



Millors Tècniques Disponibles en el sector del ciment a Catalunya



Ciment Català



**Generalitat
de Catalunya**

Millors Tècniques Disponibles en el sector del ciment a Catalunya



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**

Millors Tècniques Disponibles en el sector del ciment a Catalunya

Direcció:

Direcció General de Qualitat Ambiental
Ciment Català

Coordinació:

Albert Avellaneda Bargués¹
Alejandro Josa²

Redacció:

Ciment Català
Cemex España Operaciones, S.L.U.
Cementos Molins Industrial, S.A.
Lafarge Cementos, S.A.U. (Grupo LafargeHolcim)
Grupo Cementos Portland Valderribas
Departament de Territori i Sostenibilitat

¹ Direcció General de Qualitat Ambiental

² Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Millors Tècniques Disponibles en el sector del ciment a Catalunya

© Generalitat de Catalunya

Departament de Territori i Sostenibilitat

Col·lecció: Documents de referència sobre les millors tècniques disponibles a Catalunya. Número 14.

Primera edició

DL:

PRÒLEG

El ciment és el material de construcció més utilitzat del planeta. El ciment és símbol de solidesa, de permanència i de progrés. Al nostre país, la demanda creixent d'infraestructures, urbanització i habitatge va originar el que s'ha anomenat el boom immobiliari (1997-2007), i va comportar l'increment accelerat de demanda de ciment. Hem après lliçons dels problemes del passat i en el futur hem de ser excel·lents.

Degut a l'impacte de la crisi econòmica i a la recessió de la construcció, el consum de ciment ha baixat més del 80% en els últims set anys, però, fins i tot en aquestes circumstàncies poc favorables, les empreses catalanes del sector del ciment han continuat realitzant importants inversions per reduir l'impacte de la seva activitat sobre l'entorn. Això és progrés i sostenibilitat. Això és creure de debò en les pròpies potencialitats i en les del país. Les empreses cimenteres cada cop són millors, i això ens fa millors com a país, més punters. I hem d'estar-ne orgullosos.

La guia que us presentem, que aplega les *Millors Tècniques Disponibles (MTD) aplicables a la fabricació del ciment* és, en part, resultat de la col·laboració entre el sector i l'administració per fer les coses ben fetes. Crec que ajudarà les empreses del sector a seguir treballant per la sostenibilitat alhora que les impulsarà a esdevenir més competitives. La sostenibilitat no és cap fre, és una altra variable en els nostres projectes. I és una estratègia que posiciona la nostra indústria com a capdavantera. Racionalitzar les nostres accions ens fa ser millors i ens obliga a construir un país que ha de ser millor.

La *Directiva 2010/75/CE sobre les emissions industrials (DEI)* defineix les Millors Tècniques Disponibles com la manera ambiental més respectuosa que es coneix de portar a terme una activitat, tenint en compte que el cost per a les empreses que les han d'utilitzar estigui dins d'uns límits assumibles.

La col·laboració amb el sector del ciment ve de lluny. Només vull recordar que a conseqüència d'aquesta fructífera relació, l'any 2011 vàrem signar l'*Acord Voluntari per la Prevenció i Control de la Contaminació de la Indústria Catalana del Ciment* amb la finalitat de promoure la millora i l'adaptació ambiental contínua de les instal·lacions per a la fabricació de ciment.

Les emissions a l'atmosfera i l'elevat consum energètic, que representa aproximadament el 40% dels costos de producció, són les externalitats ambientals adverses més importants en el procés de fabricació del ciment. Conscient d'això, la indústria del ciment porta a terme des de fa anys diverses iniciatives de prevenció, reducció i control per tal de reduir-ne l'impacte. En això aquest sector és pioner, exemplar i innovador.

Una de les principals estratègies per reduir el consum energètic en el sector ha estat la valorització energètica de residus, pràctica més estesa en altres països europeus que no a Catalunya, que ha permès la disminució del consum de combustibles fòssils i d'emissions a l'atmosfera, així com l'estalvi de recursos naturals. Sembla cosa de sentit comú, però ens hi hem de posar de valent.

