lacions de gestió de residus, optimitzant els recursos disponibles i reduint els costos associats amb la gestió de residus.

### 6.3 Sistemes de gestió ambiental

Un SGA és una eina estructurada que inclou l'organització, planificació, responsabilitats, pràctiques, processos, procediments i recursos necessaris per desenvolupar, implementar, revisar i mantenir els compromisos en matèria de protecció ambiental, segons la norma ISO 14001.<sup>[13][14]</sup>

Els avantatges de la implementació d'un SGA a ProUrea Manufacturing són:

- Compliment de la normativa ambiental: Assegura el compliment de les regulacions vigents, evitant sancions.
- Identificació i priorització d'activitats: Permet identificar les activitats amb major impacte ambiental i prioritzar accions de millora.
- Control d'activitats: Assegura un control estricte de les activitats que poden generar un impacte ambiental negatiu.
- Estalvi econòmic: Redueix costos operatius a través del control del consum d'energia i recursos.
- Millora de la imatge corporativa: Demostra el compromís amb la gestió ambiental responsable davant dels clients i altres parts interessades.

La implementació del SGA implica definir polítiques ambientals i establir objectius mediambientals mesurables i factibles. Això inclou protocols per identificar i gestionar riscos ambientals, educar el personal, interactuar amb les parts interessades i fer un seguiment i anàlisi dels resultats per a una millora contínua.

Auditories internes i externes asseguraran que el SGA funcioni correctament, complint amb els requisits legals i reglamentaris, i identificant àrees per a la millora contínua.

La integració d'un SGA permet gestionar les operacions de manera ètica i sostenible, minimitzant els efectes ambientals negatius i millorant la reputació com a organització socialment conscient. Els sistemes es basen en normes com ISO 14001 o EMAS, que proporcionen una guia per a la millora contínua i el compliment de la legislació vigent.

### 6.3.1 Normativa ISO 14001

La norma ISO 14001 proporciona un marc per a la gestió ambiental que permet a les organitzacions millorar el seu rendiment ambiental de manera sistemàtica. Està dissenyada per ajudar les empreses a minimitzar el seu impacte ambiental, complir amb la legislació pertinent i millorar contínuament els seus processos ambientals.

ISO 14001 és aplicable a qualsevol tipus d'organització, independentment de la seva mida o sector. Es pot implementar en empreses de manufactura, serveis, administracions públiques, etc. La norma s'adapta a les necessitats específiques de cada organització tenint en compte els seus aspectes ambientals significatius i les seves obligacions de compliment.<sup>[15]</sup>

El funcionament de la norma ISO 14001 es basa en el cicle PHVA (Planificar, Fer, Verificar i Actuar):

- Planificar: Establir els objectius ambientals i els processos necessaris per aconseguir els resultats desitjats d'acord amb la política ambiental de l'organització.
- Fer: Implementar els processos planificats.
- Verificar: Fer un seguiment i mesurar els processos respecte a la política ambiental, incloent-hi els objectius i els criteris operacionals.
- Actuar: Presa de decisions per a la millora contínua del rendiment del sistema de gestió ambiental.



Figura 6.3.1. Sistema de gestión ambiental ISO14001

A més, la norma ISO 14001 inclou requisits per a la gestió de riscos i oportunitats ambientals, el compliment de les obligacions legals, i la comunicació amb les parts interessades, tant interns com externes.

Aquest sistema de gestió ajuda a les organitzacions a ser més eficients en l'ús dels recursos, reduir els residus i millorar la seva reputació davant clients i altres parts interessades.

### 6.3.2 EMAS

El Sistema de Gestió i Auditoria Ambiental (EMAS), conegut com a Reglament Comunitari d'Ecogestió i Ecoauditoria, és una eina voluntària desenvolupada per la Unió Europea per a ajudar les organitzacions a millorar el seu comportament ambiental i comunicar els seus resultats de manera transparent. Creat el 1993, el sistema ha evolucionat al llarg del temps, amb l'última revisió del reglament realitzada el 2009.<sup>[16]</sup>

L'EMAS és un marc normatiu que reconeix les organitzacions que han implantat un Sistema de Gestió Ambiental (SGMA) i han adquirit un compromís de millora contínua, verificat mitjançant auditories independents. Les organitzacions registrades amb l'EMAS, ja siguin indústries, petites i mitjanes empreses, entitats del tercer sector o administracions públiques, tenen una política ambiental definida i comuniquen periòdicament el seu rendiment ambiental a través d'una declaració ambiental verificada per organismes independents.



*Figura 6.3.2. Logotip certificat EMAS.*

L'EMAS està disponible per a qualsevol organització, independentment del seu sector d'activitat, tant dins com fora de la Unió Europea. Això inclou des de petites empreses fins a grans corporacions, així com entitats públiques i privades. A ProUrea Manufacturing, una empresa dedicada a la producció de urea, l'EMAS pot ser implementat en un o diversos centres operatius, segons es consideri necessari.

El sistema EMAS funciona a través d'un procés estructurat que inclou:

1. Compromís de la direcció: La direcció de l'organització ha de mostrar lideratge i compromís amb el sistema de gestió ambiental.
2. Política ambiental: Establir una política ambiental que sigui adequada al context de l'organització i que inclogui compromisos de millora contínua i compliment de la normativa.
3. Objectius ambientals: Definir objectius ambientals mesurables i planificar les accions necessàries per assolir-los.
4. Auditories: Realitzar auditories internes i externes per verificar el compliment dels requisits del sistema.
5. Declaració ambiental: Publicar una declaració ambiental que sigui verificada per organismes independents, demostrant la transparència i el compromís amb la millora ambiental.

Per a ProUrea Manufacturing, implementar l'EMAS permet, millorar l'eficiència en l'ús dels recursos, minimitzar riscos ambientals, fomentar la innovació, comunicar de manera clara i fiable els resultats ambientals a les parts interessades, incloent clients, proveïdors i autoritats reguladores i contribuir al desenvolupament sostenible, alineant les operacions amb els objectius de sostenibilitat global, incloent la transició cap a una economia circular.

### 6.3.3 Normativa ISO14001 i EMAS

Per tal d'acabar de comprendre la normativa ISO 14001 i la EMAS, a continuació es farà una comparació donat que tot i ser les dues normatives de gestió mediambiental, tenen diferències clau:

Taula 6.3.1 Comparativa entre la normativa ISO 14001 i EMAS

| Característiques          | EMAS                                              | ISO 14001                            |
|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Abast</b>              | Exclusiva de la Unió Europea                      | Global                               |
| <b>Auditories</b>         | Obligatòries cada tres anys                       | Internes i externes opcionals        |
| <b>Declaració pública</b> | Obligatòria, incloent-hi una declaració ambiental | No requerida                         |
| <b>Enfocament</b>         | Millora contínua i compliment legal               | Implementació d'un sistema de gestió |

En la Taula 6.3.1 s'observa que l'ISO 14001 ofereix un marc global aplicable a tots els departaments i promou un compromís ferm per complir amb les normes establertes, l'EMAS es centra més en l'àmbit europeu, exigint transparència total i una declaració ambiental pública. <sup>[18]</sup>

## 6.4 Gestió de residus

Per tal de conèixer i poder dur a terme l'estudi de gestió ambiental de la planta de ProUrea Manufacturing, es localitza el residu que es generen i estudiar com gestionar-los. A partir del 19 de gener de 2018, el Decret 152/2017, de 17 d'octubre, sobre la classificació, la codificació i les vies de gestió dels residus a Catalunya ha esdevingut l'instrument normatiu que estableix les vies de gestió dels residus que es produeixen o gestionen a Catalunya.

En el procés d'obtenció d'urea a partir de diòxid de carboni i amoníac, es generen diferents corrents i residus que s'estudien, per veure si caldria o no un tractament, i sent així si es podrà realitzar en la mateixa planta o serà necessari enviar-ho per a una gestió externa. Es considera residu industrial, aquell material sòlid, gasos o líquid resultant d'un procés de fabricació, transformació, ús, consum, neteja o manteniment generats per l'activitat industrial, tret de les emissions a l'atmosfera regulades per altres lleis. A continuació s'analitza segons l'estat.

#### 6.4.1 Efluents sòlids

Un residu es defineix com a qualsevol substància o objecte que el seu posseïdor descarta o té la intenció o l'obligació de descartar. Segons la Llei 22/2011 de residus i sòls contaminats, els residus sòlids es classifiquen en diverses categories<sup>[11]</sup>:

- Residus industrials: residus resultants dels processos de producció, fabricació, transformació, utilització, consum, neteja o manteniment generats per l'activitat industrial com a conseqüència de la seva activitat principal.
- Residus urbans o assimilables a urbans: Derivats de l'activitat diària de les persones, formats per una gran varietat de substàncies que requereixen una separació exhaustiva.
- Residus sòlids peril·losos: Residu que presenta una o diverses de les característiques de peril·lositat enumerades a l'annex I i aquell que sigui qualificat com a residu perillós pel Govern d'acord amb la normativa de la Unió Europea o els convenis internacionals dels quals Espanya sigui part. També s'inclouen en aquesta definició els recipients i envasos que continguin restes de substàncies o preparats peril·losos o estiguin contaminats per ells, a no ser que es demostrï que no presenten cap de les característiques de peril·lositat numerades a l'annex I.

A més, els residus sòlids es classifiquen com a orgànics o inorgànics. Els orgànics inclouen els biodegradables, mentre que els inorgànics es descomponen lentament i molts poden ser reciclats, com les llaunes, certs plàstics, vidre i cautxú. Alguns inorgànics, com les piles, són peril·losos i contaminants i no es poden reciclar fàcilment.

En la Taula 6.4.1, es troba un recull dels residus sòlids junt amb les zones on es poden trobar:

Taula 6.4.1: Classificació i localització dels residus sòlids.

| Residus sòlids        | Zona           | Classificació | Perillositat |
|-----------------------|----------------|---------------|--------------|
| Paper i cartró        | Tota la planta | Urbà          | No perillós  |
| Vidre                 | Tota la planta | Urbà          | No perillós  |
| Piles                 | Tota la planta | Urbà          | Perillós     |
| Plàstics              | Tota la planta | Urbà          | No perillós  |
| Bombetes              | Tota la planta | Urbà          | Perillós     |
| Matèria orgànica      | Tota la planta | Urbà          | No perillós  |
| Residus de Laboratori | Zona 1000      | Industrial    | Perillós     |
| Peces i equips        | Zona 1000      | Industrial    | Perillós     |

#### 6.4.1.1 Tractament de residus sòlids

##### Tractament de residus sòlids industrials:

- Residus de laboratori:

En una planta de producció de urea, el laboratori té un paper fonamental en el control de qualitat, garantint la fiabilitat i precisió dels resultats obtinguts. Això és crucial per assegurar que la urea produïda compleixi amb els estàndards establerts i sigui segura per al seu ús posterior.

