



Treball Final Grau

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria

Universitat Autònoma de Barcelona

Planta Química per la producció d'alfa-naftol

Juny 2014 • Tutor: Carles Solà

Pau Ayats Forrelat • Raquel Fuentes Lopez • Marc Giménez Gallardo

Anaïs Gómez Ramon • Alberto Ramón Ferrer



6. MEDI AMBIENT



Índex

6.1 Introducció.....	3
6.2 Normativa mediambiental.....	4
6.2.1 Normativa de responsabilitat mediambiental	5
6.2.2 Normativa de prevenció i control ambiental d'activitats.....	6
6.2.3 Normativa mediambiental referida a l'atmosfera	7
6.2.4 Normativa mediambiental referida a aigües.....	9
6.2.5 Normativa mediambiental referida a residus sòlids	10
6.3 Avaluació de l'impacte ambiental	11
6.3.1 Introducció.....	11
6.3.2 Normativa i criteris d'aplicació	12
6.3.3 Identificació y minimització dels impactes	13
6.4 Efluent gasos	18
6.4.1 Descripció dels efluent gasos	18
6.4.2 Introducció a les tecnologies de tractament d'emissions de gasos	20
6.4.3 Tractament dels efluent gasos	24
6.5 Efluent líquid.....	26
6.5.1 Descripció dels efluent líquid	26
6.5.2 Introducció a les tecnologies de tractament d'efluent líquid	28
6.5.3 Tractament dels efluent líquid	30
6.6 Efluent sòlid.....	32
6.6.1 Descripció dels efluent sòlid.....	32
6.6.2 Tractament dels efluent sòlid.....	33

6.1 Introducció

El medi ambient és el conjunt de sistemes físics i biològics que apareixen com a resultat de la interacció de l'ésser humà amb l'habitat que l'envolta.

La contaminació ambiental es pot definir com la presència d'agents químics, físics o biològics en llocs, formes i concentracions que són o poden ser perjudicials per la salut, seguretat i benestar de la població o perjudicials per la vida vegetal i animal. Cada cop hi ha més sensibilització respecte l'impacte que exerceixen les activitats humanes sobre el medi ambient i la salut, és per aquest motiu que es desenvolupen diferents mètodes i tecnologies per tal de reduir els efectes de la contaminació. En l'actualitat, degut a la gran importància de la necessitat de reduir les emissions i contaminants del medi ambient, els governs adopten normatives i polítiques per tal de minimitzar els efectes negatius i perniciosos.

Els objectius principals de l'empresa front la contaminació ambiental són:

- Prevenir la formació de contaminants.
- Minimitzar la producció de contaminant.
- Si no és possible prevenir o minimitzar, l'empresa ha d'ésser capaç de tractar els contaminants per a que la seva emissió no tingui un impacte negatiu sobre el medi ambient.

La implementació d'una planta de producció química comporta un elevat risc pel que fa referència al medi ambient ja que, tot i que s'intenti minimitzar la quantitat de residus que es generen optimitzant els processos, sempre hi ha uns efluents que caldrà tractar. Hi ha diverses tecnologies per a tractar efluents contaminants, ja siguin efluents gasosos, líquids o sòlids, però per a seleccionar la tecnologia més adient cal analitzar i avaluar detalladament les característiques de cada efluents i la capacitat tecnològica de la indústria.

Per tal que la planta de producció de 1-naftol compleixi la normativa mediambiental requerida, s'han d'analitzar tots els efluents del procés per tal de determinar el grau de contaminació i aplicar, si cal, algun tipus de tecnologia per tal de reduir el contingut de contaminants fins que als límits d'abocament permesos segons la normativa.

Primerament s'analitzaran les vies per les quals es produeix l'afectació del medi ambient. Els diversos impactes ambientals ocasionats pel flux de matèries primes, energia o emissions, s'ha estructurat en diversos factors denominats vectors contaminants. Aquests vectors són els següents:

- **Aire:** La qualitat de l'aire, així com el soroll, són dos paràmetres bàsics amb els que s'avalua el estàndard de la vida.
- **Aigua:** L'aigua provinent dels abocaments industrials s'ha de depurar abans de tornar-la al riu o al mar, degut a que té una elevada càrrega de contaminants.
- **Residus sòlids:** Els residus sòlids actuen com a vectors de tot tipus.

6.2 Normativa mediambiental

La contaminació, tant atmosfèrica, del sòl, de l'aigua, acústica o altres estan relacionades amb la presència de substàncies o formes d'energia que poden provocar efectes negatius sobre la qualitat de la vida humana, del medi ambient o altre béns.

Degut al creixement de la indústria i al increment de la contaminació, els diferents òrgans jurídics van implementar diferents decrets i lleis, que estableixen unes doctrines referides al marc mediambiental.

La gestió ambiental tracta de gestionar les activitats de les empreses que tenen, han tingut o poden tenir un impacte ambiental. Mitjançant els sistemes de gestió ambiental que són uns instruments de caràcter voluntari dirigit a empreses u organitzacions, aquests poden adquirir un alt nivell de protecció del medi ambient en el marc del desenvolupament sostenible.

Actualment existeixen dos sistemes que ajuden a les organitzacions en el compliment d'aquest fi:

- Reglament 1221/2009 un Sistema comunitari de Gestió i Auditoria Mediambiental (EMAS, de caràcter públic, conegut també com EMAS III)
- ISO 14001:2004 (caràcter privat)

En els següents apartats es descriurà la legislació actual sobre el medi ambient.