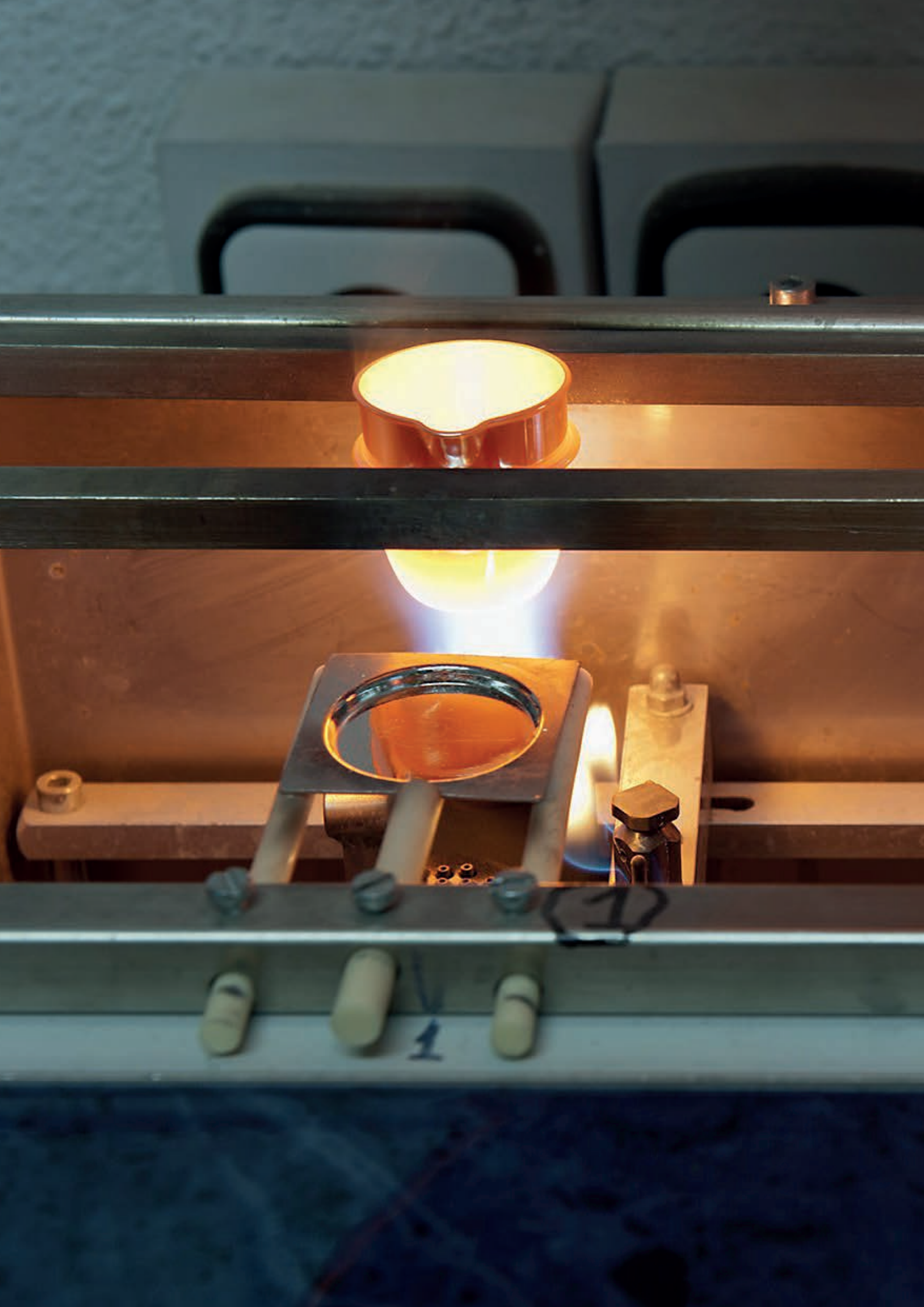
El Departament de Territori i Sostenibilitat pren el compromís de continuar treballant, en aquest i en altres sectors, per promoure la millora del comportament ambiental de les nostres empreses en una clara aposta per un desenvolupament sostenible i per la millora de l'eficiència i la competitivitat. És a dir, seguim tots compromesos per fer del nostre país un lloc millor on viure i on crear riquesa.

