

## Capítol 5. GESTIÓ ACTUAL DE RESIDUS INDUSTRIALS AMB POSSIBILITAT DE CDR

### 5.1 GENERALITATS

A Espanya és responsabilitat del productor fer-se càrrec de la gestió dels residus industrials derivats dels seus productes. Les activitats de gestió han d'estar autoritzades per la Comunitat Autònoma on es realitzi l'activitat i han de complir amb la legislació comunitària, nacional i autonòmica que afecta a aquests residus. [MMA08]

S'entén per residu industrial qualsevol substància o objecte resultant d'un procés de producció, de transformació, d'utilització, de consum o de neteja, el productor o posseïdor del qual se'n desprengui o tingui la intenció de desprendre-se'n. També tenen la consideració de residu industrial els residus procedents de les estacions depuradores d'aigües residuals (EDARs), els residus procedents de la descontaminació de sòls, els residus oliosos i les aigües contaminades procedents de vaixells, així com els residus sanitaris. En qualsevol cas queden exclosos els residus de comerços, oficines i serveis. [ARC07b]

Els residus industrials es classifiquen i es codifiquen segons el Catàleg Europeu de Residus (CER) i es gestionen segons el model de cada Comunitat Autònoma. [MMA08]

A Catalunya, per exemple, el model de gestió es basa en cinc eines principals:

- Registres: Recullen les dades de totes les empreses autoritzades per desenvolupar les diferents activitats (producció, tractament i transport) relacionades amb la gestió de residus, i són l'eina bàsica per a la identificació i seguiment dels agents implicats en el sector de residus industrials.
- Catàlegs de Residus:
  - Codificació i classificació dels residus industrials segons el Catàleg Europeu de Residus.
  - Determinació de la via de gestió aplicable per a cada tipus de residu segons el Catàleg de Residus de Catalunya.
- Declaració Anual: Acreditació documental relativa a les dades de generació de cada centre productor de residus industrials.
- Manual de Gestió: Interpretació dels Procediments de Gestió establerts per facilitar-ne la seva aplicació.
- Control de la Gestió: Es fonamenta en la documentació necessària per acreditar una correcta gestió dels residus, com les formes de control actiu i en la inspecció del cicle de gestió dels residus. [ARC07b]

Alguns tipus de residus es gestionen a través de Sistemes Integrats de Gestió (SIG) que consisteixen en què les empreses responsables de posar al mercat els productes han de pagar un import a una societat gestora constituïda pels mateixos fabricants del producte/residu específic per finançar-ne la gestió amb la finalitat d'assegurar el compliment dels objectius de reciclatge i valorització segons la normativa vigent. [EMA09]

A continuació, es desenvolupa la gestió dels residus industrials més representatius respecte a l'ús potencial com a CDR. La llista de possibles residus valoritzables energèticament és molt amplia, per aquest motiu s'han analitzat només aquells fluxos pels quals ja existeixen infraestructures específiques de gestió i que presenten avantatges evidents, actuals o a curt termini, davant altres possibles vies d'eliminació.

## 5.2 OLIS USATS

### 5.2.1 Procedència i característiques

Els olis industrials usats es generen periòdicament en les activitats de manteniment (tallers de reparació d'automòbils, maquinària agrícola o tot tipus d'indústries). La vida útil dels olis industrials, malgrat els additius que n'allarguen la durada, és limitada. Per tant, els olis van perdent progressivament les seves propietats fins que s'han de substituir per olis nous.

Es consideren en aquest grup els olis industrials que s'hagin tornat inadequats per a l'ús al que se li hagués assignat inicialment. S'inclouen en aquesta definició, en particular, els olis minerals usats dels motors de combustió i dels sistemes de transmissió, els olis minerals usats dels lubricants, els de turbines i dels sistemes hidràulics, així com les barreges i emulsions que els continguin. En tot cas queden inclosos en aquesta definició els residus d'olis corresponents als codis 13 01, 13 02, 13 03, 13 05 i 13 08 de la Llista Europea de Residus (LER).

Els olis industrials usats són residus classificats com perillosos segons el CER. La seva composició és molt complexa i inclou metalls, sulfurs i, en alguns casos, clor. El PCI es troba en valors entre 7.000-9.000 kcal/kg. [ARC10], [ORD02], [RD04]

### 5.2.2 Gestió actual i possibilitats

El Real Decret 679/2006 regula la gestió dels olis industrials usats i estableix una sèrie d'objectius ecològics que quantifiquen i jerarquitzen l'estratègia ambiental en relació amb els olis usats. [RD06]

El SIG encarregat de la gestió d'aquests tipus de residus en tot el territori nacional és SIGAUS.

Actualment, les opcions de gestió són:

- **Regeneració:** És l'opció que la llei marca com a prioritària. Es realitza a plantes específiques. Actualment existeixen 5 plantes operatives a Espanya. El procés consisteix en un nou refinatge dels olis usats, combinant la seva destil·lació amb processos físics i químics que permeten eliminar els contaminants, els productes d'oxidació i els additius que contenen, fins a fer-lo apte de nou per al mateix ús inicial, d'acord amb els estàndards de qualitat i les autoritzacions exigits per la legislació vigent.

De la regeneració d'oli industrial usat s'obtenen, a part d'aigua, les següents matèries que es destinen a la valorització: oli base, asfalt, combustible i sals potàssiques.