6.2.1 Normativa de responsabilitat mediambiental

L'objectiu general d'aquesta normativa es fomentar la prevenció i evitar o minimitzar els possibles danys ambientals significatius, per contaminació, causats per qualsevol activitat econòmica o professional, pública o privada. I si es produeixen aquests danys, assegurar la seva reparació.

A continuació es disposa de la normativa corresponent:

❖ Normativa de l'Estat

- Llei 26/2007, de 23 d'octubre, sobre la Responsabilitat Mediambiental
- RD 2090/2008, de 22 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament parcial de la Llei 26/2007, de Responsabilitat Mediambiental.

❖ Normativa Europea

- Directiva 2008/99/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 19 de novembre, relativa a la protecció del medi ambient mitjançant el Dret penal.
- Directiva 2004/35/CE, de 21 d'abril, sobre la responsabilitat mediambiental en relació amb la prevenció i reparació de danys mediambientals.

Segons aquesta normativa, en el cas que com a conseqüència de l'activitat productiva a la planta es produís un dany mediambiental, la indústria seria la responsable. Per tant, cal dissenyar la planta adequadament perquè respecti els límits d'emissió de contaminants establerts a la normativa.

6.2.2 Normativa de prevenció i control ambiental d'activitats

Per tal de prevenir els efectes nocius que poden comportar determinades activitats sobre el medi ambient cal aplicar la següent normativa:

- ❖ Normativa de la Generalitat de Catalunya
 - Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats (PCAA)

- ❖ Normativa de l'Estat
 - Llei 16/2002, del 1 de juliol, de Prevenció i Control Integrats de la Contaminació.
 - RD 509/2007, del 20 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament pel desenvolupament i execució de la Llei 16/2002, de prevenció i control integrats de la contaminació.

- ❖ Normativa Europea
 - Reglament CE 166/2006, del 18 de gener, relatiu a l'establiment d'un registre europeu d'emissions i transferències de contaminants i pel que es modifiquen les Directives 91/689/CEE i 96/61/CE del Consell.
 - Directiva 2010/75/UE del Parlament Europeu i del Consell, del 15 de gener, relativa a la prevenció i al control integrats de la contaminació.

6.2.3 Normativa mediambiental referida a l'atmosfera

La contaminació atmosfèrica es pot definir com la presència a l'atmosfera de substàncies o formes d'energia que impliquin molèstia greu, risc o dany per a la seguretat o salut de les persones, del medi ambient i altres béns.

Per tal d'evitar aquesta contaminació atmosfèrica hi ha establerta una normativa general referida bàsicament als límits d'emissió de substàncies contaminants i a la qualitat de l'aire. Però avui dia hi ha més consciència sobre el canvi climàtic, la contaminació lluminosa i l'acústica, per les quals també hi ha establerta una certa normativa.

A continuació es mostren alguns documents que estableixen les doctrines mediambientals referides a les emissions gasoses vigents:

❖ Normativa de la Generalitat de Catalunya

- Llei 22/1983, de 21 de novembre, sobre la Protecció de l'Ambient atmosfèric.

❖ Normativa de l'Estat

- Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera.
- Reial Decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire.
- RD 100/2011, de 28 de gener, pel que s'actualitza el catàleg d'activitats potencialment contaminadores de l'atmosfera i s'estableixen les disposicions bàsiques per la seva aplicació.
- RD 117/2003, de 31 de gener, sobre la limitació d'emissions de compostos orgànics volàtils degudes a l'ús de dissolvents en determinades activitats.

❖ Normativa Europea

- Directiva 1999/13/CE del Consell, de l'11 de març, relativa a les emissions de compostos orgànics volàtils (COV's) degudes a l'ús de dissolvents en determinades activitats industrials.
- Directiva 96/62/CE del Consell, del 27 de setembre, sobre l'avaluació i la gestió de la qualitat de l'aire ambiental.

D'altra banda cal saber que els contaminants atmosfèrics més importants, segons la composició química, són:

- Partícules: sedimentables ($>30\ \mu\text{m}$), en suspensió ($<30\ \mu\text{m}$), respirables ($<10\ \mu\text{m}$) o fums ($<1\ \mu\text{m}$).
- Compostos de sofre: SO_2 , H_2S , H_2SO_4 mercaptans, sulfurs...
- Compostos de nitrogen: NO , NO_2 , NO_x , NH_3 ...
- Compostos de carboni: CO , CO_2 , CH_4 , HCT...
- Halògens i compostos halogenats: Cl_2 , HCl , HF , CFC...
- Substàncies orgàniques, i en particular, hidrocarburs (amb exclusió del metà)
- Metalls pesats i compostos de metalls pesats
- Oxidants fotoquímics: O_3 , peròxids, aldehids...

Taula 6.2.1. Límits d'emissió de contaminants a l'aire

Contaminants	Unitats de mesura	Nivells d'emissió
Partícules sòlides	mg/Nm^3	150
SO_2	mg/Nm^3	4300
CO	p.p.m.	500
NO_x (mesurat com NO_2)	p.p.m.	300

6.2.4 Normativa mediambiental referida a aigües

La contaminació causada per l'home altera l'equilibri natural de les aigües en afegir residus provinents de diverses fonts. Els contaminants es poden introduir en les aigües en qualsevol punt del cicle hidrològic, és a dir, a causa de les precipitacions que arrosseguin contaminants de l'atmosfera, als contaminants que es filtren fins els aqüífers, etc.