El laboratori en una planta de producció de urea no només és clau per al control de qualitat del producte final, sinó també per assegurar una gestió adequada dels residus generats, contribuint així a la seguretat laboral i la protecció del medi ambient.

## Tipus de contenidors i protocols de gestió de residus

- Contenedor de materials contaminats amb productes químics: Aquest contenidor inclou materials de seguretat com equips de protecció individual (EPIs), estris utilitzats per a la protecció auditiva (taps), facial i ocular (ulleres, màscares protectores com viseres, mascaretes), així com protecció per a cames i peus. Aquests materials, després de ser contaminats amb productes químics, han de ser gestionats adequadament per evitar qualsevol risc per als treballadors i el medi ambient.
- Contenedor d'agulles: Les agulles utilitzades en el laboratori segueixen un protocol especial. Una vegada utilitzades, no es poden tornar a protegir amb la tapa i han de ser dipositades en un contenidor específic per a agulles. Això és essencial per prevenir punxades accidentals i la contaminació biològica o química.
- Peces i equips

Les peces de les reparacions o els equips malmesos, seran enviats i tractats per a una empresa externa

### **Tractament de residus sòlids urbans:**

Per a gestionar aquests residus, caldrà especificar-ne el tipus i classificar-los en categories. Aquestes categories determinaran els contenidors de reciclatge que es distribuïran per tota la planta, facilitant així la seva gestió i tractament posterior.

- Residus orgànics:

Són residus d'origen biològic, com ara restes de menjar, restes de jardí, fulles, etc. Aquests residus s'han de dipositar al contenidor marró, destinat al seu tractament i transformació en compost.

- Paper i cartró:

Els residus de paper i cartró inclouen materials no especials com caps de cartró, papers escrits, etc. Aquests residus es dipositaran en el contenidor blau.

- Vidre:

Els residus de vidre inclouen materials no especials com ampolles i flascons, entre d'altres. Aquests residus es dipositaran en el contenidor verd.

- Piles

Les piles tindran un contenidor específic degut a la seva composició. A causa de la seva alta toxicitat i el risc que representen tant per al medi ambient com per a la salut, és essencial que es dipositin en un contenidor separat.

- Plàstics:

Els residus de plàstic inclouen envasos de plàstic o metàl·lics comuns, com tetrabricks i llaunes de refresc. Aquests residus es dipositaran en el contenidor groc.

- Bombetes:

Els residus de bombetes inclouen bombetes convencionals i de baix consum. Aquests residus es dipositaran en un contenidor específic per a bombetes, degut a la seva composició especial i la necessitat d'un tractament adequat.

### 6.4.2 Efluents líquids

La gestió responsable dels efluents líquids és una prioritat tant en el sector industrial com en el medi ambient. Aquesta preocupació es veu reflectida en la planificació i el tractament dels residus líquids generats a ProUrea Manufacturing. En aquesta planta, es produeix una varietat de residus líquids que requereixen una atenció especial en el seu maneig per evitar impactes negatius sobre la salut humana i el medi ambient.

Seguidament, s'estudiarà els tipus d'efluents líquids generats en aquesta planta, destacant les seves fonts i la necessitat de tractament adequat per garantir la seguretat i la sostenibilitat.

En la Taula 6.4.2, es troba un recull de les fonts d'efluents líquids junt amb les zones on és poden trobar:

*Taula 6.4.2: Classificació i localització dels residus líquids.*

| Residus líquids               | Zona           |
|-------------------------------|----------------|
| Residus líquids del procés    | De 200 a 700   |
| Residus líquids de laboratori | Zona 1000      |
| Aigües de servei              | Tota la planta |
| Aigües de neteja              | Tota la planta |
| Aigües pluvials               | Tota la planta |
| Vessaments                    | De 200 a 700   |

#### 6.4.2.1 Límits d'emissions líquides

Els límits d'emissions líquides són normatives i regulacions que estableixen els valors màxims permesos per a la descàrrega de contaminants als cossos d'aigua, rius, llacs, mars i altres mitjans receptors. A ProUrea Manufacturing, es consideren aquests límits per garantir que els residus líquids generats no superin els valors establerts pel Decret 130/2003, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament.<sup>[18]</sup>

A continuació, es presentaran en la Taula 6.4.3 els límits d'emissions líquides que s'han de complir per assegurar una gestió responsable i sostenible dels efluents, així com per protegir el medi ambient i la salut pública.

Taula 6.4.3: Paràmetres límit d'emissions líquides

| Paràmetres                   | Valors      |
|------------------------------|-------------|
| Temperatura                  | 40 °C       |
| PH                           | 6-10 pH     |
| MES (Matèries en suspensió)  | 750 mg/l    |
| Olis i greixos               | 250 mg/l    |
| Clorurs                      | 2.500 mg/l  |
| Conductivitat                | 6.000 µS/cm |
| Diòxid de sofre              | 15 mg/l     |
| Sulfats                      | 1.000 mg/l  |
| Nitrats                      | 100 mg/l    |
| Amoni                        | 60 mg/l     |
| Nitrogen orgànic i amoniacal | 90 mg/l     |

#### 6.4.2.2 Tractament d'emissions líquides

- Aigües del procés:

Davant la ingent quantitat de cabal d'aigua generada en el procés, el seu tractament extern resulta inviable, tant pel cost elevat com per l'impacte ambiental que suposaria el seu transport. Les aigües de procés, que s'obtenen a la sortida del segon desorber amb una concentració d'amoni de  $1.11 \cdot 10^{-5}$  mg/L, es poden encaminar correctament cap al clavegueram general.

Tot i això, en un marc de precaució, la planta de ProUrea Manufacturing compta amb una instal·lació específica per al tractament d'aigües (EDAR). Aquesta instal·lació no només gestiona possibles vessaments, sinó també les aigües procedents de les tasques de neteja i les aigües de servei.

- Aigües del laboratori:

En el laboratori de la planta ProUrea Manufacturing, on es realitzen proves de qualitat per assegurar la puresa necessària, es generen diversos tipus de residus derivats de les anàlisis. Aquests residus, tant en petites quantitats com els provinents de diferents solucions analítiques, no poden ser descartats directament a la llera pública degut a la seva naturalesa nociu per a l'ambient. Per tant, són enviats a la EDAR, per a un tractament adequat que garanteixi la seva segura disposició.

- Aigües de neteja i Aigües de servei:

Durant les dues parades anuals del procés, es realitza una neteja exhaustiva de tots els equips. Aquest procediment implica l'ús d'aigua a alta temperatura i pressió. Aquesta neteja profunda és essencial per mantenir l'eficiència dels equips i per evitar bloquejos i acumulació de residus, els quals, si causen una pèrdua de pressió notable, poden indicar un mal funcionament.

Els residus líquids generats durant aquesta neteja, que contenen partícules de les canonades així com residus de reactius i productes, són manipulats amb cura. Així mateix, les aigües residuals derivades dels serveis generals de la planta, no es poden descartar directament degut a la seva naturalesa contaminant. Tots aquests efluents són enviats a l'EDAR per garantir un tractament adequat, protegint així el medi ambient i complint amb les normatives vigents.

- Aigües pluvials:

Les aigües pluvials generades a partir de fenòmens meteorològics i que no entren en contacte amb productes químics o contaminants del procés, es recullen sistemàticament. Aquestes aigües, lliures de substàncies, es poden dirigir sense problemes cap al clavegueram general. D'aquesta manera, com que aquestes aigües no tenen cap contacte amb elements potencialment contaminants, es garanteix que el seu abocament directe no suposa un risc per al medi ambient.

- Intercanviadors de calor:

Els bescanviadors de calor de la planta utilitzen vapor d'aigua, aigua provinent del chiller o aigua refrigerada per escalfar i refredar els corrents de sortida en el procés productiu. Aquest sistema operatiu inclou una recirculació contínua d'aigua, on s'afegeixen petites quantitats d'aigua de xarxa per compensar les pèrdues ocasionades durant la recirculació.

Tot i pertànyer a un circuit tancat, l'ús continuat i el pas per les canonades poden contaminar aquests corrents d'aigua. Per tant, es requereix un control rigorós de la qualitat de l'aigua en cada etapa del procés. Si es detecten contaminacions o deterioraments en aquesta aigua, serà necessari remetre aquestes aigües a l'EDAR per al seu tractament i eliminació adequats, assegurant així la protecció del medi ambient i la integritat del procés productiu.

- Vessaments

Per mitigar les conseqüències de possibles vessaments en els tancs d'emmagatzematge, s'han construït cubetes de seguretat a la planta. Aquestes estructures estan dissenyades per contenir els líquids en cas de vessament, assegurant que no es produïska una fuga al medi ambient. Si sorgeix un vessament, els líquids recollits en aquestes cubetes són posteriorment enviats a una gestió externa, en cas de ser aigua contaminada serà tractada a l'EDAR. Aquesta mesura preventiva no només protegeix el medi ambient sinó que també garanteix la conformitat amb les normatives de seguretat i gestió ambiental vigents.

#### 6.4.2.2 Dissenys de l'edar

En concentracions baixes d'amoni, la nitrificació biològica és un mètode freqüentment emprat. Aquest procediment involucra la conversió d'amoni a nitrits i posteriorment a nitrats mitjançant bacteris nitrificants.<sup>[19]</sup>

#### Volum de reactor (V):

$$V = \frac{Q(C_0 - C_f)}{k \cdot X \cdot Y} \quad \text{Equació 6.4.1}$$

Q: Cabal (m<sup>3</sup>/dia)

C<sub>0</sub> - C<sub>f</sub> : Diferència de concentració d'amoni (mg/L)

k: Taxa d'eliminació d'amoni, amb valors típics entre 1.0 i 2.0 (mg/L·d)

X: Concentració de biomassa activa, valors típics entre 2.000 i 4.000 (mg/L)

Y: Rendiment de la biomassa, amb valors típics de 0.1 a 0.5 (mg biomassa/mg amoníac)

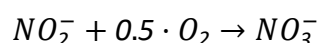
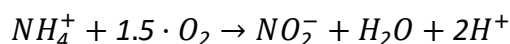
Per a un corrent amb un cabal de 460.84 m<sup>3</sup>/dia i una concentració d'amoni de 23.43 mg/L, el volum calculat de l'EDAR és:

$$V = \frac{460,84(23,43 - 4)}{1,5 \cdot 3000 \cdot 0,35} = 5,68 \text{ m}^3 \simeq 6 \text{ m}^3$$

Es realitza un sobredimensionament d'un 5% per garantir un rendiment adequat i per fer front a possibles augments de cabal en situacions d'emergència.