- **Reciclatge:** Actualment suposa un destí minoritari. Es sotmet a una valorització material per produir altres materials com betum asfàltic que després s'usa per a teles impermeabilitzants o en l'asfaltat de carreteres, pintures, tintes, fertilitzants o argiles expandides.
- **Valorització energètica:** Quan l'oli no es pot regenerar o reciclar es sotmet a processos mitjançant els que es possibilita la posterior utilització com a combustible alternatiu en centrals tèrmiques de generació elèctrica, cimenteres o altres processos industrials. [SGAU10]

### **5.2.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot**

La utilització d'olis usats com combustibles alternatius en plantes de clínquer ha estat una forma tradicional de gestió d'aquest tipus de residus, per les característiques generals dels forns i per la facilitat d'adaptació de les instal·lacions al nou combustible. També han estat molt utilitzats en altres instal·lacions, especialment en forns de materials ceràmics.

Aquesta pràctica ha estat molt estesa per Europa, on els olis usats suposen un percentatge important dels combustibles alternatius utilitzats, majoritàriament a cimenteres, ja sigui per ús directe o a través de la preparació de combustibles alternatius en plantes de blending.

Nombroses instal·lacions espanyoles han estat autoritzades per la utilització d'olis usats, en solitari o mitjançant barreges amb altres residus. Amb la nova estratègia de gestió, al considerar prioritària la regeneració, la valorització energètica que va complir la seva funció en el passat, continua tenint utilitat com a complement d'altres formes de gestió especialment per la olis de difícil tractament no regenerables.

La utilització dels olis usats en la cogeneració d'energia elèctrica va tenir una gran rellevància a principis dels anys 90, beneficiant-se dels avantatges econòmics de la recollida d'olis usats i de les subvencions a la producció d'energia elèctrica a partir de residus; no obstant això, els canvis introduïts en les tarifes de generació d'energia no han afavorit al sector, reduint-se considerablement l'aportació per a aquest ús.

Aquesta forma de recuperació exigeix un tractament físic-químic dels olis per a eliminació de les impureses; aquest tractament és bastant similar al realitzat en el cas de la regeneració ja que el seu objectiu és obtenir un carburant apte per a ser utilitzat per motors de gran potència, que exigeixen requisits de qualitat mínima.

Existeix a Europa, un nombre important d'instal·lacions de valorització energètica per a producció d'electricitat a partir d'olis usats, distribuïdes pel país, amb capacitat de consum superior a les disponibilitats d'olis usats; la major part d'aquestes instal·lacions estan vinculades a les plantes de regeneració, podent aprofitar part dels subproductes i residus de les mateixes, assolint així una millor integració de la gestió. [CEMA08], [CEMB09], [ISR08a]

Actualment a Espanya estan autoritzades sobre unes 10 instal·lacions espanyoles per a utilitzar aquest residu com combustible alternatiu. [CEMA08]

## **5.3 FARINES I GREIXOS D'ORIGEN ANIMAL**

### **5.3.1 Procedència i característiques**

Pertanyen a aquest grup els materials que es generen en la producció primària ramadera i en les indústries de transformació dels aliments d'origen animal. Aquests productes no formen part de la cadena alimentària i han de ser gestionats adequadament. [ISR08a]

Segons el CER [ORD02], tenen el codi de residu 020203 i estan classificats com residus no peril·losos.

En funció de la composició el PCI pot variar entre 4.000-7.000 kcal/kg, influeix la quantitat present de greixos atès que contenen un elevat poder calorífic. [ELIA05]

### 5.3.2 Gestió actual i possibilitats

Tradicionalment aquest materials estaven destinats majoritàriament a l'alimentació animal gràcies al contingut en proteïnes i a la presència de greixos. Les crisis alimentàries i de sanitat animal de final dels 90 i principis del 2000 van obligar a una redefinició de la legislació de subproductes no destinats al consum humà, que va ser establerta amb el Reglament CE 1774/2002. [ISR08a]

Aquest Reglament classifica els subproductes animals en tres categories, en funció del risc biològic dels mateixos:

- Categoria 1: Són els de major risc i inclouen els animals que presentin un risc de transmissió d'encefalopaties espongiformes, de riscos desconeguts o relacionats amb l'ús de substàncies il·legals en l'alimentació animal o contaminants mediambientals.
- Categoria 2: Són els subproductes que presenten altres riscos relacionats amb malalties animals no transmissibles o que contenen altres residus de medicaments veterinaris. També s'inclouen els cadàvers d'animals morts en les explotacions ramaderes.
- Categoria 3: Són els subproductes no destinats a consum humà que procedeixen del sacrifici d'animals sans.

Únicament els subproductes transformats de categoria 3 poden ser destinats a alimentació animal amb determinades restriccions en relació amb les espècies animals.

Els subproductes animals de les categories 1 i 2 són sotmesos a un tractament d'esterilització durant la seva transformació en farina animal per a poder ser valoritzats energèticament en instal·lacions autoritzades o eliminats en dipòsit controlat. [REG02]

### 5.3.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot

La valorització energètica de farines de categoria 1 i 2 en cimenteres és l'alternativa més viable dintre dels requeriments de destrucció efectiva d'aquests residus en un període de temps necessàriament reduït, i l'opció triada en nombrosos països europeus des de les crisis alimentàries i de sanitat animal de final dels 90 i principis del 2000.