Per aquest motiu cal tractar les aigües contaminades fins uns límits establerts per assegurar la protecció de la salut humana i del medi ambient.

La normativa mediambiental referida a les aigües que cal aplicar s'esmenta a continuació:

❖ Normativa de la Generalitat de Catalunya

- Resolució MAH/1603/2004, del 21 de maig, per la que s'estableixen els criteris mediambientals per l'atorgament del distintiu de garantia de qualitat ambiental als productes i als sistemes que afavoreixen l'estalvi d'aigua.
- Decret 130/2003, del 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament.
- Reglament metropolità d'abocament d'aigües residuals.

❖ Normativa de l'Estat

- RD 60/2011, del 21 de gener, sobre les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües.
- Ordre MAM/85/2008, del 16 de gener, per la que s'estableixen els criteris tècnics per la valoració dels danys al domini públic hidràulic i les normes sobre la presa de mostres i anàlisis d'abocaments d'aigües residuals.

6.2.5 Normativa mediambiental referida a residus sòlids

En els residus sòlids generats a la planta es tindrà en compte des de material d'oficines fins als catalitzadors. Es contractaran empreses externes que s'encarregaran del tractament d'aquests residus.

❖ Normativa de la Generalitat de Catalunya

- Decret Legislatiu 1/2009, del 21 de juliol, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei reguladora dels residus.
- Decret 88/2010, pel qual s'aprova el Programa de Gestió de Residus Industrials de Catalunya (PROGRIC).
- Ordre MAB/329/2003, per la qual s'aprova el procediment telemàtic relacionat amb la formalització de la documentació de control i seguiment de residus i la sol·licitud d'inscripció en el Registre de productors de residus industrials de Catalunya.

❖ Normativa de l'Estat

- Ordre AM/304/2002, del 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i la llista europea de residus.

6.3 Avaluació de l'impacte ambiental

6.3.1 Introducció

L'avaluació o estudi de l'impacte ambiental (AIA) es un procediment de caràcter preventiu per incorporar la variable ambiental en la presa de decisions sobre determinats projectes i així determinar si un projecte es mediambientalment acceptable i assumible per la societat.

La seva aplicació, basada en el principi de que es millor prevenir les pertorbacions en l'origen que combatre després en els seus efectes, està recomanada per varies organitzacions internacionals com, per exemple, les Nacions Unides, l'Organització Mundial de la Salut (OMS), l'Organització per a la Cooperació i el desenvolupament Econòmic (OCDE) i la Comunitat Econòmica Europea.

Els objectius principals de qualsevol EIA són:

- Descriure i analitzar el projecte (tant en continguts com en el seu objectiu), donat que es tracta de la pertorbació que generarà l'impacte.
- Definir i valorar el medi el qual patirà els efectes del projecte, donat que l'objectiu d'una AIA consisteix en minimitzar i/o anul·lar les possibles conseqüències ambientals del projecte.
- Preveure els efectes ambientals generats i avaluar-los per a poder jutjar la idoneïtat del projecte, així com permetre, o no, la seva realització en les millors condicions possibles de sostenibilitat ambiental.
- Determinar mesures per minimitzar, corregir i compensar els impactes.

6.3.2 Normativa i criteris d'aplicació

La legislació europea, i les seves transposicions a les lleis espanyoles i catalanes, regulen els tipus de instal·lacions i activitats que s'han de sotmetre a una AIA i els procediments a seguir en cas d'aplicació.

❖ Normativa de la Generalitat de Catalunya

- Llei 20/2009, de prevenció i control ambiental de les activitats (PCAA), indica que les empreses que realitzin activitats presents en els annexos I, II, III i IV de la Llei 20/2009 estaran subjectes a un règim d'autorització ambiental, un règim de llicència ambiental o un règim de comunicació i llicència.
- Llei 12/2006, del 27 de juliol, sobre les mesures en matèria del medi ambient.
- Decret 114/1988, del 7 d'abril, d'Avaluació d'Impacte Ambiental (AIA).

❖ Normativa de l'Estat

- RDL 1/2008, de l'11 de gener, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'Avaluació d'Impacte Ambiental de projectes (TRLEIAP).
- RD 1131/1988, del 30 de setembre, pel qual s'aprova el Reglament per l'execució del RDL 1302/1986, del 28 de juny, d'Avaluació d'Impacte Ambiental.

❖ Normativa Europea

- Directiva 85/337/CEE del Consell, del 27 de juny, relativa a l'avaluació de les repercussions de determinats projectes públics i privats sobre el medi ambient.

La planta de producció NAPHTECH pertany a la indústria química, que es troba en el grup 4 de l'annex I, i tal i com indica la llei serà sotmesa a un règim d'autorització ambiental, que entre altres coses obliga a realitzar un estudi de l'impacte ambiental.

Per a la realització de l'estudi d'impacte ambiental es necessari portar a terme:

1. Descripció de les característiques de la planta.
2. Descripció de l'entorn de la planta.
3. Anàlisi de les alternatives de procés.
4. Identificació dels impactes.

D'altra banda, per a realitzar la identificació dels impactes ambientals s'han d'avaluar les matrius d'impacte i matrius d'importància.