#### Demanda d'oxigen:

La nitrificació és un procés que consumeix oxigen. Mitjançant l'estequiometria, podem determinar la quantitat necessària de oxigen. Cada mol d'amoni requereix 2 mols d'oxigen:



Per tant, el consum diari és:

$$O_2 = Q \cdot (C_0 - C_f) \cdot 4,57 \quad \text{Equació 6.4.2}$$

$$O_2 = 460,48 \cdot (23,43 - 4) \cdot 4,57$$

$$O_2 = 40885,7 \text{ mg/dia}$$

$$O_2 = 40,9 \text{ kg/dia}$$

Així doncs, en necessitaran uns 40 kg d'oxigen al dia. L'oxigen es subministrarà mitjançant ampolles de 50L en estat líquid, equivalent a 10,000 L en estat gasós.

### **Temps de retenció hidràulica (TRH):**

El TRH és el temps que l'aigua roman dins el reactor biològic:

$$TRH = \frac{V}{Q} \text{ Equació 6.4.3}$$

$$TRH = \frac{6m^3}{460,48m^3/dia}$$

$$TRH = 0,013 \text{ dies}$$

$$TRH = 18,76min$$

Control de pH i alcalinitat:

La nitrificació pot generar àcid, pel qual és crucial mantenir un pH òptim entre 7 i 8. Serà necessari afegir bicarbonat de sodi o hidròxid de calci per neutralitzar els àcids generats i mantenir l'alcalinitat adequada.

### **6.4.3 Efluents gasosos**

Dins la indústria, les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera constitueixen una de les majors preocupacions ambientals, tant pel que fa a les seves repercussions sobre la salut humana com sobre els ecosistemes. Aquestes emissions poden ser de dues tipologies principalment identificades: emissions canalitzades i emissions difuses.

1. Emissions Canalitzades: Aquest tipus d'emissions s'allibera a l'atmosfera mitjançant estructures tancades com les xemeneies. Aquestes estan habitualment associades a combustibles i processos específics dins de les instal·lacions industrials, i la seva gestió i control són més accessibles degut a la seva naturalesa concentrada.
2. Emissions Difuses: Són aquelles emissions que s'escapen directament des dels punts on són generades, sense passar per cap tipus de canalització. Aquestes emissions són especialment preocupants ja que són més difícils de controlar i poden provenir de múltiples fonts dins del procés productiu, com poden ser fuites, evaporacions o altres formes de pèrdues no canalitzades.

A ProUrea Manufacturing, les emissions difuses representen un repte important. El disseny de les instal·lacions no inclou xemeneies per la evacuació de contaminants, fet que requereix una atenció especial a l'hora d'identificar i manejar aquestes emissions. Per aquest motiu, és essencial desenvolupar un sistema eficaç per detectar fuites i altres emissions no canalitzades per minimitzar el seu impacte ambiental.

D'acord amb la normativa vigent, com la Llei 34/2007 de 15 de novembre sobre la qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera, és imperatiu que les plantes industrials compleixin amb els requisits establerts en l'Annex I, que detalla una llista de substàncies considerades contaminants atmosfèrics. ProUrea Manufacturing ha de garantir que tots els gasos efluents generats durant la producció estiguin adequadament tractats i monitoritzats, amb l'objectiu de protegir tant la salut humana com el medi ambient.<sup>[20]</sup>

Dins la planta de producció, s'identifiquen diverses fonts d'emissions atmosfèriques que són crucials de reconèixer per un tractament eficient dels efluents gasosos. Aquests gasos són generats en diferents etapes del procés de producció i les seves fonts inclouen:

1. Gasos Intrínsecs del Procés: Aquests són generats a través de les diverses operacions unitàries durant la producció.
2. Gasos de Combustió: Provenients de les calderes, turbines i forns utilitzats dins la planta.
3. Gasos des dels Tancs d'Emmagatzematge: Aquests inclouen gasos resultants del venteig i altres processos associats amb el maneig dels tancs.
4. Gasos dels dos absorbidors: Gasos que s'alliberen dels absorbers cap a l'exterior.
5. Generats durant l'inici de les operacions de la planta.

Aquests efluents són detallats a la Taula 6.4.3.1, on es presenta un resum de les fonts d'emissió juntament amb la localització específica d'aquests equips dins de la planta. La identificació precisa d'aquestes fonts és essencial per assegurar que totes les emissions són adequadament gestionades i tractades, minimitzant així el seu impacte ambiental i complint amb les normatives vigents sobre qualitat de l'aire.

Taula 6.4.4: Localització de les emissions atmosfèriques.

| Emissions atmosfèriques               | Zona           |
|---------------------------------------|----------------|
| Gasos Intrínsecs del Procés           | De 100 a 700   |
| Gasos de Combustió                    | Zona           |
| Gasos des dels Tancs d'Emmagatzematge | Zona 900       |
| Gasos dels dos absorbidors            | Zona 400       |
| Gasos de la Posada en Marxa           | Tota la planta |

#### 6.4.3.1 Límits d'emissions líquides

D'acord amb el Catàleg d'Activitats Potencialment Contaminadores de l'Atmosfera (CAPCA) inclòs a l'annex IV de la Llei 34/2007, del 15 de novembre, sobre qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera, la fabricació d'urea està categoritzada amb el codi 04 04 08. Les operacions dins d'aquest grup estan obligades a complir amb requisits de control d'emissions atmosfèriques.<sup>[21]</sup>

Els límits màxims d'emissions es detallen a l'annex II del Reial Decret 508/2007, del 20 d'Abril, que gestiona la provisió d'informació sobre emissions segons el Reglament E-PRTR i les autoritzacions ambientals integrades. Les emissions autoritzades d'altres compostos implicats estan registrades a la Taula 6.4.5.<sup>[22]</sup>

Taula 6.4.5: Valors umbrals d'emissions

| Contaminants/substàncies dels quals, en tot cas, cal subministrar informació quan es emeten de forma significativa, d'acord amb l'art. 3.4 | Valor llindar d'informació pública d'emissions a l'atmosfera (kg/any) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Metà (CH <sub>4</sub> )                                                                                                                    | 100.000                                                               |
| Monòxid de carboni (CO)                                                                                                                    | 500.000                                                               |
| Diòxid de carboni (CO <sub>2</sub> )                                                                                                       | 100.000.000                                                           |
| Amoníac (NH <sub>3</sub> )                                                                                                                 | 10.000                                                                |
| Compostos orgànics volàtils diferents del metà (COVDM)                                                                                     | 100.000                                                               |

#### 6.4.3.2 Tractament d'emissions gasos

- Tractament del corrent 45 i 46:

El corrent 45 i 46, en el Diagrama de Procés que es troba al capítol 10. Diagrames i Plànols, es considera un corrent a tractar i té les característiques següents, segons la Taula 6.4.6.

Taula 6.4.6. Composició dels corrents 45 i 46.

| Corrent    | Composició CO <sub>2</sub> (tn/h) | Composició CO <sub>2</sub> (kg/any) |
|------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Corrent 45 | $3,52 \cdot 10^{-3}$              | 30.835,2                            |
| Corrent 46 | $4,23 \cdot 10^{-4}$              | 3.705,48                            |

Com s'observa a la taula anterior, no es superen els límits d'emissions de CO<sub>2</sub>, per tant no cal cap tractament d'aquests corrents i es poden expulsar de manera controlada a l'atmosfera.

- Tractament de gasos de venteig:

Les emissions atmosfèriques originades pels gasos de venteig, seran dirigits a un tractament de gasos, un scrubber. Un scrubber opera mitjançant una columna en la qual el gas contaminat entra en contacte amb un líquid, generalment d'aigua, que absorbeix el contaminant. Aquest procés s'efectua impulsant el líquid amb una bomba fins a la part superior de la columna, on, a través de dutxes, es distribueix sobre un llit de material. Aquest mètode és particularment eficaç per tractar gasos que contenen àcids o bases, sovint presents en els compostos orgànics volàtils. Seguidament aquestes aigües seran dirigides a l'EDAR per ser tractades adequadament.

- Tractament dels gasos de la posada en marxa:

Durant la fase de posada en marxa de la planta, és necessari un període ajustat fins a assolir un estat estacionari. Aquesta etapa és crítica per la generació d'emissions involuntàries, com el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>).

#### 6.4.3.3 Dissenys del scrubber

Les possibles fonts d'emissions de gasos de la planta que caldria tractar, com es comenta anteriorment son: [23] [24] [25] [26]

Reactor de síntesi d'urea:

- Amoníac (NH<sub>3</sub>) i Diòxid de Carboni (CO<sub>2</sub>) com a gasos principals.

Tancs d'emmagatzematge:

- NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> i urea en forma de pols o vapor.

Procés de granulació:

- NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, i pols d'urea.

#### **Cabal de Gasos**

Es suposa una producció de gasos de 797,64 m<sup>3</sup>/h, sumant una estimació de 144,2 m<sup>3</sup>/h de CO<sub>2</sub>, uns 520,5 m<sup>3</sup>/h de NH<sub>3</sub> i afegint un 20% adicional dels gasos de ventilació.

### Àrea de la Secció Transversal de la Torre:

Velocitat del gas en la torre: 1.5m/s

$$\dot{A}rea = \frac{Cabal\ total}{Velocitat\ del\ gas \times 3600} \text{ Equació 6.4.3}$$

$$\dot{A}rea = \frac{797,64}{1,5 \times 3600} = 0,148m^2$$

### Diàmetre de la torre

$$D = \sqrt{\frac{4 \times \dot{A}rea}{\pi}} \text{ Equació 6.4.4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.148}{\pi}} = 0,434m = 43,4cm$$

### Alçada de la torre

$$H = Velocitat\ del\ gas \times temps\ de\ contacte \text{ Equació 6.4.5}$$

$$H = 1,5m/s \times 2s = 3m$$

### Cabal de líquid de rentat

$$Cabal\ de\ líquid\ de\ rentat = \frac{8L}{m^3} \times \frac{797.64m^3}{h} = 6381,12 \frac{L}{h} = \frac{6.38m^3}{h} \text{ Equació 6.4.6}$$

Paràmetres de disseny del Scrubber:

1. **Cabal Total de Gas:** 797.64 m<sup>3</sup>/h
2. **Velocitat del Gas:** 1.5 m/s
3. **Diàmetre de la Torre:** 43.4 cm
4. **Alçada de la Torre:** 3 m
5. **Cabal de Líquid de Rentat:** 6.38 m<sup>3</sup>/h

S'ha decidit augmentar el diàmetre de la torre scrubber un 20%, per garantir una major seguretat i una millor operativitat del sistema. Un diàmetre més gran permetrà una menor velocitat del gas, la qual cosa facilitarà una major eficiència en la captura dels contaminants. A més, un diàmetre més ampli permetrà una millor distribució del líquid de rentat, millorant així la seva efectivitat. Aquestes mesures contribueixen a assegurar un funcionament més fiable i una major durabilitat del sistema de scrubber, complint amb els estàndards ambientals i de seguretat.