Al 1999, Bèlgica va haver d'afrontar un problema de salut pública urgent que va generar molt interès: com tractar milers de tones de greixos i farines animals potencialment contaminades. Les autoritats federals van concloure que el coprocessat en els forns de la indústria cementera era la millor forma de resoldre la crisi i les fàbriques belgues van ser requerides per a això. Aquest procés va suposar una solució segura i mediambientalment sòlida per a la completa destrucció dels contaminants en el forn, així com una reducció d'emissions com resultat de la substitució de combustible.

Una situació similar va esdevenir a Itàlia al 2001. Les plantes cimenteres italianes, d'acord amb les autoritats, van ser requerides per a tractar una gran quantitat de farines animals potencialment contaminades.

Una circumstància idèntica es va reproduir també a França i a algunes Comunitats Autònomes d'Espanya a partir del 2002 . [CEMB09]

A continuació es descriuen algunes experiències a Espanya:

- Cementos Portland Valderrivas (Lemona): Amb “el mal de les vaques boges” a Desembre del 2000, van iniciar una experiència pilot amb l'objectiu de comprovar la viabilitat tècnica de la destrucció en els forns de ciment, de les farines obtingudes de les deixalles animals, prohibides per la legislació per la utilització en la alimentació animal. Des de llavors s'han valoritzat energèticament grans quantitats d'aquest residu. [URCE06]
- Cementos Portland Valderrivas (Vallcarca): S'estan utilitzant farines animals com combustible alternatiu des de maig de 2009. [UNIL08]

Actualment sobre unes 20 instal·lacions espanyoles tenen autorització per la coïncineració de farines i greixos animals. [CEMA08]

## 5.4 PLÀSTICS AGRÍCOLES

### 5.4.1 Procedència i característiques

Es consideren residus de plàstics d'ús agrícola aquells residus de plàstics produïts en l'exercici de l'activitat agrícola i/o ramadera, exceptuats els residus d'envasos. Tampoc s'inclouen els residus d'envasos de productes fitosanitaris.

Segons el CER [ORD02], estan classificats com residus no peril·losos i tenen assignat el codi de residu 020104.

Els tipus de polímers més freqüents en els plàstics agrícoles són: HDPE, LDPE, PVC i PP. En funció de la composició, el PCI del residu pot variar entre 3.500 i 7.500 kcal/kg. Alguns materials plàstics tenen major poder calorífic que d'altres. [JAND10], [RD04]

### 5.4.2 Gestió actual i possibilitats

La creixent preocupació del sector plàstics per oferir una destinació adequada als residus plàstics derivats d'aquesta activitat, va dur a Cicloplast a constituir Cicloplast Agricultura (Cicloagro), el primer SIG a Europa per als residus plàstics de l'agricultura. Cicloagro s'ocupa del disseny, promoció i organització dels sistemes de valorització dels residus de films plàstics d'agricultura generats a Espanya, mitjançant el reciclat o la recuperació d'energia. La seva activitat es va iniciar en una primera fase a Andalusia l'any 2001 amb l'objectiu d'ampliar-la posteriorment a la resta de les Comunitats Autònomes. [CIAG10]

Com a opció prioritària es realitza el reciclatge i la reutilització. Es recuperen materials per aplicacions com canonades, bosses, o panells.

Per als materials no reutilitzables ni reciclables resten només dues opcions de tractament: la valorització energètica, en les seves diverses variants o modalitats, o l'eliminació en dipòsit controlat.

La valorització energètica dels rebutjos de plàstics no reciclables o sotmesos a la radiació solar i molt degradats, amb importants dificultats tècniques per al seu reciclatge, pot permetre l'aprofitament de l'elevat poder calorífic dels plàstics.

Altres iniciatives de gestió corresponen a projectes i estudis sobre gasificació o piròlisi per la descomposició dels components orgànics del material i la generació de líquids i gasos

utilitzables com combustible i/o font de matèries primeres, quedant com residu sòlid els components no volàtils, que podrien tenir possibilitats de reciclatge. [ISR08a], [JAND10]

### 5.4.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot

Al 2006 es va iniciar el projecte europeu "Labelagriwaste" (Labelling Agricultural Plastic Waste for Valorising the Waste Stream), per tal d'eleva els nivells actuals de reciclat i valorització d'aquest tipus de residus a Europa. El projecte integra a fabricants, agricultors, recicladors, centres tecnològics i universitats de set països, entre els quals es troba Espanya.

Segons els objectius del I Pla Nacional de Residus de Plàstics d'Ús Agrari inclòs al PNIR 2008-2015, la valorització energètica arribarà a un 15% dels residus generats per a 2015. Assumint que les millores tecnològiques obriran noves possibilitats de reciclatge es preveu un objectiu intermig del 30% en 2010. [MMA08]

A Andalusia, s'han desenvolupat experiències de valorització energètica de film de polietilè de cobertes d'hivernacle mitjançant la incineració a la Central Tèrmica de carbó polvoritzat de Carboneres (Almeria); així mateix, s'han portat a terme assajos sobre la utilització de plàstics com combustibles en cimenteres, ambdues amb resultats positius.