6.3.3 Identificació y minimització dels impactes

S'han de conèixer les accions i l'impacte sobre els següents factors:

- Aigües superficials
- Aigües subterrànies
- Sòl
- Aire
- Flora i fauna
- Paisatge
- Salut humana
- Nivell sonor
- Sistema socioeconòmic

La descripció d'impactes es realitza a través d'una matriu de doble entrada que conté les accions en l'eix vertical i els diversos factors en l'horitzontal. Les cel·les que queden en blanc, demostren que no hi ha impacte o que el mateix és molt lleu. Aquesta matriu pot ser qualitativa o quantitativa:

- Matriu qualitativa

Consisteix en un anàlisi dels impactes provocats o provocar-se per la radiació i/o funcionament d'una activitat o empenedoria sense qualificar els mateixos. La descripció dels impactes es realitza segons una classificació determinada.

- Matriu quantitativa

S'utilitza la fórmula numèrica següent:

$$\text{IMPACTE} = N (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

On cada terme té uns valors fixat depenent dels seus nivells d'impacte sobre els diferents factors esmentats anteriorment:

I: importància

1. Baix
2. Mitjà
4. Alt
8. Molt alt

N: naturalesa

- + Beneficiós
- Negatiu
- X Dubtós

EX: extensió

1. Puntual
2. Parcial
4. Extens
8. Total

MO: moment

1. Llarg termini
2. Mig termini
4. Immediat

PE: persistència

1. Fugaç
2. Temporal
3. Permanent

RV: reversibilitat

1. Curt termini
2. Mig termini
4. Irreversible

SI: sinergia

1. No sinèrgic
2. Simple
3. Sinèrgic
4. Acumulatiu

AC: acumulació

1. Simple
2. Sinèrgic
3. Sinèrgic
4. Acumulatiu

EF: efecte

1. Indirecte
2. Directe
3. Sinèrgic
4. Sinèrgic

PR: periodicitat

1. Irregular
2. Periòdic
3. Continu
4. Sinèrgic

MC: recuperabilitat

1. Recuperable
2. No recuperable
3. Sinèrgic
4. Sinèrgic

Com a resultat d'aquesta matriu, s'obtenen els següents rangs:

13 : No hi ha impacte

25-50: Impacte mitjà

50-75: Impacte sever

75-100: Impacte crític

6.4 Efluents gasosos

Es considera contaminació atmosfèrica, la introducció, per acció humana, directa o indirecta, de substàncies o d'energia que tinguin una acció nociva que posi en perill la salut de l'home, que provoqui danys als recursos biològics i als ecosistemes, que deteriori els béns materials i que perjudiqui les activitats recreatives i altres utilitzacions legítimes del medi ambient.

Les emissions a l'atmosfera tenen lloc en forma de gasos, vapors i sòlids en suspensió. En quant a efluents gasosos residuals continus fruit de la producció del alfa-naftol, no es troben en lloc de la planta NAPHTECH, però sí que hi haurà dos tipus de residus gasosos provinents del venteig dels tancs i de la inertització d'alguns equips.

6.4.1 Descripció dels efluents gasosos

- **Nitrogen de inertització**

Abans de posar en funcionament la planta s'utilitza aquest nitrogen on la seva funció es inertitzar tots els components de la planta. No hi ha límit d'emissió del nitrogen, i a més les condicions a les que s'expulsa a l'atmosfera es troben dins les reglamentaries (temperatura, etc...). Així doncs s'expulsa a l'atmosfera sense tractament previ ja que es compleixen les condicions adequades.

- **Venteig i vàlvules de seguretat**

Tots els equips i tancs d'emmagatzematge disposaran de venteig i vàlvules de seguretat per evacuar qualsevol excés de pressió que puguin generar.

Molts d'aquests reactius, productes i subproductes que es presenten a continuació són de caràcter perillós, i mitjançant les vàlvules de seguretat i el venteig es dependran cap a l'atmosfera els possibles gasos produïts en els respectius tancs d'emmagatzematge.

Per exemple, l'exposició de l'àcid nítric amb l'aire a temperatura ambient produeix fums tòxics. Aquests fums corresponen principalment a òxid nítric i diòxid de nitrogen. La contaminació de l'aire amb aquests fums generats es produeix de manera molt ràpida i pot arribar a nivells perillosos. Mentre l'àcid esta emmagatzemat es considera que es desprenen aquests òxids de nitrogen, els quals mitjançant el venteig són desplaçats.

D'altra banda el fet de que el monòxid de nitrogen sigui en gas i de que el diòxid de nitrogen tingui el punt d'ebullició a 21°C , també fa que mitjançant el venteig es desprenguin cap a l'atmosfera.

Tots els equips en els que hi ha vàlvules de venteig o vàlvules de seguretat es mostren a continuació:

- Sitja naftalè
- Tanc àcid nítric
- Tanc productes nitració
- Sitja del 2-nitronaftalé
- Tanc isopropanol
- Tanc 1-naftilamina
- Tanc àcid sulfúric
- Tanc productes hidròlisi
- Sitja 1-naftol

6.4.2 Introducció a les tecnologies de tractament d'emissions de gasosos

Per eliminar els contaminants de la fase gas en sistemes on es necessari tractar el gas de sortida al final de la planta amb l'objectiu d'abocar dins del marc de la llei, existeixen diferents tecnologies per a tractar corrents gasosos i així eliminar una gran varietat de contaminants en un mateix pas i altres tecnologies de caràcter específic sobre un contaminant.