## 6.5 Contaminació acústica

A ProUrea Manufacturing, com a part de la indústria química, la contaminació acústica sorgeix inevitablement a conseqüència del funcionament de diversa maquinària com ventiladors, bombes, compressors, i altres dispositius mecànics necessaris per la producció d'urea. Aquests nivells elevats de soroll no només afecten el benestar dels treballadors, causant fatiga, estrès i irritabilitat, sinó que també poden afectar les comunitats veïnes, potencialment conduint a queixes i demandes legals.

Per mitigar els efectes de la contaminació acústica, és crucial implementar una sèrie de mesures preventives i correctives dins de la planta. Aquestes mesures inclouen:

- Identificar i avaluar les principals fonts de soroll dins de les instal·lacions per determinar els nivells d'exposició i avaluar l'impacte tant en els treballadors com en l'entorn.
- Desenvolupar i aplicar estratègies per a la reducció del soroll, que poden incloure l'ús d'amortidors de vibracions, silenciadors i sistemes d'aïllament acústic.
- Establir programes de manteniment regulars per a la maquinària per assegurar que operin dins dels nivells de soroll permisibles i per corregir qualsevol increment inusual de soroll.
- Implementar programes de monitorització continuada del soroll per garantir la conformitat amb els estàndards de soroll acceptables i actuar ràpidament si aquests són superats.
- Proveir als treballadors exposats a alts nivells de soroll amb equips de protecció personal adequats, com taps per les orelles o auriculars de protecció.

Segons el Ministeri de Transició Ecològica, la contaminació acústica és definida com qualsevol soroll o vibració, independentment de la seva font, que causi molèstia, risc o dany a les persones, interfereixi amb les activitats habituals, o tingui un efecte significatiu sobre el medi ambient. Aquesta definició subratlla la importància de prendre mesures efectives per controlar i reduir els sorolls, especialment en un entorn industrial on els sorolls poden ser tant continus com intermitents, a més de sorolls impulsius causats per impactes o explosions d'eines.<sup>[27]</sup>

La prevenció i el control eficaç de la contaminació acústica són essencials no només per a la seguretat i la salut laboral dins de ProUrea Manufacturing, sinó també per millorar la qualitat de vida de les comunitats a l'entorn i minimitzar els impactes ambientals negatius associats amb l'operació de la planta.

### 6.5.1 Límits d'emissions acústiques

La regulació dels nivells de soroll en diferents zones acústiques és dictada pella Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll, i el seu desenvolupament a través del Reial Decret 1367/2007, estableixen l'estructura per a la zonificació acústica, fixant objectius de qualitat acústica i controlant les emissions de soroll. Aquesta legislació busca prevenir i mitigar la contaminació acústica per minimitzar els perjudicis que aquesta causa. El control del soroll es realitza mitjançant l'assignació de tres períodes d'avaluació diària:<sup>[28][29][30]</sup>

- Període de dia (d): Aquest interval comprèn 12 hores, des de les 7:00 fins a les 19:00.
- Període de tarda (e): Aquest període cobreix 4 hores, des de les 19:00 fins a les 23:00.
- Període de nit (n): Dura 8 hores, des de les 23:00 fins a les 7:00 del matí següent.

A la Taula 6.5.1 de la documentació, es presenten els límits màxims permesos de soroll per a cada període, establerts en 75 decibels per als períodes de dia i tarda i 65 decibels per al període de nit.

*Taula 6.5.1: Límits d'emissions acústiques depenen de l'àrea.*

| Tipus d'àrea acústica                                                                                                                             | Ld | Le | Ln |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Sectors del territori amb predomini del sòl d'ús sanitari, docent i cultural que requereix una especial protecció contra la contaminació acústica | 60 | 60 | 50 |
| Sectors del territori amb predomini del sòl d'ús residencial                                                                                      | 65 | 65 | 55 |
| Sectors del territori amb predomini del sòl d'ús terciari                                                                                         | 70 | 70 | 65 |
| Sectors del territori amb predomini del sòl d'ús recreatiu i d'espectacles                                                                        | 73 | 73 | 63 |
| Sectors del territori amb predomini del sòl d'ús industrial                                                                                       | 75 | 75 | 65 |

Segons el tipus d'àrea especificada a la Taula 6.5.1, l'empresa pertany al grup territori amb predomini del sòl d'ús residencial, per tant, s'haurà de respectar els valors límits de Ld = 65 dB, Le = 65 dB i Ln = 55 dB.

### 6.5.1 Tractament d'emissions acústiques

Per abordar eficaçment la contaminació acústica a ProUrea Manufacturing, es desplegaran diverses estratègies destinades a minimitzar l'exposició al soroll dins de les instal·lacions. Entre les mesures clau que es prendran, destaquen:<sup>[31]</sup>

- Aïllament Acústic: Les zones amb majors nivells de soroll, especialment aquelles utilitzades per a processos de producció intensius, seran insonoritzades. S'utilitzaran materials absorbents de so com poliuretà, llana de roca, i fibres de vidre, els quals són altament efectius per a aquest propòsit.
- Delimitació de Zones de Alta Exposició: Es marcaran clarament les àrees on els nivells de soroll superin els límits segurs, per a garantir que els treballadors estiguin adequadament protegits i conscients de les zones d'alt risc.
- Control de Vibracions: Es posaran en pràctica sistemes per controlar la vibració estructural, incluint l'ús de suports d'inèrcia i amortidors que ajudin a minimitzar la propagació del soroll generat per la maquinària.
- Barreres i Encapsulaments: S'instal·laran barreres acústiques i s'encapsularan les fonts de soroll més intenses per restringir la transmissió de soroll a altres parts de la planta.
- Millora de l'Acústica Passiva: S'implementaran millores en l'acústica de sòls, parets i sostres, probablement mitjançant panells acústics, per a absorbir el soroll dins de les instal·lacions i reduir la seva reverberació.

Aquestes mesures es faran extensives a diferents àrees de la planta, incloent la sala de control, les àrees de manteniment, així com les oficines, laboratoris, àrees socials, vestidors i banys. Amb aquestes iniciatives, ProUrea Manufacturing busca no només complir amb les normatives vigents, sinó també millorar significativament la qualitat de l'ambient laboral i la seguretat dels seus treballadors.

## 6.6 Contaminació lumínica

La contaminació lumínica, definida com l'increment de la lluentor del cel nocturn a causa de la dispersió de la llum artificial, és una problemàtica ambiental que ProUrea Manufacturing s'esforça a gestionar adequadament. Malgrat que la il·luminació artificial és essencial per a la productivitat, la seguretat i la visibilitat en entorns industrials, el seu ús inapropiat o excessiu pot alterar no només el paisatge natural nocturn, sinó també afectar adversament la biodiversitat i la salut humana.<sup>[32]</sup>

L'exposició excessiva a la llum artificial pot pertorbar el cicle circadià, afectant el son i el benestar general dels treballadors, i incrementar el consum d'energia, contribuint així a l'augment d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i accelerant el canvi climàtic. Aquesta contaminació lumínica, a més, pot infringir la tranquil·litat de l'espai privat i alterar la visió del cel estrellat, que és part del patrimoni natural i cultural.

Davant d'aquestes preocupacions, ProUrea Manufacturing implementa estratègies de mitigació que inclouen la regulació dels sistemes d'il·luminació per evitar l'enllumenat excessiu i la correcta instal·lació de fixtures de llum que minimitzin la dispersió. El control rigorós de l'il·luminació no només busca protegir la salut i el benestar dels treballadors, sinó també preservar la qualitat del medi ambient nocturn i el paisatge visual comú.<sup>[33]</sup>

### 6.6.1 Valors límits d'emissions lumíniques

La regulació de la contaminació lumínica i la promoció de l'eficiència energètica en les instal·lacions d'il·luminació són aspectes clau dins la legislació catalana, com s'evidencia en la Llei 3/2023, del 16 de març, i el Decret 190/2015, de 25 d'agost. Aquests marcs normatius busquen no només regular l'enllumenament tant públic com privat que afecti espais exteriors, sinó també minimitzar l'impacte ambiental nocturn i fomentar l'estalvi energètic.<sup>[34][35]</sup>

El territori està classificat en diverses zones basades en la seva vulnerabilitat a la contaminació lumínica, considerant factors com l'ús del sòl i les característiques dels entorns naturals. El Mapa de protecció contra la contaminació lumínica, aprovat el 29 de juny de 2018 pel Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, serveix com a eina d'ordenació ambiental. Aquest mapa detalla la zonificació del territori i estableix els nivells màxims d'il·luminació permesos, garantint una il·luminació adequada en zones habitades mentre protegeix els espais naturals i promou la conservació de la visibilitat del cel nocturn.

Aquestes mesures són essencials per preservar els paisatges nocturns, reduir l'impacte en la biodiversitat nocturna i optimitzar la utilització de recursos energètics en l'il·luminació, alineant-se amb els objectius de sostenibilitat i protecció ambiental.

A ProUrea Manufacturing, situada dins d'una zona categoritzada segons la sensibilitat i vulnerabilitat a la contaminació lumínica, s'apliquen diverses classificacions per mitigar l'impacte ambiental nocturn. La normativa vigent, plasmada en diversos decrets i lleis, defineix les zones següents:<sup>[36]</sup>

- E1 (Protecció Màxima): Inclou espais naturals protegits, com el Pla d'espais d'interès natural (PEin), xarxa Natura 2000, platges, costes i ribes d'aigües continentals que no formen part de nuclis poblacionals o industrials. Aquestes àrees reben la màxima protecció contra la contaminació lumínica per preservar el seu estat natural i la biodiversitat.
- E2 (Alta Protecció): Engloba terrenys no urbanitzables no inclosos dins de la zona E1, on els ajuntaments poden sol·licitar una protecció augmentada a través de la planificació urbanística, per a preservar el caràcter semi-natural d'aquestes àrees.
- E3 (Protecció Moderada): Aquesta zona inclou àrees urbanitzables o ja urbanitzades on l'activitat humana nocturna és intensa, com ara zones comercials, de lleure, o industrials. L'objectiu és equilibrar la necessitat d'il·luminació per a la seguretat i activitat econòmica amb la protecció de l'entorn.
- E4 (Menor Protecció): Zones urbanes de gran activitat nocturna on la demanda de llum és elevada a causa de l'alta densitat de població o activitats nocturnes. Les restriccions són menys severes però sempre amb la mirada posada en reduir el consum d'energia i les emissions de llum innecessàries.