Josep Rull i Andreu
Conseller de Territori i Sostenibilitat

TAULA DE CONTINGUTS

1. Introducció.....	9
1.1. El sector català del ciment	10
1.2. El sector en xifres	11
1.3. Procés de fabricació del ciment	12
1.4. Aspectes ambientals de la fabricació de ciment	15
2. Conclusions sobre les Millors Tècniques Disponibles per a la fabricació del ciment.....	19
2.1. Àmbit d'aplicació	19
2.2. Nota sobre l'intercanvi d'informació	20
2.3. Definicions	20
2.4. Generalitats	21
2.5. Conclusions sobre les MTD	22
2.5.1. Conclusions sobre les MTD generals	22
2.5.1.1. Sistemes de gestió ambiental (SGA)	22
2.5.1.2. Soroll	23
2.5.2. Conclusions sobre les MTD específiques per a la indústria cimentera	23
2.5.2.1. Tècniques primàries generals	23
2.5.2.2. Monitoratge	24
2.5.2.3. Consum d'energia i selecció del procés	25
2.5.2.3.1. Selecció del procés	25
2.5.2.3.2. Consum d'energia	25
2.5.2.4. Utilització de residus	28
2.5.2.4.1. Control de qualitat dels residus	28
2.5.2.4.2. Incorporació de residus en el forn	28
2.5.2.4.3. Gestió de la seguretat en la utilització de residus perillosos	29
2.5.2.5. Emissions de partícules	29
2.5.2.5.1. Emissions difoses de partícules	29
2.5.2.5.2. Emissions canalitzades de partícules procedents d'activitats generadores de partícules	31
2.5.2.5.3. Emissions de partícules procedents dels processos de combustió del forn	31
2.5.2.5.4. Emissions de partícules procedents dels processos de combustió de refredament i mòlta	32
2.5.2.6. Compostos gasosos	32
2.5.2.6.1. Emissions de NOx	32
2.5.2.6.2. Emissions de SOx	34
2.5.2.6.3. Emissions de CO i desconexió elèctrica per CO	35
2.5.2.6.4. Emissions de carboni orgànic total (COT)..	36
2.5.2.6.5. Emissions de clorur d'hidrogen (HCl) i de fluorur d'hidrogen (HF)	36
2.5.2.7. Emissions de dioxines i furans (PCDD/F).....	36
2.5.2.8. Emissions de metalls.....	37
2.5.2.9. Pèrdues i residus del procés	38

2.6.	Descripció de les tècniques utilitzades a la indústria del ciment	38
2.6.1.	Emissions de partícules	38
2.6.2.	Emissions de NOx	39
2.6.3.	Emissions de SOx	41
3.	Consideracions en relació a les MTD i exemples	43
3.1.	Consideracions de l'aplicació de les conclusions sobre MTD	43
3.2.	Condicions de funcionament	43
3.2.1.	Condicions de funcionament normal	44
3.2.2.	Període d'arrancada i parada	44
3.2.2.1.	Definició del període d'arrencada	44
3.2.2.2.	Definició del període d'aturada	44
3.2.3.	Definició de condicions d'operació diferents a les normals ...	45
3.3.	Aplicació de les MTD a les fàbriques de ciment a Catalunya	45
Annex I:	Exemples de millors tècniques de minimització dels aspectes ambientals més significatius de les activitats del sector	49
Annex II:	Pretractaments de residus valoritzats a cementera	51
Annex III:	Protocol per a l'avaluació del compliment del límit d'emissió associat a un focus virtual d'una fàbrica de ciment	55



1. INTRODUCCIÓ

A finals de l'any 2001, l'antic Departament de Medi Ambient va editar una guia sobre les Millors Tècniques Disponibles (MTD) aplicades a la indústria del ciment. Aquesta guia tenia com a objectiu sintetitzar i afavorir la comprensió del document de referència sobre les MTD (BREF) a la indústria del ciment, el qual es va adoptar d'acord amb la Directiva 96/61/CE (IPPC).