El projecte va consistir a substituir al carbó pels films de polietilè dels hivernacles com combustible auxiliar en les Centrals Tèrmiques de carbó polvoritzat. Els plàstics sense rentar es sotmeten a un procés d'aglomeració en encenalls per a permetre el seu fàcil tractament en les instal·lacions d'alimentació de calderes. Els resultats obtinguts es van considerar un èxit des de la perspectiva econòmica, ja que el polietilè té la mateixa eficàcia tèrmica que el carbó, i quan els films són preparats per a la seva utilització com combustibles, aquests residus tenen un gran valor per a les centrals tèrmiques pel fet de reduir el consum de carbó, que és majoritàriament importat. Des de la perspectiva mediambiental es va comprovar que no existia canvi d'emissions a l'utilitzar el polietilè, donada la seva naturalesa lliure d'impureses i des del punt de vista operacional es va avaluar el rendiment tèrmic i es va demostrar que es trobava en línia amb els paràmetres normals de funcionament, no afectant a l'operativitat de la planta.

D'altra banda, la utilització de CDR en instal·lacions diferents a les centrals tèrmiques, com són les cimenteres, és ja una realitat. El seu ús és recomanable ja que no només amb la seva combustió no té lloc un augment de les emissions a l'atmosfera, sinó que poden fins i tot reduir aquests nivells d'emissions, particularment d'òxids de sofre i carboni. L'empresa andalusa HOLCIN compta amb autorització administrativa per a la valorització en cimentera d'una sèrie de residus, entre els quals es troben els plàstics procedents de l'agricultura. [JAND10]

També existeixen experiències espanyoles de tractament tèrmic a aquests residus per a l'aprofitament energètic:

- Poligas Ambiente, S.L. (Ribesalbes, Castelló): Planta de gasificació de residus plàstics agrícoles i d'altres com els sacs plàstics de ceràmiques subministrada per Enerkem (Garo Engineering, S.L. posseeix la llicència d'aquesta tecnologia per diversos països incloent Espanya). La capacitat nominal de tractament és de 25.000 t/any amb capacitat de generació d'energia de 8,2 MW. L'autoconsum de la planta es de 800 kW pel que l'exportació externa pot ser de al voltant dels 7,2 MW. També pot produir energia tèrmica per aplicacions industrials locals. Van iniciar l'activitat sobre el 2001.

El procés consisteix en granular els residus plàstics i introduir-los en el gasificador, on el plàstic es descompon per efecte de la temperatura (sense combustió). A partir d'aquesta descomposició, sorgeix un gas combustible que s'adequa per a la seva posterior utilització en els motors en diferents etapes. Finalment, el gas de síntesi amb un PCI mig

de l'ordre dels 7 MJ/Nm<sup>3</sup> s'utilitza com combustible en els motors, permetent a aquests produir energia tèrmica i elèctrica.

Han hagut d'ajustar alguns paràmetres de funcionament respecte al projecte inicial; un d'aquest punts modificats està relacionat amb la producció de quitrans superior a les previsions inicials. [AMBI03]

Cap al 2007-2008 van ser acusats d'abocaments il·legals i es va aturar l'activitat.

Actualment, sobre unes 15 instal·lacions espanyoles estan autoritzades per a utilitzar els residus plàstics agrícoles com combustible alternatiu. [CEMA08]

## **5.5 LLOTS DE DEPURADORA**

### **5.5.1 Procedència i característiques**

Els llots de depuradora resulten de la depuració d'aigües residuals a les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals Urbanes (EDAR). Són uns residus que es produeixen en grans quantitats i en els quals es concentra la major part dels contaminants de les aigües. [ELIA05]

Segons el CER [ORD02], estan classificats com residus no perillosos i tenen assignat el codi de residu 190805.

Normalment els fangs surten de la depuradora amb una humitat del 75% que dificulta la seva gestió, per aquest motiu en la majoria dels casos serà necessari reduir el contingut en aigua.

La fracció seca està composta per matèria orgànica i inorgànica en proporcions que depenen del procés de tractament emprat. Per exemple, la digestió anaeròbia dels fangs redueix la quantitat de volàtils, augmentant els inerts, arribant a invalidar el seu ús com a combustible.

El PCI típic de un llot de EDAR sobre base seca es situa entre 3.300- 5.100 kcal/kg.

Per les característiques del residu es pot produir la autocombustió al aplicar temperatura, per aquest motiu en les instal·lacions d'assecatge o en les plantes de valorització s'han de prendre mesures de seguretat específiques. [ELIA05]

### **5.5.2 Gestió actual i possibilitats**

Gràcies al contingut en aigua, en la majoria dels casos s'han de tractar abans d'iniciar la gestió.

Les principals alternatives de tractament per la posterior valorització del fang o per la seva eliminació són el compostatge o l'assecatge tèrmic del material.

En el cas de l'aplicació al sòl, existeix la possibilitat d'utilitzar els llots de depuració sense cap post-tractament o només realitzant el compostatge però la qualitat del fang en relació amb la presència d'elements contaminants, tant si són orgànics com inorgànics, l'estabilitat del material i el seu grau d'higienització condicionen la gestió del material per aquest ús fent necessari l'assecatge.

Respecte a l'eliminació via dipòsit controlat, no és permès l'abocament si la humitat és superior al 65%.

Així doncs, amb l'assecatge tèrmic s'aconsegueix disminuir la massa i el volum del fang per obtenir un producte estable i higienitzat apte per:

- Aplicació al sòl en profit de l'agricultura, restauració espais degradats o jardineria.
- Incorporació en materials de construcció o com matèria primera en la fabricació de ciment.
- Valorització energètica en plantes industrials.
- Dipòsit controlat. [ELIA05]

A Espanya la principal via de gestió del fang és el seu reciclatge/valorització material i el dipòsit controlat. [MMA08]

A alguns països europeus com Suïssa, Àustria, Alemanya, el compostatge per aplicacions al sòl, s'ha prohibit o presenta moltes limitacions donat el contingut en nutrients, metalls i altres contaminants.