La Figura 6.6.1 mostra el mapa de protecció contra la contaminació lumínica de la Generalitat de Catalunya, que actua com a instrument d'ordenació ambiental. Aquest mapa categoritza el territori segons la vulnerabilitat del medi nocturn a la contaminació lumínica. L'objectiu d'aquesta classificació és assegurar una il·luminació adequada en zones d'activitat humana mentre es preserven els espais naturals i es fomenta la conservació de la visibilitat del cel nocturn.<sup>[37]</sup>

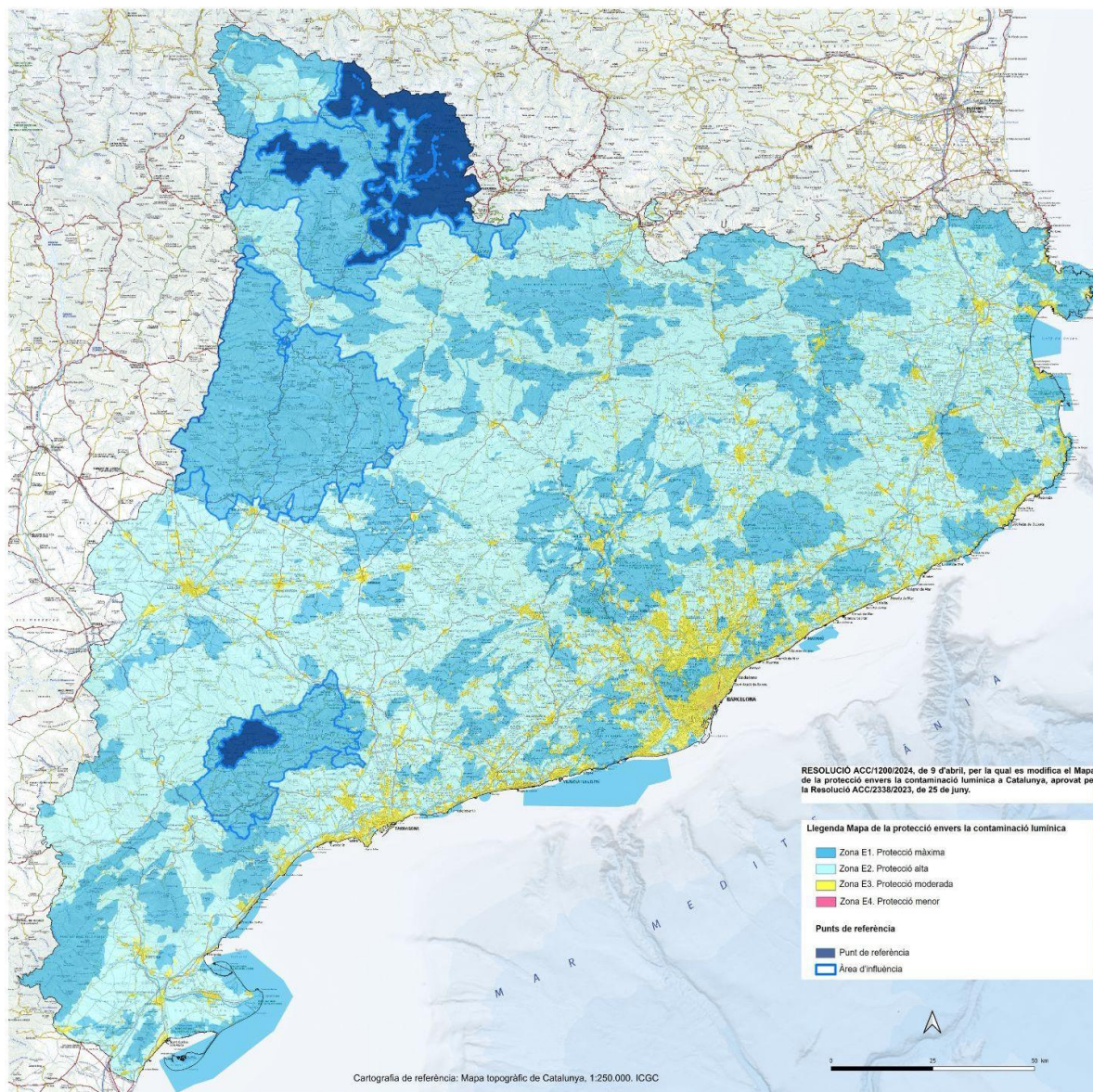


Figura 6.6.1. Mapa de protecció cap a la contaminació lumínica

ProUrea Manufacturing, situada dins d'una zona E3, ha de complir amb els límits d'emissió lumínica específics per aquesta classificació, ajustant-se a l'horari nocturn i les activitats desenvolupades.

A la Taula 6.6.1, es detallen les especificacions dels límits d'emissió de llum, ajustant-se a la zona de protecció E3 on està situada la planta i tenint en compte diferents franges horàries. Aquesta taula està dissenyada per garantir que l'il·luminació no superi els valors màxims establerts, segons els criteris d'emissió lumínica estipulats. [38]

Taula 6.6.1. Característiques permeses i nivells màxims per a zones E3.

|                                                                                     | Horari de vespre                                                                                                                              | Horari de nit                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Tipus de làmpades</b>                                                            | Tipus III. 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. |                                             |
|                                                                                     | <b>FHS inst. (%)</b>                                                                                                                          |                                             |
| <b>Percentatge màxim de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat d'un llum</b> | 15                                                                                                                                            | 10                                          |
|                                                                                     | <b>Il·luminació intrusa (lux)</b>                                                                                                             |                                             |
| <b>Intrusió lumínica</b>                                                            | 10                                                                                                                                            | 5                                           |
|                                                                                     | <b>Intensitat lluminosa (cd)</b>                                                                                                              |                                             |
| <b>Intensitat lluminosa màxima</b>                                                  | 10.000                                                                                                                                        |                                             |
|                                                                                     | <b>Luminància màxima (cd/m<sup>2</sup>)</b>                                                                                                   |                                             |
| <b>Nivells màxims de luminància d'enllumenat exterior comercial i publicitari</b>   | 800                                                                                                                                           |                                             |
|                                                                                     | <b>Luminància mitjana (cd/m<sup>2</sup>)</b>                                                                                                  | <b>Luminància màxima (cd/m<sup>2</sup>)</b> |
| <b>Nivells màxims de luminància per a l'enllumenat exterior ornamental</b>          | 10                                                                                                                                            | 60                                          |

## 6.6.2 Tractaments per la contaminació lumínica

Per abordar els efectes adversos de l'enlluernament com a forma de contaminació lumínica, és essencial que ProUrea Manufacturing implementi pràctiques responsables en la gestió de la seva il·luminació. La llum inapropiada pot pertorbar les condicions naturals de l'entorn nocturn, influir negativament en els ecosistemes i provocar danys ambientals generalitzats. Amb aquest objectiu, es prendran les següents mesures correctives i preventives:

- **Anàlisi del Sistema d'Il·luminació Actual:** Es realitzarà una revisió detallada de l'actual sistema d'il·luminació per identificar àrees on es poden aplicar millores en eficiència energètica i reducció de la contaminació lumínica.
- **Instal·lació de Luminàries Eficients:** Es procedirà a instal·lar sistemes d'il·luminació eficients, com ara llums LED de baixa intensitat, que optimitzen el consum d'energia i minimitzen la dispersió lumínica innecessària.
- **Controladors de Llum:** Es farà ús de dispositius per controlar la intensitat de la llum segons les necessitats operacionals, permetent ajustos basats en l'activitat i les hores de treball.
- **Focalització de la Llum:** L'orientació de la il·luminació serà estrictament dirigida cap a les zones on és necessària, evitant la dispersió cap a àrees on no es requereix il·luminació.
- **Sistemes d'Apagat Automàtic:** S'implementaran sistemes que apaguen automàticament les llums en espais no utilitzats o durant períodes no laborals, per exemple, durant les hores de son o en absència d'activitat.
- **Formació del Personal:** Els treballadors seran informats i formats sobre els impactes de la contaminació lumínica i com poden ajudar a mitigar-la mitjançant pràctiques de gestió responsable de la il·luminació.

## 6.7 Gestió externa

La planta química, al igual que moltes altres instal·lacions industrials, genera efluents contaminants com a conseqüència dels seus processos productius. Aquests efluents no poden ser tractats internament i requereixen la intervenció de gestors externs per a la seva eliminació responsable i segura.

Gestionar aquests residus implica un desafiament significatiu, donat que han de complir amb estrictes normatives ambientals i de seguretat per reduir l'impacte negatiu sobre l'entorn i la salut pública. Per tant, ha de col·laborar amb empreses especialitzades en la gestió de residus per assegurar que l'eliminació dels seus afluents sigui eficaç.

A més, segons es detalla al Decret 152/2017, de 17 d'octubre, sobre la classificació, codificació i vies de gestió dels residus a Catalunya, és essencial identificar cada tipus de residu amb els corresponents codis. Aquesta classificació facilita la tria del gestor de residus més adequat per a cada cas, recolzant-se en el Catàleg de Residus de Catalunya (CRC), que ofereix un sistema de codificació (codi CER) i un llistat de gestors autoritzats, optimitzant així el procés de tractament i eliminació de residus prop de la ubicació de la planta. El Catàleg de residus de Catalunya, derivat de la Llista europea de residus, s'organitza en capítols, identificats amb un codi numèric de dues xifres. Cada capítol es desglossa en subcapítols, identificats amb un codi numèric de quatre xifres, les dues primeres del qual corresponen al codi del capítol. Aquesta estructura s'orienta a la classificació dels tipus d'activitats que poden generar residus o bé a la identificació de tipologies generals de residus. Cada subcapítol inclou una llista de residus relacionats amb l'àmbit descrit per aquell subcapítol, cadascun dels quals s'identifica amb un codi numèric de sis xifres, les quatre primeres del qual corresponen al codi del subcapítol. Aquesta estructura dona lloc a un model en 20 capítols, 110 subcapítols i 843 codis de residus.<sup>[22]</sup>

La Taula 6.7.1 presenta els diversos residus produïts a ProUrea Manufacturing, juntament amb el CER corresponent i la seva via de gestió.