Per la producció de l'alfa-naftol, hi ha efluents gasosos com els NO_x, SO_x, COV's, hidrogen i nitrogen amb partícules. Per tant es fa referència a les tecnologies existents per a tractar aquest tipus d'emissions.

Per a tractar els NO_x, SO_x, COV's es poden utilitzar diferents tecnologies que es divideixen en dos grans grups: tecnologies destructives i no destructives, mentre que l'hidrogen s'enviarà al cremador.

Les tecnologies destructives són aquelles en que els NO_x, SO_x i COV's es transformen en altres substàncies mitjançant un procediment adequat. Es divideixen en:

- Oxidació tèrmica regenerativa: es caracteritza per incloure uns dispositius anomenats regeneradors, que recuperen la calor dels gasos depurats. Els regeneradors són elements de material ceràmic que acumulen la calor dels gasos que surten de la cambra d'oxidació. Mitjançant un sistema de vàlvules s'estableixen cicles de funcionament consecutius pels quals els gasos depurats, que estan a temperatura elevada (800°C), cedeixen la seva calor a les masses ceràmiques perquè els gasos contaminants freds agafin aquesta calor en el següent cicle.

S'aconsegueix un consum mínim de combustible, ja que les eficàcies de recuperació de la calor són molt elevades i els costos d'explotació i manteniment resulten molt baixos. També tenen una elevada eficàcia de depuració, fiabilitat i durada de l'equip.

- Oxidació tèrmica recuperativa: consisteix en sotmetre els gasos a una temperatura suficientment elevada durant el temps necessari per produir la oxidació dels contaminants. Per tant, per aconseguir una depuració eficaç, és necessari combinar temperatures entre 750 i 1200°C, durant un temps mínim per completar la reacció d'oxidació i amb una turbulència en els gasos que permeti una mescla perfecta de tots els seus components.

Aquestes condicions s'aconsegueixen a l'interior d'una cambra d'oxidació dissenyada per a aquest fi i que està equipada amb un cremador que utilitza com a aire comburent el propi gas a depurar. S'aconsegueix així disminuir al màxim l'energia necessària per al procés de depuració.

Com la temperatura dels gasos que surten de la cambra d'oxidació es molt elevada, s'ha de recuperar l'energia preescalfant els gasos a tractar, generant vapor o escalfant oli tèrmic.

Si la concentració de COV's és elevada, aquestes instal·lacions són convenientes perquè permeten aprofitar en el procés industrial la calor d'oxidació dels contaminants. Mentre que si la concentració és baixa, suposa un elevat cost energètic d'operació.

A demés aquests sistemes tenen una eficàcia molt elevada.

- Oxidació catalítica: es similar a l'oxidació tèrmica, però gràcies a la utilització d'un catalitzador dins del sistema es disminueix l'energia d'activació requerida per l'oxidació total, per la qual cosa el procés es duu a terme a temperatures més baixes, generalment entre 300 i 450°C. Per tant, es redueix molt el consum de combustible addicional i la formació d'òxids de nitrogen, però el catalitzador també suposa un cost elevat.

Els gasos a tractar han de ser escalfats fins a assolir la temperatura d'operació del catalitzador amb un cremador de gasos o un escalfador elèctric.

Per reduir el consum energètic, es pot instal·lar un preescalfador que aprofiti la calor dels gasos ja depurats.

S'utilitzen quan la quantitat de COV's es baixa.

- Biofiltració: és un procés biològic que consisteix en la degradació dels contaminants per part dels microorganismes immobilitzats a la superfície d'un rebliment orgànic que li aporta els nutrients necessaris. El gas contaminant circula a través d'aquest medi filtrant, de manera que a la sortida del biofiltre es tindrà un corrent gasós lliure de contaminants. Cal un bon control del sistema, ja que ha de tenir la suficient humitat perquè funcioni correctament. És eficaç quan el gas té una concentració baixa de COV's.
- Biofiltre percolador: és com el biofiltre però en aquest cas el rebliment és inorgànic, per tant cal l'addició continua de nutrients al sistema que s'addicionen juntament amb l'aigua que manté la humitat necessària.
- Biorentador: consisteix en una columna d'absorció on es fa recircular aigua perquè arrossegui el contaminant. L'aigua contaminada que s'obté es tracta en un reactor de biomassa en suspensió.

Les tecnologies no destructives consisteixen en la separació física o química dels COV's de l'aire a tractar. Es divideixen en:

- Adsorció: es refereix al procés on les molècules de COV's s'eliminen del corrent gasós al transferir-se a la superfície sòlida d'un adsorbent. Existeixen dos tipus d'adsorció: química i física.

L'adsorció química no s'utilitza en sistemes de control de contaminants gasosos ja que la recuperació és molt difícil.

En l'adsorció física, les molècules de contaminant es retenen lleugerament a la superfície de l'adsorbent degut a interaccions dèbils, de manera que el material es pot regenerar fàcilment.

L'adsorbent més utilitzat per eliminar COV's és el carbó actiu, amb una eficàcia d'eliminació entre el 95 i 98%.