Les noves directrius europees referents a les restriccions de matèria orgànica als dipòsits controlats i als límits cada cop més estrictes en el contingut de substàncies contaminants i metalls redueixen les possibilitats de aplicació al sòl, pel que va en augment la valorització energètica i l'ús com a combustible alternatiu.

El principal inconvenient de la valorització energètica dels llots és la despesa energètica en el procés d'assecatge. A més, normalment s'utilitzen combustibles fòssils.

Una futura via de valorització conseqüència de les noves directrius europees serà el tractament dels fangs per tal de recuperar l'energia, sotmetent-los a un procés de gasificació o piròlisi utilitzant l'energia generada en el procés per assecar els fangs humits. [ELIA05], [MOLI07]

### 5.5.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot

Una de les principals vies conegudes de valorització energètica de fangs com a substitució de combustibles fòssils en plantes de producció industrial és la seva introducció en forns de fabricació de clínquer per a la producció de ciment. Aquesta destinació presenta l'avantatge que la matèria mineral del fang s'incorpora al clínquer. Les dades proporcionades per les empreses cimiteres indiquen que els metalls presents en el fang queden fixats. Al mateix temps, estudis realitzats semblen assenyalar un baix nivell de contaminants en les emissions a l'atmosfera del procés en qüestió, cosa que s'atribueix a les condicions en què es desenvolupa la combustió (temperatura, pH, capacitat d'oxidació i temps de residència). [MOLI07]

Aquesta pràctica fa temps que es duu a terme a Europa a països com Holanda, Suïssa, Bèlgica, Alemanya, França i Espanya. A Holanda el 42% del coc de petroli és substituït per llots de depuradora. [CEMB09]

Un exemple d'experiència a Europa és el següent:

- ENCI (Holanda): Planta de ciment situada a Maastricht. Des de març de 2000 han estat treballant, juntament amb la planta de depuració de Limburg, rebent llots pretractats de les plantes de tractament d'aigües residuals. Actualment, 80.000 tones de llots secs de depuradora són processats anualment en el forn, que té una capacitat de producció de 865.000 tones de clínquer a l'any. [CEMB09]



A Espanya varia considerablement d'una Comunitat Autònoma a una altra. A Catalunya, per exemple, és una prioritat de gestió planificada en el PROGRIC 2007-20012 [ARC07b]. Algunes de les experiències es mostren a continuació:

- Prova pilot a Catalunya: Conveni de col·laboració entre el Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, UGT, CCOO, Ciment Català i els Ajuntaments de Sitges i Sant Feliu de Llobregat per realitzar unes proves ambientals d'utilització dels llots de depuradora, que no són aptes per l'agricultura, en substitució de coc de petroli a forns de clínquer. Van decidir realitzar proves específiques a escala real a dues fàbriques per a analitzar el seu comportament ambiental: les plantes de Cemex a Sant Feliu i Uniland a Vallcarca (Sitges), ambdues a la província de Barcelona. Les proves es van iniciar a 2005 i van incloure la realització d'anàlisis amb diferents percentatges de substitució del combustible convencional. Els resultats van ser satisfactoris. [CEMB09], [CIMC07]

A partir de la prova pilot, la situació de les dues plantes és la següent:

- Uniland Cementera (Vallcarca): Des de gener de 2008 es consumeix habitualment als 2 forns de clínquer amb resultats satisfactoris respecte al compliment de valors límit d'emissió. En el primer any es van valoritzar 14.318 tones de llots. Capacitat de 50.000 t/any. [UNIL08]
- Cemex (Sant Feliu): A 2008, la Generalitat va comunicar un retard de 18 mesos en la concessió de l'autorització per utilitzar llots de depuradora com combustible. Sembla ser que les movilitzacions socials en contra han provocat que el procés de concessió vagi més lent. [CEMA08]
- Samaraez Chemical Consulting, S.L. (Elche, Alicante): Es dediquen a la transferència tecnològica de plantes modulars de 500 kg/h a 2.000 kg/h, per a l'assecat i la gasificació de llots humits d'EDAR.

El procés de gasificació converteix els llots en energia neta utilitzable en forma de gas. Per a això s'utilitza un reactor gasificador ràpid patentat, que fa la conversió termal a altes temperatures en un ambient deficient d'oxigen.

Abans d'iniciar aquest procés cal eliminar els materials, si els hi ha, que puguin reciclar-se, incloent el vidre, els metalls i altres materials no combustibles. Posteriorment els llots es sotmeten a un procés d'eliminació mecànic i tèrmic de l'aigua i immediatament són introduïts en el primer mòdul de preescalfament i d'aquest passen al reactor gasificador.

El gas produït es refreda mitjançant un intercanvi de la calor que es produeix en el reactor amb un corrent d'aire fred, que s'introdueix en una cambra de refrigeració que té el reactor. Tots els gasos, fums, quitrans i cendres que s'obtenen són filtrats mitjançant diversos filtres secs.