Taula 6.7.1. Residus produïts per la planta i el seu tractament

| Residu                   | CER    | Identificació                                                                                                                          | Codi de tractament | Descripció de tractament                                      |
|--------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|
| Paper i cartró           | 200101 | Residus municipals                                                                                                                     | V11/V61/V86        | Reciclatge de paper i cartró                                  |
| Vidre                    | 200102 | Residus municipals                                                                                                                     | V14                | Reciclatge del vidre                                          |
| Plàstics                 | 200139 | Residus municipals                                                                                                                     | V12                | Reciclatge de plàstics                                        |
| Matèria orgànica         | 200108 | Residus biodegradables de cuines i restaurants                                                                                         | V83                | Compostatge                                                   |
| Metalls                  | 200140 | Residus municipals (de peces mecàniques d'equips i canonades)                                                                          | V41                | Reciclatge i recuperació de metalls o de compostos metàl·lics |
| Piles i bateries         | 160604 | Piles alcalines<br>Bateries de plom                                                                                                    | V44                | Recuperació de bateries, piles i acumuladors                  |
| Oli                      | 130301 | Olis d'aïllament i transmissió de calor que contenen PCB                                                                               | T22                | Incineració de residus halogenats                             |
| Aigua de rentat d'equips | 070101 | Líquids de neteja i licors mare aquosos                                                                                                | T31                | Tractament fisicoquímic i biològic                            |
| Aparells elèctrics       | 200136 | Residus municipals                                                                                                                     | V41                | Reciclatge i recuperació de metalls o de compostos metàl·lics |
| Residus de laboratori    | 160506 | Productes químics de laboratori que consisteixen en substàncies perilloses, incloses les mesclades de productes químics de laboratori. | T32                | Tractament específic                                          |

## 6.8 Avaluació de l'impacte ambiental

L'avaluació d'impacte ambiental (EIA) és un procés crucial per a la planificació i gestió ambiental a ProUrea Manufacturing. Aquesta avaluació es realitza per identificar, predir i avaluar els efectes potencials, tant positius com negatius, que les operacions de la planta poden tenir sobre el medi ambient. En el marc d'aquesta avaluació, es tenen en compte diversos aspectes i factors relacionats amb les activitats industrials i la seva interacció amb l'entorn.<sup>[39][40]</sup>

En seccions anteriors, s'han detallat els motius, les legislacions aplicables i les possibles solucions per assegurar que aquests impactes no resultin excessivament negatius en el moment de realitzar l'avaluació. Així, aquesta avaluació constitueix un procediment documentat que l'empresa ha de gestionar, sotmetent-se a un anàlisi que preveu tant els efectes ambientals adversos com els beneficis potencials de les activitats proposades, facilitant així la selecció d'opcions que optimitzin els avantatges per a la planta i minimitza els perjudicis.

Aquesta revisió facilita que l'empresa prengui en consideració totes les accions favorables respecte a l'ambient durant el procés de construcció de les instal·lacions i el desenvolupament de la producció industrial. També determina si el procediment global és adequat i eficient, i en definitiva, si la presència i operació de la planta són beneficioses.

### 6.8.1 Matriu de Leopold

Dins l'àmbit de ProUrea Manufacturing, la Matriu de Leopold es presenta com una eina indispensable en l'avaluació d'impacte ambiental dels seus projectes i operacions. Aquesta matriu, configurada en una estructura de files i columnes similar a les matrius matemàtiques, serveix per sistematitzar i analitzar els impactes ambientals potencials que poden derivar-se de les activitats industrials.<sup>[41]</sup>

La funcionalitat principal de la Matriu de Leopold és oferir una vista panoràmica de les relacions causa-efecte entre les activitats de la planta i els seus possibles efectes sobre diferents components ambientals. Cada columna de la matriu representa una activitat específica de la planta, mentre que les files detallen els elements ambientals que poden ser afectats, permetent així identificar interaccions significatives que requereixin una atenció especialitzada.

La implementació d'aquesta matriu a ProUrea Manufacturing no només ajuda a prevenir els efectes, tant negatius com positius, que les operacions poden tenir sobre l'entorn, sinó que també facilita la selecció de mesures mitigadores per minimitzar qualsevol dany ambiental. Aquesta eina també es valora per la seva capacitat d'estructurar de manera efectiva les dades i proporcionar una base sòlida per a decisions informades en la gestió ambiental.

La creació de la Matriu de Leopold segueix una sèrie de criteris específics:

- Combinació de dues llistes d'anàlisi.
- Detecció de les interaccions potencials.
- Avaluació de la magnitud i la rellevància.
- Una escala de valoració de 1 a 10.

#### 6.8.1.1 Avantatges i desavantatges de la Matriu de Leopold

L'ús de la Matriu de Leopold proporciona una sèrie de beneficis i limitacions al projecte, que es detallen a la taula següent, on també es justifica la utilitat de la seva implementació.<sup>[42][43][44]</sup>

Taula 6.8.1. Avantatges i desavantatges de la Matriu de Leopold

| Avantatges                                                                                                                                                             | Desavantatges                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La Matriu de Leopold facilita la sistematització de les connexions causa-efecte ambientals rellevants.                                                                 | Absència de criteris estandarditzats per a l'assignació de valors d'impacte, el que pot fomentar valoracions subjectives.                                                                              |
| Gràcies al seu disseny en forma de quadrícula, els resultats són clarament visualitzables, cosa que els fa comprensibles tant per a gestors com per al públic general. | Ocasionals crítiques sobre la complexitat de la matriu degut a la seva extensa varietat d'elements i informació, resultants en una eina massa detallada per alguns projectes i massa vague per altres. |
| Aquesta eina és adaptable, permetent-se expandir o reduir-se segons les necessitats i el context ambiental de l'entitat en qüestió.                                    | Limitacions en l'abilitat per reconèixer impactes secundaris o acumulatius, que poden ser claus en l'avaluació ambiental.                                                                              |
| Resulta útil en diverses fases del cicle d'avaluació de l'impacte ambiental.                                                                                           | Dificultats per distingir entre els efectes a long i a curt termini dins de la matriu.                                                                                                                 |
| És un mètode econòmic que pot ser eficaçment comparat amb altres mètodes gràcies al seu baix cost.                                                                     | La metodologia assumeix que les interaccions ocorren de manera certa en lloc de tractar-les com a probabilitats.                                                                                       |

S'elabora una Matriu de Leopold per a l'avaluació sistemàtica de l'impacte ambiental associat a les seves operacions. Aquesta matriu, essencial per a l'anàlisi exhaustiu dels possibles efectes de les activitats de la planta sobre el medi ambient, segueix un procediment estructurat:<sup>[45][46]</sup>

- Identificació del Projecte: Definició del projecte i establiment de l'abast de l'avaluació ambiental.
- Descripció de l'Entorn: Anàlisi dels components biòtics, abiòtics i socials del context on se situa el projecte.
- Avaluació d'Impactes: Identificació i valoració de la magnitud i la importància dels possibles impactes ambientals.
- Anàlisi d'Alternatives: Exploració de diferents opcions projectuals per determinar els seus impactes, tant beneficis com perjudicis.
- Establiment de la Línia Base Ambiental: Determinació de la situació ambiental preexistent per a futures comparacions.
- Mesures de Mitigació: Identificació i aplicació de mesures per reduir o eliminar els efectes negatius.
- Avaluació Post-Mitigació: Determinació de l'impacte residual després de l'aplicació de mesures correctives.
- Avaluació d'Incertesa: Anàlisi de les possibles incerteses en les prediccions d'impacte.
- Comunicació de Resultats: Presentació dels resultats de l'avaluació d'una manera clara i accessible.

#### 6.8.1.2 Estructura i criteri de la Matriu de Leopold

La Matriu de Leopold a ProUrea Manufacturing està estructurada en una quadrícula on cada cel·la conté un valor de 1 a 10, indicant la magnitud de l'impacte, amb signes positius o negatius segons la natura (beneficiosa o perjudicial) d'aquests impactes. Aquesta metodologia permet una visualització clara de la interacció entre les activitats de la planta i els components ambientals afectats.

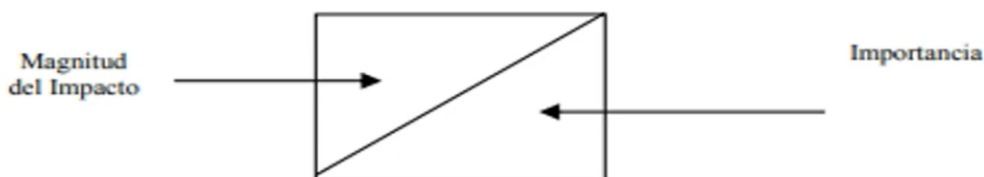


Figura 6.8.1. Cel·la de la matriu<sup>[44]</sup>

Per a cada impacte, la cel·la de la Matriu divideix dos components:

- **Magnitud de l'Impacte:** Mostrada a la part superior esquerra de cada cel·la, representa l'extensió de l'afectació.
- **Importància Relativa:** Situada a la part inferior dreta, indica la gravetat de l'impacte.

Aquesta matriu s'actualitza regularment per reflectir canvis en el projecte o l'entorn, assegurant que la gestió ambiental de ProUrea Manufacturing roman al dia i és capaç de respondre dinàmicament a noves informacions o condicions. La Matriu de Leopold no només proporciona un marc per a l'avaluació detallada d'impactes sinó que també fomenta la transparència i la participació en el procés de presa de decisions ambientals.<sup>[47][48]</sup>

El criteri que es seguirà serà el que es mostra en la taula a continuació.

Taula 6.8.2. Impactes positius

| Impactes positius |           |              |             |            |              |
|-------------------|-----------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Magnitud          |           |              | Importància |            |              |
| Intensitat        | Afectació | Qualificació | Duració     | Influència | Qualificació |
| Baixa             | Baixa     | +1           | Temporal    | Puntual    | +1           |
| Baixa             | Mitja     | +2           | Mitja       | Puntual    | +2           |
| Baixa             | Alta      | +3           | Permanent   | Puntual    | +3           |
| Mitja             | Baixa     | +4           | Temporal    | Local      | +4           |
| Mitja             | Mitja     | +5           | Mitja       | Local      | +5           |
| Mitja             | Alta      | +6           | Permanent   | Local      | +6           |
| Alta              | Baixa     | +7           | Temporal    | Regional   | +7           |
| Alta              | Mitja     | +8           | Mitja       | Regional   | +8           |
| Alta              | Alta      | +9           | Permanent   | Regional   | +9           |
| Molt alta         | Alta      | +10          | Permanent   | Nacional   | +10          |

Taula 6.8.3. Impactes negatius

| Impactes negatius |           |              |             |            |              |
|-------------------|-----------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Magnitud          |           |              | Importància |            |              |
| Intensitat        | Afectació | Qualificació | Duració     | Influència | Qualificació |
| Baixa             | Baixa     | -1           | Temporal    | Puntual    | +1           |
| Baixa             | Mitja     | -2           | Mitja       | Puntual    | +2           |
| Baixa             | Alta      | -3           | Permanent   | Puntual    | +3           |
| Mitja             | Baixa     | -4           | Temporal    | Local      | +4           |
| Mitja             | Mitja     | -5           | Mitja       | Local      | +5           |
| Mitja             | Alta      | -6           | Permanent   | Local      | +6           |
| Alta              | Baixa     | -7           | Temporal    | Regional   | +7           |
| Alta              | Mitja     | -8           | Mitja       | Regional   | +8           |
| Alta              | Alta      | -9           | Permanent   | Regional   | +9           |
| Molt alta         | Alta      | -10          | Permanent   | Nacional   | +10          |

Inicialment, és essencial entendre el funcionament de la taula, incloent com estan estructurades les cel·les, el significat dels seus signes i el motiu d'aquests. Per a començar a interpretar la taula correctament, cal fixar-se a la part superior de cada columna, la qual correspon al factor que afecta, i llegir cap a l'esquerra on s'indiquen les característiques afectades.