- Condensació criogènica: consisteix en el refredament de l'efluent a temperatures molt baixes utilitzant un fluid criogènic, com per exemple nitrogen líquid. D'aquesta manera es separen els contaminants de la fase gasosa, ja que condensen en disminuir la seva pressió de vapor degut a la disminució de temperatura.
- Absorció física/química: consisteix en posar en contacte l'efluent gasós amb un líquid que no sigui volàtil. D'aquesta manera el contaminant es transfereix a la fase líquida i requerirà un tractament posterior. També es pot produir una reacció entre el contaminant i algun compost del líquid de manera que s'afavoreix el procés i es pot obtenir un producte menys contaminant.

Per tal de seleccionar la millor tecnologia cal de seleccionar la millor tecnologia cal tenir en compte les característiques de l'efluent a tractar, com ara el cabal, la temperatura, la concentració de COV's, la presència d'altres contaminants al corrent, etc. Però també cal tenir en compte els interessos de l'empresa tant econòmicament com les necessitats de recuperació dels contaminants o d'energia.

A la següent figura, s'observa un diagrama de decisió per tal de determinar quina tecnologia es pot aplicar en funció del cabal de gas contaminant i de la concentració de contaminant.

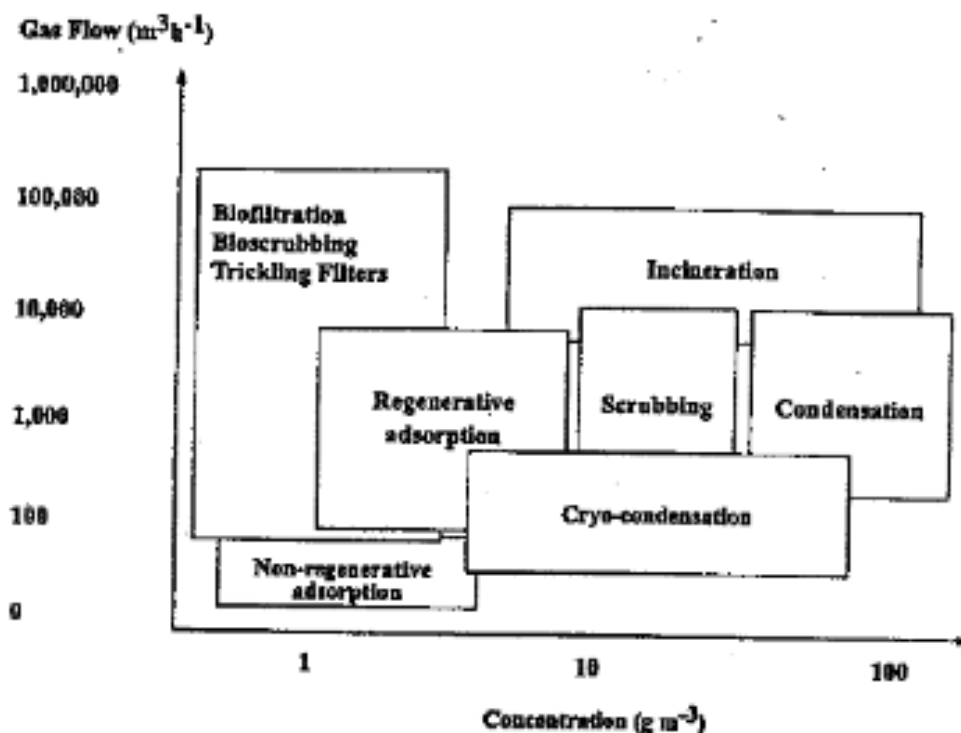


Figura 6.4.2. Aplicació de diferents tecnologies de tractament d'emissions gasoses.

6.4.3 Tractament dels efluents gasosos

Tal i com s'ha descrit anteriorment, els corrents gasosos provinents dels diferents corrents residuals del procés, s'han de tractar si es troben per sobre dels límits permesos segons la legislació abans d'emetre'ls a l'atmosfera.

A l'hora de seleccionar la millor tecnologia de tractament cal tenir en compte les concentracions de contaminants i el cabal a tractar. Aquestes dades s'han determinar a l'apartat anterior.

Segons aquestes dades i amb la figura 6.4.2., segurament la millor alternativa seria la utilització d'un tractament biològic, com un biofiltre, però al no tenir un cabal de gas constant de tractament ja que aquests compostos gasosos només es formen en les parades de la planta, en el venteig i algun vessament, el sistema no seria prou eficaç.

Es podria intentar realitzar una adsorció o un scrubber, ja que d'aquesta manera es podria reutilitzar i no hi hauria tantes emissions. Però al no tenir un cabal constant, aquestes tecnologies no són viables per aquestes condicions.

Per tant la millor alternativa és realitzar la incineració del contaminants mitjançant la torxa de la planta i així oxidar el contaminants fins a CO_2 i aigua sense produir dioxines ni furans ja que no tenim compostos amb clor i per tant, minimitzar la seva toxicitat i el seu potencial contaminant. Tot i que aquesta tecnologia no es molt respectuosa amb el medi ambient i contribueix en el canvi climàtic, la despesa econòmica que suposa és inferior a un altre tractament.

En la següent imatge s'observa una instal·lació d'aquest tipus:



Figura 6.4.3. Tractament de gasos. Torxa.

6.5 Efluents líquids

6.5.1 Descripció dels efluents líquids

S'obtenen tres efluents líquids en la producció de l'1-naftol. El primer corrent (7a) prové de la sortida del separador de fases D-301 i conté un 95% d'aigua i un 5% d'àcid nítric, el segon (53) prové de la cua de la columna C-502 i es tracta d'un corrent aquós amb alguna traça de isopropanol. L'últim efluent (63a) prové de la fase aquosa del separador D-701 i està format per un 90% d'aigua, un 6% d'àcid sulfúric i un 4% de sulfat d'amoni.