Les restes de carbó o cendra sòlides, fruit del procés (5%), són eliminats enviats a un contenidor. El gas s'emmagatzema convenientment en un dipòsit per a ser utilitzat discrecionalment en la producció d'energia elèctrica i/o tèrmica; o directament passa a alimentar un motor (cicle Otto) per a la generació d'energia. [SAMA10]

Encara que els costos de gestió fan més atractiu el compostatge, sobre unes 18 instal·lacions industrials espanyoles estan autoritzades per a utilitzar aquests residus com a combustible. [CEMA08]

## 5.6 NEUMÀTICS FORA D'ÚS

### 5.6.1 Procedència i característiques

Els neumàtics fora d'ús (NFU) tenen bàsicament dos orígens:

- Neumàtic de reposició: el que prové de reemplaçar els neumàtics usats d'un vehicle (activitat que majoritàriament es realitza en un taller de reparació). Segons el RD 1619/2005 sobre gestió de NFU, els neumàtics de reposició són aquells que els seus productors posen al mercat per primera vegada per reemplaçar els neumàtics usats dels vehicles.
- Neumàtic que es genera en el procés de desballestament d'un vehicle fora d'ús. La gestió dels VFU està regulada al RD 1383/2002, sobre gestió de vehicles al final de la seva vida útil. Aquest RD preveu que els NFU s'han de retirar d'aquest en les operacions de descontaminació dels VFU. Aquests neumàtics una vegada separats dels VFU s'han de gestionar a través de gestors autoritzats. [ARC09]

Segons el CER [ORD02], tenen assignat el codi 160103 i estan classificats com residus no perillosos.

La composició del neumàtics pot variar de un continent a un altre. En el cas d'Europa una composició típica pot ser [CDEX07]:

Taula 5.1- Composició neumàtics a Europa. Font: Ministeri de Medi Ambient.

Material	Turismes (%)	Camions (%)
<b>Cautxú/Elastòmers</b>	<b>48</b>	<b>45</b>
<b>Negre de Fum</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
<b>Fracció Metàl·lica (acer)</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
<b>Tèxtil</b>	<b>5</b>	<b>-</b>
<b>Òxid de zinc</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Sofre</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Additius</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

Els neumàtics contenen un elevat poder calorífic, el PCI es situa entre valors de 7.600-8.100 kcal/kg en funció de la seva composició. [xxx]

### 5.6.2 Gestió actual i possibilitats

La Directiva 99/31/CE sobre l'abocament de residus, estableix la prohibició de l'abocament de NFU sencers des de 2003 i la prohibició de l'abocament total (sencers o no) des de 2006. En ambdós casos s'exclouen els NFU de diàmetre superior a 1400 mm.

L'aparició del Real Decret 1619/2005, de 30 de desembre, sobre la gestió de neumàtics fora d'ús, atribueix la responsabilitat bàsica de la correcta gestió dels NFU als responsables de la seva posada en el mercat nacional dels neumàtics, ja siguin fabricants, importadors o adquirents en un altre estat de la UE.

Per donar compliment a aquest Real Decret els productors s'han agrupat en dos SIG: SIGNUS ECOVALOR, S.L. i Tratamiento de Neumáticos Usados S.L. (TNU), que han de garantir la recollida i correcta gestió d'aquests NFU. [MMA08]

La valorització dels NFU avarca principalment tres grans tipus de tractaments:

- Reutilització: mitjançant el seu recautxutat i/o la seva incorporació al mercat de neumàtic de segona mà ocasió (que inclou la seva exportació a altres països).
- Valorització material: Tractament destinat al seu reciclatge per l'obtenció de matèries primeres utilitzades en altres processos industrials. En forma de pols, granulat o chips (de <1mm a <50mm) per aplicacions diverses (llosetes parcs infantils, sòls esportius, mescles asfàltiques, elements de mobiliari urbà, elements aïllants, reblliments lleugers o drenatges en obra pública).
- Valorització energètica: En forns de ciment com a combustible alternatiu o en incineradores amb recuperació de calor. Es poden introduir sencers o trossejats (en peces grans).

Actualment s'estan fent proves en forns de fosa d'acer per l'aprofitament material atès al contingut en acer i a l'elevat poder calorífic dels neumàtics.

Tot i que la seva disposició en dipòsits controlats està prohibida, es poden utilitzar com a elements de protecció en abocadors.

Actualment el recautxutat s'aplica principalment als NFU de camions, aprofitant les carcasses originals, canviant la banda de rodament fins a 3 vegades.

La opció de gestió més neta és el reciclatge material, obtenint cautxú granulat o en pols, acer i compostos tèxtils.

Respecte a la valorització energètica dels NFU, a més de la incineració o la coïncineració a instal·lacions industrials, s'han desenvolupat altres sistemes més nets i menys contaminants, els quals han de millorar l'eficiència per convertir-se en una alternativa de gestió:

- Piròlisi: Obtenció de metalls i carbons que s'incorporen a la cadena de producció de qualsevol activitat industrial, inclosa la de neumàtics.
- Gasificació: Separa diferents components, negre de fum, acer i olis. A més s'obté una important massa de gas útil per alimentar els generadors d'energia elèctrica.

L'existència o no de normatives específiques o de programes concrets de gestió a una Comunitat Autònoma influeixen en els possibles tractaments:

- Els SIG tenen àmbit nacional i poden subministrar NFU a qualsevol punt, però algunes Comunitats Autònomes no accepten la valorització de residus no generats dins del seu propi territori.
- La normativa autonòmica d'Aragó promou la no valorització tèrmica de neumàtics i l'ús del cautxú recuperat a les obres públiques.