Per exemple, per interpretar la primera columna es podria plantejar la següent pregunta: "De quina manera afecta el 'transport' al 'soroll i vibracions'?" Aquesta pregunta guia l'anàlisi de dalt a baix i d'esquerra a dreta per cada cel·la.

Algunes cel·les tenen una qualificació obvia i l'enteniment del seu significat és directe gràcies a la codificació explicada. No obstant, hi ha cel·les que estan buides, indicant que certs factors no tenen impacte en determinades característiques, i per tant no s'assigna cap valor. Addicionalment, algunes cel·les poden contenir valors que requereixen una interpretació més detallada per evitar confusions.

Per exemple, en l'aspecte de transport:

- Es considerat el risc d'accidents i els seus efectes sobre el sòl.
- El moviment de trànsit i obstaculització d'aquest.
- Les possibles afectacions a les carreteres, per el pas continu de camions de gran tonatge.
- El gran consum de combustible dels medis de transport

Referent a la salut humana, es fa una ponderació entre els efectes del soroll i les olors, considerats com a contaminants que afecten les persones. Finalment, respecte a l'energia, la majoria del transport encara depèn de recursos no renovables.

| Accions de projecte<br><br>Impacte abiental |                            | Transport             | Emmagatzematge | Càrrega/Descàrrega | Reactor | Calderes, chiller i agitadors | Procés   | Manteniment | Oficines | Laboratoris | Construcció | Neteja de la planta | Impactes |       | Total Afeccions | Impacte Total |      |
|---------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|--------------------|---------|-------------------------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|---------------------|----------|-------|-----------------|---------------|------|
|                                             |                            |                       |                |                    |         |                               |          |             |          |             |             |                     | +        | -     |                 |               |      |
| Medi ambient                                | Ambient                    | Soroll i vibracions   | -5<br>1        | -2<br>1            | -3<br>1 |                               | -7<br>3  | -2<br>3     | -6<br>1  |             |             | -10<br>7            | -6<br>4  | 0     | 8               | 8             | -137 |
|                                             | Aire                       | Emissions i olors     | -3<br>1        |                    | -2<br>1 |                               | -2<br>3  | -2<br>3     | -4<br>1  |             | -3<br>1     | -6<br>7             | -5<br>4  | 0     | 8               | 8             | -86  |
|                                             | Llum                       | Qualitat              | -2<br>1        |                    | -2<br>1 |                               |          |             |          | -5<br>2     | -5<br>2     | -1<br>7             | -1<br>1  | 0     | 6               | 6             | -32  |
|                                             | Sòl                        | Qualitat i composició | -1<br>1        | -2<br>1            | -1<br>1 |                               |          | -1<br>2     |          |             | -9<br>10    | -1<br>1             | 0        | 6     | 6               | -97           |      |
|                                             | Subsòl                     |                       | -1<br>2        | -3<br>2            | -1<br>2 |                               |          | -1<br>2     |          | -9<br>10    | -1<br>1     | 0                   | 6        | 6     | -103            |               |      |
|                                             | Renovables                 | Aigua                 |                |                    |         | -5<br>3                       | -6<br>3  | -6<br>3     | -4<br>3  |             | -3<br>2     | -6<br>7             | -6<br>3  | 0     | 7               | 7             | -129 |
|                                             | No renovables              | Plàstics              | -2<br>6        |                    |         |                               |          |             | -2<br>6  | -6<br>6     | -6<br>6     | -8<br>9             | -2<br>6  | 0     | 6               | 6             | -180 |
|                                             |                            | Energia elèctrica     |                | -6<br>6            |         | -6<br>6                       | -10<br>6 | -9<br>6     | -5<br>3  | -4<br>6     | -4<br>6     | -10<br>9            | -9<br>9  | 0     | 9               | 9             | -420 |
|                                             |                            | Substàncies químiques | -5<br>7        | -4<br>5            | -6<br>8 | -5<br>7                       |          |             |          |             | -6<br>7     |                     | -3<br>4  | 0     | 6               | 6             | -192 |
|                                             |                            | Combustible           | -9<br>8        |                    | -2<br>4 |                               | -9<br>4  |             |          |             |             | -2<br>4             |          | 0     | 4               | 4             | -124 |
| Aspèctes d'interes                          | Paisatge urbà              | Paisatge de la zona   | -2<br>4        |                    | -2<br>1 |                               |          |             |          |             |             | -10<br>10           |          | 0     | 3               | 3             | -110 |
|                                             | Població                   | Qualitat de vida      | 3<br>6         |                    |         |                               |          | -5<br>6     | 3<br>6   | 3<br>6      | 3<br>6      | 3<br>6              |          | 5     | 1               | 6             | 60   |
|                                             |                            | Generació d'ocupació  | 9<br>9         |                    | 5<br>9  |                               |          | 6<br>9      | 6<br>9   | 6<br>9      | 6<br>9      | 10<br>7             | 6<br>9   | 8     | 0               | 8             | 466  |
|                                             | Infraestructures i serveis | Camins i carreteres   | 6<br>3         |                    | 6<br>3  |                               |          |             |          |             |             |                     |          | 2     | 0               | 2             | 36   |
|                                             | Impactes                   | +                     |                | 3                  | 0       | 2                             | 0        | 0           | 1        | 2           | 2           | 2                   | 1        | -1048 |                 |               |      |
| -                                           |                            |                       | 9              | 5                  | 8       | 3                             | 5        | 5           | 7        | 3           | 6           | 10                  | 9        |       |                 |               |      |
| Total de afectacions                        |                            |                       | 12             | 5                  | 10      | 3                             | 5        | 6           | 9        | 5           | 8           | 12                  | 10       |       |                 |               |      |
| Promitg aritmètic                           |                            |                       | -23            | -66                | -5      | -86                           | -141     | -60         | 19       | 2           | -49         | -523                | -116     |       |                 |               |      |

Mitjançant l'ús de la Matriu de Leopold, ProUrea Manufacturing pot identificar i analitzar les activitats que poden ser perjudicials per al medi ambient. Aquest anàlisi revela que les conseqüències d'algunes pràctiques poden ser significativament negatives, exigint així una atenció particular. Diversos aspectes claus han estat identificats com a preocupacions principals:

- Consum d'energia: L'alta demanda energètica de maquinàries com forns i calderes emfatitza la necessitat d'adoptar pràctiques que milloren l'eficiència energètica per reduir la dependència de fonts no renovables i les emissions de gasos d'efecte hivernacle. És imperatiu adoptar mesures com la instal·lació de panells solars o altres alternatives d'energia renovable per mitigar aquest impacte.
- Generació d'ocupació: L'ocupació representa un aspecte essencial dins del triangle de sostenibilitat. Les operacions industrials, amb les seves inherent característiques, poden ocasionar efectes negatius i, en certs casos, perillosos per a les comunitats veïnes, generant a vegades desacord en quant a la seva presència. No obstant això, és vital buscar un equilibri que respongui als interessos comunitaris. Aquest equilibri implica satisfer les necessitats locals, tant a través de la introducció de nous productes com mitjançant la creació d'oportunitats laborals que contribueixin al desenvolupament econòmic dels residents de la regió. Aquest compromís amb l'equitat social forma part integral de l'estratègia per mantenir la balança de sostenibilitat.
- Qualitat de l'aigua: L'ús de l'aigua en reactors, intercanviadors de calor, forns, i dipòsits d'emmagatzematge és crucial. No obstant això, la gestió inadequada de l'aigua i el tractament incorrecte poden resultar en la contaminació dels cursos d'aigua amb substàncies químiques procedents de la fabricació, compromentent la salut dels ecosistemes aquàtics.
- Producció de residus: La generació de residus sòlids i líquids, inclosos els productes secundaris i els chemicals no consumits, posa en risc l'ambient, la salut humana i la fauna local si no se gestionen de manera responsable.
- Riscos per a la salut i la seguretat dels treballadors: La manca de mesures de seguretat adequades a la planta pot resultar en riscos significatius per als treballadors, incloent l'exposició a productes químics perillosos durant la fabricació.
- Impacte paisatgístic i biodiversitat: L'activitat de construcció i operació de la planta pot provocar alteracions en el paisatge i pèrdua d'hàbitats locals, afectant la flora i fauna natives així com la biodiversitat general de la regió.

Per abordar aquests efectes negatius, és imperatiu implementar estratègies de mitigació i control robustes. Això inclouria pràctiques avançades de gestió de residus, conservació d'energia i aigua, tecnologies per controlar les emissions i programes continuats de vigilància ambiental. També és crucial un rigorós compliment de les normatives ambientals per assegurar que la planta opera dins dels marcs legals establerts, protegint així tant el medi ambient com la comunitat local.

## 6.10 Bibliografia

- [1] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2013-12913 Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.” BOE.es, 9 Diciembre 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>. Accessed 8 Març 2024.
- [2] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “Código de Evaluación y Control Ambiental.” BOE.es, 15 Feb 2024, [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?id=111&modo=2&nota=0&tab=2](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=111&modo=2&nota=0&tab=2). Accessed 8 May 2024.
- [3] PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. “REACH Regulation - European Commission.” Environment, 18 Diciembre 2006, [https://environment.ec.europa.eu/topics/chemicals/reach-regulation\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/chemicals/reach-regulation_en). Accessed 8 May 2024.
- [4] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2007-18475 Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.” BOE.es, 23 October 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18475>. Accessed 8 May 2004
- [5] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2013-12913 Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.” BOE.es, 9 December 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>. Accessed 8 May 2024.
- [6] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2009-8411 Ley 6/2009, de 28 de abril, de evaluación ambiental de planes y programas.” BOE.es, 28 April 2024, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-8411>. Accessed 8 May 2024.
- [7] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “Ley 12/1981, de 24 de diciembre, por la que se establecen normas de protección de los espacios de especial interés natural afectados por actividades extractivas.” Wikipedia, 14 Mayo 2020, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1982-2938>. Accessed 8 May 2024
- [8] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2015-9208 Ley 16/2015, de 21 de julio, de simplificación de la actividad administrativa de la Administración de la Generalidad y de los gobiernos locales de Cataluña y de impulso de la actividad económica.” BOE.es, 21 July 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-9208>. Accessed 8 May 2024.