Des d'aquesta guia han hagut molts canvis, tant normatius com de publicacions de documents de referència. El maig de 2010 la CE adopta el nou *BREF per a la indústria de ciment, calç i òxid de magnesi* amb una important participació de la indústria del sector. Aquest document encara es publica d'acord amb la Directiva IPPC i, per tant, per elaborar l'autorització ambiental d'una activitat del sector i fixar els valors límit d'emissió s'han de tenir en compte les MTD descrites en aquest BREF, però tenint en consideració les característiques tècniques de la instal·lació, la seva implantació geogràfica i les condicions locals.

A finals del mateix any, es publica la Directiva 2010/75/CE sobre les emissions industrials (DEI). Aquesta directiva estableix que s'elaborin unes conclusions sobre les MTD per a cada BREF sectorial i s'adoptin per Decisions de la Comissió Europea. D'acord amb la DEI aquestes conclusions passen a ser la base per a l'elaboració de les autoritzacions ambientals i les autoritats competents han de fixar valors límit d'emissió que garanteixin que les emissions de les activitats no superin els nivells d'emissió associats de les MTD. Cal dir, però, que la Directiva contempla que es podran fixar valors menys estrictes en cas que, arribar a assolir els nivells d'emissió associats de les MTD, suposi uns costos desproporcionadament més alts que els beneficis ambientals obtinguts. Aquest supòsit ha de quedar justificat, i s'ha de posar a disposició del públic annexant-se a l'autorització ambiental. Amb tot això, el marc d'aplicació de les MTD ha canviat, i aquestes passen a tenir un paper molt més rellevant en el procés d'elaboració de les autoritzacions ambientals.

Un cop la DEI va entrar en vigor, el Fòrum d'Intercanvi d'Informació, òrgan que coordina l'intercanvi d'informació entre el sector industrial, l'administració i organitzacions no governamentals a l'elaboració dels BREF, proposa un nou document a la Comissió Europea, i l'abril de 2013 s'adopta la Decisió 2013/163/UE, de 26 de març, per la qual s'estableixen les conclusions sobre de les MTD per a la indústria de ciment, calç i òxid de magnesi. Aquestes conclusions recullen el capítol 5 sobre les MTD del BREF de 2010. Actualment aquestes conclusions s'han d'aplicar en l'autorització ambiental d'una nova instal·lació del sector però, per a instal·lacions existents, l'administració ambiental competent disposa de 4 anys, des de la publicació de les mateixes, per revisar el permís i fixar noves condicions de funcionament i nous valors límit d'emissió, si escau.

A nivell estatal la Ley 16/2002 i la seva modificació amb la Ley 5/2013, que transposa en part la DEI, estableix el marc normatiu a l'estat per a l'elaboració de les autoritzacions ambientals i delega les competències a les Comunitats Autònomes. A Catalunya disposem de la Llei 20/2009 de prevenció i control ambiental de les activitats per regular l'elaboració i concessió dels permisos ambientals de totes les activitats a Catalunya amb incidència ambiental i, entre elles, les incloses a la DEI.



Aquesta guia recopila les conclusions sobre les MTD aplicables a la fabricació del ciment i dona veu al sector per entrar en detall i aprofundir en l'aplicabilitat i les particularitats d'algunes d'elles. L'objectiu global d'aquest document és fer més fàcil l'aplicació d'aquestes conclusions a les empreses catalanes del sector del ciment i establir un nou document base per a la col·laboració amb l'administració.