En general totes les Comunitats Autònomes segueixen una línia similar i les actuacions es destinen principalment a suprimir l'eliminació a través d'abocadors, controlar la gestió mitjançant autoritzacions i fomentar la reutilització, valorització i especialment el reciclatge. [ISR08a]

### 5.6.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot

L'indústria cimentera fa més de 25 anys que va començar a utilitzar NFU com a combustible alternatiu. [ISR08a]

El procés de fabricació del clínquer ofereix la possibilitat simultània de la recuperació material i energètica dels components individuals dels neumàtics. L'alt poder calorífic del cautxú s'utilitza com substitut de combustibles i els components inerts (principalment ferro i alumini) com substituïts de matèries primeres. A més, si la matèria primera natural no conté suficient ferro, l'ús de neumàtics ajuda directament a obtenir els requeriments necessaris del producte.

Basant-se en una llarga i reeixida experiència en el coprocessat de neumàtics, Alemanya els ha inclòs en la llista de materials apropiats per al procés de fabricació del clínquer. És necessari assenyalar que els neumàtics contenen una quantitat significativa de carboni biogènic (31% corresponent al contingut de cautxú natural) i, per tant, la seva utilització implica directament una reducció del CO<sub>2</sub>. Depenent del lloc del procés per on s'introdueixin, els neumàtics poden contribuir significativament a la reducció de les emissions d'òxid de nitrogen.

La valorització energètica dels NFU com a combustible s'ha desenvolupat fonamentalment a Japó i als EE.UU.

A Europa s'està utilitzant com a combustible a plantes industrials (cimenteres, ceràmiques, paper i siderúrgia) i a centrals de producció de vapor i energia elèctrica.

A Àustria s'utilitzen el 60% dels neumàtics com a combustible en cimenteres, mentre que a Alemanya el 38%, a França el 8% i a Regne Unit el 6%.

A Espanya algunes fàbriques de ciment utilitzen NFU com a combustible, suposant un 16,5% del total, mentre que la mitja europea es troba en el 44%. Els objectius del PNIR 2008-2015 són de valoritzar energèticament el 30% dels NFU generats. [CDEX07], [CEMB09], [MMA08]

A Espanya estan autoritzades sobre unes 16 instal·lacions de valorització energètica de NFU. [CEMA08]

## 5.7 VEHICLES FORA D'ÚS

### 5.7.1 Procedència i característiques

Els vehicles només tindran la consideració de residus a partir del moment que entrin a un centre autoritzat de tractament (CAT) que procedeixi a la seva descontaminació i n'expedeixi el certificat de destrucció. [AUTO10]

Els vehicles fora d'ús o al final de la seva vida útil tenen el codi europeu de residu 160104 i estan classificats com a residus peril·losos. Després de la seva descontaminació quan no continguin líquids ni altres components peril·losos tindran el CER 160106. [ORD02]

Els vehicles són productes fabricats a partir de multitud de materials. Una vegada que arriben al final de la seva vida útil es sotmeten a procediments de tractament mediambiental a través dels quals es tracta de recuperar la fracció màxima del seu pes total. En l'actualitat s'està recuperant gran quantitat del pes total, restant una petita fracció composta per una barreja de materials molt heterogenis que fan molt complicada la seva recuperació. Tot i així s'estan analitzant les possibles vies de recuperació d'aquesta fracció. [AUTO10]

### **5.7.2 Gestió actual i possibilitats**

D'acord amb el Real Decret 1383/2002, sobre la gestió de vehicles al final de la seva vida útil, s'ha garantit la recollida dels vehicles per a la seva descontaminació en centres de tractament específicament autoritzats (CAT), la correcta gestió ambiental dels elements i components extrets del vehicle i el compliment dels objectius de reutilització, reciclat i valorització establerts. Un dels objectius respecte a aquests tipus de residus es que per al 2015 es reutilitzarà i valoritzarà almenys el 95% del pes del vehicles. [RD02]

El SIG per aquests residus és SIGRAUTO, que engloba tant als productors i importadors de vehicles com als sistemes de gestió (centres de tractament, descontaminació, fragmentació i recuperació de materials).

Al final de la seva vida útil, l'usuari lliura el vehicle a un Centre Autoritzat de Tractament per a tramitar la seva baixa i començar el procés de següent:

- Recepció del VFU: es realitzen els tràmits administratius i aquest passa a ser un residu especial.
- Descontaminació: retirada de líquids i elements que tinguin la consideració de residu perillós. Per tal de facilitar el reciclatge, es trauran també alguns residus no especials, com catalitzadors, neumàtics o vidres.
- Desballestament: retirada dels components susceptibles de ser reutilitzats i emmagatzematge per la seva comercialització.
- Premsatge: minimitzar el volum per optimitzar el transport fins a les instal·lacions de fragmentació.

La resta del vehicle, normalment compactat, s'envia a plantes fragmentadores per a continuar el seu procés de tractament.

Les plantes fragmentadores són grans instal·lacions en les quals es trituren diferents tipus de materials, principalment vehicles fora d'ús descontaminats, grans electrodomèstics i altres materials fèrrics i no fèrrics per a la seva posterior utilització com matèries primeres en processos productius.