[9] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2016-12601 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.” BOE.es, 16 December 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-12601>. Accessed 8 May 2024.

[10] Millors tècniques disponibles (MTD). Medi Ambient i Sostenibilitat.” Medi Ambient i Sostenibilitat, 28 Feb 2018, [https://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/empresa\\_i\\_produccio\\_sostenible/prevencio\\_i\\_control\\_dactivitats/millors\\_tecniques\\_disponibles\\_mtd/](https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/prevencio_i_control_dactivitats/millors_tecniques_disponibles_mtd/). Accessed 8 May 2024.

[11] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. “A-2011-13046 Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.” BOE.es, 28 July 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-13046>. Accessed 9 May 2024.

[12] Barrena, Raquel. Tractaments de Residus Sòlids i Fonts d'Energia Renovable. Departament Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, 2024.

[13] Junta de andalucia. “MANUAL DE GESTION MEDIOAMBIENTAL.” Untitled, 2022, [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/CA-73-8\\_MANUAL\\_DE\\_GESTION\\_MEDIOAMBIENTAL\\_ESTUDIO\\_MEDIOAMBIENTAL\\_DE\\_%20LOS\\_%20PUERTOS\\_%20DE\\_LA\\_COMUNIDAD\\_AUT/CA-73-8/6\\_SISTEMAS\\_DE\\_GESTION\\_MEDIOAMBIENTAL.PDF\\_](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/CA-73-8_MANUAL_DE_GESTION_MEDIOAMBIENTAL_ESTUDIO_MEDIOAMBIENTAL_DE_%20LOS_%20PUERTOS_%20DE_LA_COMUNIDAD_AUT/CA-73-8/6_SISTEMAS_DE_GESTION_MEDIOAMBIENTAL.PDF_). Accessed 21 May 2024

[14] NQA. “¿Qué es un sistema de gestión medioambiental?” NQA, 2021, <https://www.nqa.com/es-es/certification/systems/environmental-management-systems>. Accessed 21 May 2024.

[15] ISOTOOLS. “Untitled.” Nueva ISO 14001, 2015, <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>. Accessed 21 May 2024.

[16] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. “Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambientales: EMAS.” Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024, <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-comunitario-de-ecogestion-y-ecoauditoria-emas.html>. Accessed 21 May 2024.

[17] Q-BO. “Diferencia entre ISO 14001 y EMAS | q-bo.” Q-bo.org, 2023, <https://q-bo.org/diferencia-entre-iso-14001-y-emas/>. Accessed 23 May 2024.

[18] Portal Jurídic de Catalunya. “DECRET 130/2003, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament.” Wikipedia, 2003, <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/3894/1960620.pdf>. Accessed 23 May 2024.

[19] Syouffi Barghout,, Nura. “Diseño de un proceso de nitrificación y desnitrificación para una Edar.” Universitat Jaume I, 2021, <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/196178>. Accessed 23 May 2024.

[20] “Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.” Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 17 Noviembre 2007, <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/11/15/34/con>. Accessed 23 May 2024.

[21] Jefatura del Estado. “A-2007-19744 Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.” BOE.es, 15 November 2023, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-19744>. Accessed 24 May 2024.

[22] Ministerio de Medio Ambiente. “Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.” Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2007, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-8351>. Accessed 24 May 2024.

[23] Báez Marrero,, Ibaute. “Diseño Y Cálculo De Un Equipo De Limpieza De Gases (Scrubber) De Un Buque Ro-Pax.” Universidad de Las Palmas de Gran Canaria · ULPGC, 2017, <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/94373>. Accessed 24 May 2024.

[24] Darío Dueñas Gamboa, Iván. “Dimensionamiento de los scrubber de alta y baja presión para gas natural teniendo en cuenta las variables operativas de una estación de regulación en el Valle de Magdalena Medio.” Universidad Industrial de Santander, 2021, <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/5cd8ad58-7d46-4f2c-b6f6-44d26ec95e51/content>. Accessed 24 May 2024.

[25] Rodríguez, Rosa. “Modelo y diseño de tren de lavado de gases provenientes de la incineración de residuos.” Instituto de Ingeniería Química- Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de San Juan, Argentina., 2008, [https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/modelo\\_y\\_diseno.pdf](https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/modelo_y_diseno.pdf) . Accessed 24 May 2024.

[26] TECAM. “Scrubber | TECAM.” Tecam Group, 2022, <https://tecamgroup.com/es/tratamiento-de-emisiones/scrubber/>. Accessed 24 May 2024.

[27] Agència de Residus de Catalunya. “Guía sobre la codificación, la clasificación y las vías de gestión de los residuos en Cataluña, y el Catálogo de Residuos de Cataluña.” gencat, 2019, <https://residus.gencat.cat/es/detalls/Publicacions/Guia-CRC-00001>. Accessed 24 May 2024.

[28] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. “Española.” Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024, [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion-acustica/ruido/legis\\_espaniola.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion-acustica/ruido/legis_espaniola.html). Accessed 24 May 2024.

[29] Departament de Medi Ambient i Habitatge. “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.” Portal Jurídic de Catalunya, 28 June 2023, <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=534022>. Accessed 6 June 2024.

[30] Jefatura del Estado. “A-2003-20976 Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.” BOE.es, 17 November 2023, <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20976>. Accessed 24 May 2024.

[31] Comunidades Europeas. “DOUE-L-2002-81289 Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.” BOE.es, 18 julio 2002, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2002-81289>. Accessed 24 May 2024.

[32] PROLYSERVICIOS SUR S.L. “Reducir el ruido industrial · Prolisur acústica.” prolisur, 2020, <https://www.prolisur.com/noticias/reducir-el-ruido-industrial/>. Accessed 24 May 2024.

[33] Medio Ambiente y Sostenibilidad. “¿Qué es la contaminación lumínica?. Medio Ambiente y Sostenibilidad.” Medi Ambient i Sostenibilitat, 29 May 2023, [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/contaminacio\\_luminica/a/que-es-la-contaminacio-luminica/](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/a/que-es-la-contaminacio-luminica/). Accessed 25 May 2024.

[34] Medio Ambiente y Sostenibilidad. “Contaminación lumínica. Medio Ambiente y Sostenibilidad.” Medi Ambient i Sostenibilitat, 2024, [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/contaminacio\\_luminica/a/](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/a/). Accessed 25 May 2024.

[35] Departament de la Presidència. “LLEI 3/2023, del 16 de març, de mesures fiscals, financeres, administratives i del sector públic per al 2023.” Portal Jurídic de Catalunya, 16 Març 2023, <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=955078>. Accessed 25 May 2024.

[36] Departament de Territori i Sostenibilitat. “DECRET 190/2015, de 25 d'agost, de desplegament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.” Portal Jurídic de Catalunya, 25 August 2023, <https://portaljuridic.gencat.cat/ca/document-del-pjur/?documentId=701266>. Accessed 25 May 2024.

[37] Medio Ambiente y Sostenibilidad. “Zonas según el grado de protección contra la contaminación lumínica.” Medi Ambient i Sostenibilitat, 14 12 2012, [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/contaminacio\\_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/zones\\_proteccio\\_contaminacio\\_luminica/](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/zones_proteccio_contaminacio_luminica/). Accessed 26 May 2024.

[38] Medio Ambiente y Sostenibilidad. “Mapa de la protección contra la contaminación lumínica. Medio Ambiente y Sostenibilidad.” Medi Ambient i Sostenibilitat, 26 Febrer 2024, [https://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/contaminacio\\_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/index.html](https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_luminica/mapa-de-proteccio-contra-contaminacio-luminica/index.html). Accessed 26 May 2024.

[39] Larioja. “Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) - Medio ambiente - Portal del Gobierno de La Rioja.” Gobierno de La Rioja, 2016, <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/prevencion-control-ambiental/evaluacion-impacto-ambiental-eia>. Accessed 26 May 2024.

[40] Tito, Boris, and Alejandra Rupertus. “▷ Matriz de Leopold EXCEL DESCARGAR: impacto ambiental.” Ingeniería Ambiental, 21 July 2021, <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold-excel-descargar/>. Accessed 28 May 2024.

[41] M. Ponce, Dr. Victor. “43419. La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental.” Victor Miguel Ponce, 2019, [https://ponce.sdsu.edu/la\\_matriz\\_de\\_leopold.html](https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html). Accessed 28 May 2024.

[42] Alex Enseña. “Matriz de Leopold.” YouTube, 4 March 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=4SbW6G9XjhM>. Accessed 28 May 2024.

[43] Ivette, Ariadna. “Matriz de Leopold - Qué es, definición y concepto.” Economipedia, 1 August 2021, <https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-leopold.html>. Accessed 28 May 2024.

[44] “MATRIZ DE LEOPOLD.” Ecoembes, 7 febrero 2024, <https://www.ecoembesthecircularcampus.com/matriz-de-leopold/>. Accessed 28 May 2024.

[45] Torrealba, Simon. “Criterios Relevantes integrados y Matriz Leopold | PPT.” SlideShare, 16 August 2020, <https://es.slideshare.net/slideshow/criterios-relevantes-integrados-y-matriz-leopold/237949710>. Accessed 30 May 2024.

[46] Carmen Luz De la Maza. “Evaluación de Impactos Ambientales.” En MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES 2007- Editorial Universitaria pp. 579-609, 2007, [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120397/Evaluacion de Impactos Ambientales.pdf](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120397/Evaluacion%20de%20Impactos%20Ambientales.pdf). Accessed 30 May 2024.

[47] Tito, Boris. “▷ Matriz de Leopold Modificada Impacto Ambiental 2024.” Ingeniería Ambiental, 2 August 2020, [https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/#Como calcular una matriz de Leopold impacto ambiental paso a paso](https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/#Como%20calcular%20una%20matriz%20de%20Leopold%20impacto%20ambiental%20paso%20a%20paso). Accessed 30 May 2024.

[48] Centurion, Romero. “ELABORACION MATRIZ DE LEOPOLD.” YouTube, 31 March 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=MC0NKyo54Fs>. Accessed 30 May 2024.

[49] Franz, Don. “Matriz de Leopold en Excel: ¡Aprende a llenarla desde cero!” YouTube, 15 August 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=dLEzvDH0deg>. Accessed 7 June 2024.