Com aquests corrents contenen substàncies contaminants pel medi ambient, no podem abocar-los directament al corrent d'aigua residual i per tant, cal avaluar quina és la millor forma de tractar-los.

- **Lubricants de maquinaria**

Totes les màquines que requereixen un cert moviment de les seves peces internes hauran d'estar lubricades. Aquest lubricant s'haurà de canviar cada certes hores de treball i es recollirà en un contenidor especial indicat per a això. L'empresa catalana de Tractament d'Olis Residuals S.A. (CATOR) és l'única que gestiona aquests olis residuals minerals utilitzats a Catalunya d'acord amb la Llei Reguladora de Residus 9/2008, del 10 de juliol.

- **Residus de laboratori**

Als laboratoris de la planta s'analitzaran les mostres extretes dels diferents punts del procés que serviran com a control de qualitat per verificar que tot funciona de manera correcta. També hi ha una secció de I+D que generarà residus líquids.

El laboratori estarà previst de bidons on es depositaran els residus en funció de la seva naturalesa i una empresa serà l'encarregada de la recollida i la gestió d'aquest residu.

- **Bassa d'acumulació de residus**

S'ha considerat necessari instal·lar una bassa a la que es conduiran els residus líquids que no estan previstos per a tractar-los. Aquests residus seran els líquids produïts durant la posada en marxa, així com els productes obtinguts d'aquesta que no tindran sortida al mercat.

Per tant, es recircularan a la bassa i es contractarà a una empresa perquè es faci càrrec de la recollida i la gestió d'ells. Aquesta empresa externa només vindrà quan la capacitat d'emmagatzematge de la bassa arribi als seus límits màxims o quan per la naturalesa dels compostos no es puguin acumular allà.

En aquesta bassa també es podran acumular els possibles vessaments que es produeixin durant el procés.

Per estimar la capacitat de la bassa s'ha optat per prendre com a base el volum generat diàriament a la planta quan està en operació, que és de 26m^3 al dia, i un marge per possibles ampliacions. Per tant el volum total de la bassa serà de 50m^3 , amb la qual cosa la bassa tindrà la capacitat per emmagatzemar qualsevol vessament que es produeixi en qualsevol zona del procés ja que cap equip conté tant de líquid en el seu interior. Aleshores per a aquest volum, les dimensions de la bassa seran de 3m de profunditat, 2m d'ample i 8m de llargada.

A més aquesta bassa es construirà impermeabilitzada per a que els diferents compostos no es filtrin i per tant, no contaminin el sòl ni les aigües subterrànies.

6.5.2 Introducció a les tecnologies de tractament d'efluents líquids

Existeixen diferents tecnologies pel tractament d'aigües residuals industrials amb traces de contaminants com els resultants de la producció de l'alfa-naftol. Aquestes tecnologies poden dividir en físiques, tèrmiques, biològiques i químiques.

Els processos físics consisteixen en l'eliminació dels contaminants de la fase líquida cap a una altra fase per tal de realitzar un tractament posterior de manera més senzilla.

- Adsorció: els contaminants es transfereixen a la superfície d'un sòlid adsorbent pel qual tenen afinitat, com ara el carbó actiu.
- Extracció líquid-líquid: s'utilitza un dissolvent orgànic per tal d'eliminar els contaminants de la fase aquosa.

Els mètodes tèrmics consisteixen en l'oxidació dels contaminants realitzant una incineració, però aquest procés requereix un elevat consum de combustible i es poden produir compostos perillosos.

Els mètodes biològics constitueixen una efectiva solució, ja que es poden eliminar una àmplia gamma de contaminants perquè existeixen molts microorganismes que degraden diferents substàncies. Però aquests processos requereixen d'un bon control de les condicions d'operació per tal d'assegurar el creixement i l'activitat dels microorganismes i només es poden utilitzar en unes certes condicions, quan la concentració de contaminants és baixa i si no són tòxics. Les tècniques pel tractament d'aigües residuals es classifiquen en:

- Neutralització: és tracta d'una reacció química entre un àcid i una base en quantitats equivalents, i que dona una sal i aigua.
- Precipitació: (també pot ser un procés físic) és la formació d'un sòlid dins d'una solució durant una reacció química. S'utilitza una substància insoluble com ara el Ca(OH)_2 . Es tracta d'un procés físic quan la formació del sòlid és deguda a causes físiques, com en el cas de la solidificació.

- Sistemes de biomassa en suspensió: són reactors on els microorganismes es troben en suspensió en l'aigua i degraden les substàncies presents, però posteriorment cal separar-los per tal d'obtenir l'efluent net. En el cas de les estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR's) i en els reactors discontinus seqüencials (SBR) la biomassa es separa per sedimentació i en el cas dels bioreactors de membrana (MBR) es separa per filtració.
- Sistemes de biomassa fixada: en aquest cas la biomassa creix sobre la superfície d'un suport formant una biopel·lícula. En fe circular l'aigua residual a través d'aquesta superfície hi ha una transferència dels substrats cap a la biopel·lícula de manera que el microorganismes els degraden. És el cas dels biofiltre i les biofiltre percoladors.

Finalment, pel que fa als tractaments químics, es basen en la reducció o oxidació de les substàncies contaminants.