En el procés de fragmentació s'utilitza una aspiració, una separació magnètica i segregacions manuals per a separar la part fèrrica de la resta de materials, obtenint les següents fraccions:

- Materials fèrrics: ferralla fragmentada destinada a la indústria siderúrgica.
- Residu lleuger: S'obté de l'arrossegament per corrents d'aire en el procés de fragmentació en el molí de la fragmentadora. Aquest residu està constituït per un conjunt heterogeni de cautxús, gomes, polietilens i plàstics acrílics. La composició és variable i diversa: 45% plàstics, 12 % tèxtils, 32% de fins inerts, una mica de fusta, paper i petites quantitats de metalls, Fe, Cr, Cu, Mn, Zn i Ni, presents en concentracions de parts per milió. La grandària és variada, amb una grandària màxima que no excedeix en cap cas dels 10 cm, encara que això dependrà del disseny del cicló de la fragmentadora, i una part més petita al voltant d'1 cm.

El més habitual és l'eliminació via dipòsit controlat donada la seva composició i heterogeneïtat, però s'estan desenvolupant tècniques pel reciclatge i la valorització energètica. Es tracta d'un residu conflictiu per la dificultat en la manipulació, la seva composició i el seu elevat contingut energètic.

- Residu pesat: Aquest residu està format bàsicament per una barreja de gomes, plàstics, metalls no fèrrics, fragments de fusta i petites restes de formigó provinent dels contrapesos dels electrodomèstics de la línia blanca.

Aquest residu és enviat a instal·lacions de tractament per medis densos en les quals es separen els metalls no fèrrics de la resta de materials. Els metalls són enviats a plantes de fosa per al seu reciclatge i les fraccions no metàl·liques es reciclen, es valoritzen energèticament o es disposen en dipòsit controlat en funció de les característiques. [AUTO10], [BIR10]

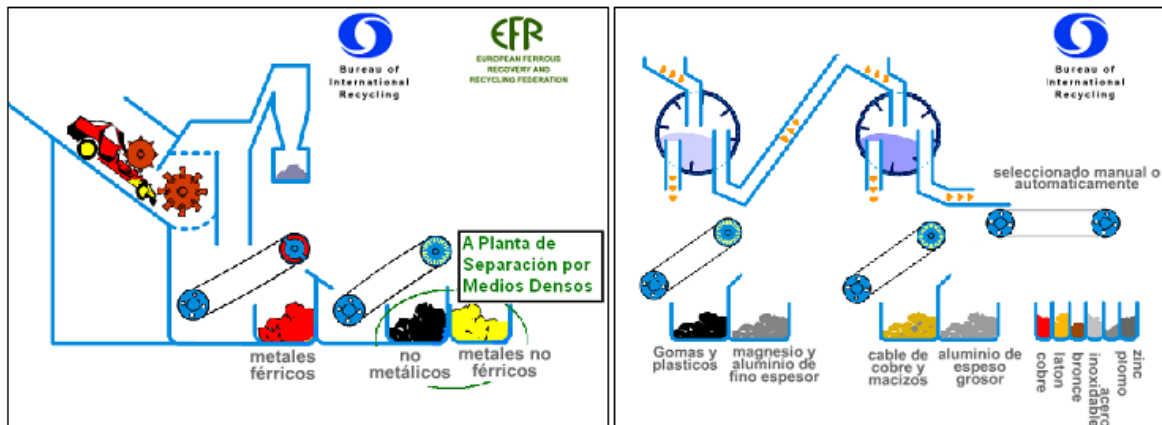


Figura 5.1- Planta de Fragmentació de vehicles i de Separació per medis densos. Font: Bureau of international Recycling, BIR.

### 5.7.3 Utilització com a CDR: Estudis, experiències i proves pilot

Actualment la fracció lleugera s'està disposant a dipòsit controlat atès que el contingut en metalls supera les concentracions marcades per la llei. En la majoria dels casos la fracció pesada lliure de metalls també va a parar a dipòsits controlats.

Existeix la possibilitat de valoritzar la fracció lleugera, així es fa a Suïssa, Alemanya i França. La utilització no és directa, sinó a través d'un tractament previ d'eliminació de metalls que transforma aquests residus en un CDR. També s'estan realitzant proves amb altres alternatives com la piròlisi o la gasificació. [AUTO10]

La valorització energètica dels VFU és la via obligatòria a varis països europeus, com conseqüència de les restriccions d'abocament o a la prohibició d'eliminar residus amb potencial energètic aprofitable. A Espanya de moment la valorització és testimonial i principalment existeixen assajos, encara que estan autoritzades sobre unes 10 instal·lacions. [CEMA08]

La Federación Española del Reciclaje (FER), la Asociación para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO) i la Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN), van iniciar durant el 2007 proves amb els residus provinents de la fragmentació dels VFU descontaminats i desmuntats per a utilitzar com combustible alternatiu a forns de ciment. Van contar amb la col·laboració de 4 plantes cimenteres, 4 fragmentadores i una planta de tractament de medis densos. Els resultats de les proves van posar de manifest que amb una adequada preparació, els residus provinents de la fragmentació de vehicles tenen un poder calorífic adequat i suficient per a ser emprats com combustibles alternatius en cimenteres i que la utilització dels residus amb un grau de substitució de al voltant del 5% no produeix anomalies en les emissions atmosfèriques, en el procés productiu ni en la qualitat del ciment i no es superen els valors límits especificats en la legislació ambiental. [AUTO10], [ISR08a]