La reducció química consisteix en la utilització d'un agent reductor, normalment a pressió i a temperatures elevades i amb un catalitzador adequat. Un dels agents reductors més utilitzats és l'hidrogen.

Per a realitzar l'oxidació química s'utilitzen els anomenats processos d'oxidació avançada (POA's) que consisteixen en la generació i l'ús d'espècies transitòries amb un elevat potencials oxidant, com ara el radical hidroxil ($\text{OH}^\cdot$). L'objectiu del POA's es la transformació dels contaminants en espècies innòcues. Es poden degradar una gran diversitat de compostos mitjançant aquesta tècnica, com àcids, aromàtics, amines, etc.

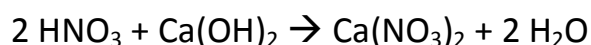
Aquest processos són els que es classifiquen en fotoquímics i no fotoquímics.

6.5.3 Tractament dels efluents líquids

Els efluents líquids obtinguts no són molt concentrats, per tant és realitzarà el seu tractament en la mateixa planta de producció d'acord amb els tractaments explicats anteriorment.

En el cas que es tingués l'efluent molt concentrat, la millor alternativa seria que aquests corrents fossin subproductes del procés, és a dir, que una altra indústria els pogués aprofitar i per tant es podrien vendre o estalviar els costos de transport i tractament.

Per tant, pels corrents residuals d'àcid nítric i d'àcid sulfúric dissolts en aigua, s'ajunten en un sol corrent per portar-los a un neutralitzador. Aquest neutralitzador consisteix d'un reactor continu de tanc agitat utilitzant el hidròxid de calci com a base, i a on es produeix també la precipitació del sulfat de calci de la següent manera:



A continuació, amb el sulfat de calci format, com és un precipitat, mitjançant un filtre es separa de la solució. Finalment, aquesta solució s'envia a la planta mancomuna del polígon per precipitar el nitrat de calci.

Una altra alternativa per al tractament d'aquest efluent líquid podria ser una resina selectiva de bescanvi iònic (RBI). Aquesta tecnologia de resines, ha estat utilitzada habitualment per obtenir una gran qualitat de l'aigua, eliminant la duresa i altres sals. Requereix el bombament de l'aigua a tractar a través d'un llit de resines, en el qual els nitrats i els sulfats reemplacen els ions clorurs de les resines. Arribat a un grau de saturació, és necessari regenerar les resines amb clorur de sodi (NaCl), generant efluents altament concentrats amb nitrats i sulfats.

Els principals avantatges són: que és un procés conegut i desenvolupat tecnològicament apte per a una gran varietat de cabals, que són instal·lacions molt compactes i que el consum energètic és menor que en el cas de la Osmosi Inversa.

Entre els inconvenients principals, trobem que les reines tenen un període de vida limitat, no és un procés selectiu, genera concentrats de l'ordre d'entre 2-15% de difícil eliminació i que requereix manipular grans quantitats de sal.

Per tant, al tractar-se d'un efluent amb diferents compostos, podria ser una bona alternativa.

Aleshores, l'aigua ja tractada s'enviarà cap altres estacions de tractament per a continuar amb la seva purificació.

6.6 Efluents sòlids

Sobre els residus sòlid podem distingir dos tipus, els generats per l'activitat humana en les oficines, menjadors, àrees socials i manteniment de la planta i els generats durant el procés d'operació productiu.

6.6.1 Descripció dels efluents sòlids

- **Residus sòlids de tipus urbà**

Al menjador i al restaurant es generaran residus corresponents a matèria orgànica i per recollir-los s'habilitaran els contenidors corresponents. També es generaran residus de plàstics i vidres, que seran recollits en uns altres contenidors per tal de portar a terme la recollida selectiva.

A les oficines i zones de treball com el magatzem es generaran residus de paper, cartró i vidre. Mentre que el paper generat a les oficines també es recolliran en el seu respectiu contenidor.

El cartó, majoritàriament provindrà de les caixes d'embalatge i per tant es col·locaran els contenidors per tota la planta i especialment en el magatzem.

Un altre tipus de residu sòlid, però en aquest cas perillós, són les tintes d'impressió generades a les oficines. Aquest tipus de residu es depositarà en un contenidor especial.

Mentre que els fluorescents també són considerats com un residu perillós i per això també s'habilitaran uns contenidors especials només per a fluorescents on aniran a parar tots els que s'hagin canviat pel servei de manteniment.

- **Residus sòlids de tipus industrial**

En quan a residus sòlids de tipus industrial, en aquesta planta només es generen dos. El 2-nitronaftalé provinent del corrent 27 i el catalitzador.

6.6.2 Tractament dels efluent sòlids

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, degut a l'activitat diària que es desenvolupa a la indústria es generaran residus assimilables a residus municipals comercials com paper i cartró, envasos i plàstics, vidre, fracció orgànica i restes.

Per tant, cal establir un sistema de recollida selectiva per tal de contribuir al reciclatge i així estalviar en recursos i energia. Aleshores, la recollida, el transport i la gestió d'aquests residus, ho portarà a terme una empresa externa, homologada per la Agència Catalana de Residus i que és trobi situada a prop de la planta, per tal de abaratir les despeses de transport.

D'altra banda, per al catalitzador una altra empresa externa serà l'encarregada de recollir-lo, tractar-lo i tornar-lo a la planta, una vegada regenerat.