En el primer capítol, es presenta el sector i el procés de fabricació del ciment. En el segon capítol, es recopila la part de la Decisió 2013/163/UE amb referència a les conclusions sobre les MTD a la fabricació de ciment, partint de la publicació realitzada en castellà. Per acabar, el tercer capítol aprofundeix en els aspectes d'aquestes conclusions que el sector considera que són més importants per assolir una aplicació coherent de les MTD a les empreses catalanes.

Aquest document vol col·laborar a facilitar la implantació de la DEI a les empreses catalanes de fabricació del ciment per tal de fer-les més competitives i avançar cap a un desenvolupament sostenible, aprofitant els avenços tècnics i tecnològics que es van desenvolupant a tot Europa i que permeten assolir una millora contínua del funcionament de les activitats.

1.1. EL SECTOR CATALÀ DEL CIMENT

A Catalunya hi ha sis fàbriques de ciment amb producció pròpia de clínquer, totes situades a les comarques de l'entorn de Barcelona excepte la d'Alcanar, al Montsià.

	<p>CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.</p> <p>La multinacional mexicana CEMEX es va implantar a Espanya el 1992 amb l'adquisició de La Auxiliar de la Construcción (LACSA), empresa barcelonina que obrí la seva primera fàbrica el 1917 a Sant Celoni, i Valenciana de Cementos Pórtland, amb seu social a València, d'on va sorgir l'actual CEMEX OPERACIONES ESPAÑA, S.L.U.</p> <p>En aquests moments té una fàbrica a Catalunya, a Alcanar (Tarragona). El grup està present en més de 50 països dels 5 continents.</p>
	<p>CEMENTOS MOLINS INDUSTRIAL, S.A.</p> <p>Ciments Molins va ser fundada el 1928 amb l'objectiu de donar continuïtat a les explotacions de pedreres i a la fabricació de calç i ciment natural situades a Pallejà, a Vallirana i Sant Vicenç dels Horts. El grup es dedica a diverses àrees d'activitat (ciment, formigó, àrids, prefabricats, ciments cola, morters...) i també és present a Tunísia, l'Argentina, l'Uruguai, Mèxic, Bangladesh, Bolívia i Colòmbia.</p> <p>Cementos Molins Industrial, S.A. és la societat que aplega l'activitat del ciment (tant pòrtland com d'aluminat de calci) a Espanya des de les seves fàbriques de Sant Vicenç dels Horts i Sant Feliu de Llobregat.</p>

	<p>LAFARGE CEMENTOS, S.A.U.</p> <p>Els orígens del grup Lafarge a Espanya és ASLAND, mercantil que sota la denominació social de Compañía General de Asfaltos y Portland ASLAND, S.A., va inaugurar la seva primera fàbrica el 1901 a la Pobla de Lillet (Berguedà). Actualment, Lafarge és present a Catalunya mitjançant la fàbrica de Montcada i Reixac, i la resta d'Espanya a través de la fàbrica de Villaluenga de la Sagra (Toledo) i de Sagunt (València). El Grup Lafarge, líder mundial dels materials de construcció, és present en 75 països i opera en diverses àrees: ciment, àrids, formigó, cobertes i guixos.</p>
	<p>GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS (antiga UNILAND CEMENTERA S.A.)</p> <p>UNILAND CEMENTERA, S.A. neix l'any 1973 de la unió de dos importants empreses cimenteres familiars situades al sud de Catalunya i amb una història de gairebé 75 anys d'activitat independent, Ciments i Cales Freixa, que inicia la seva activitat l'any 1901 a Santa Margarida i Els Monjos, i Ciments Bustems & Fradera, situada a la població de Vallcarca (municipi de Sitges) i operativa des de l'any 1903.</p> <p>A partir de l'any 2006 passa a formar part del Grup cimenter Cementos Portland Valderrivas, S.A. (grup controlat a la vegada per Fomento de Construcciones y Contratas (FCC)). A finals de 2014, Uniland Cementera, S.A. es va fusionar amb Cementos Portland Valderrivas, S.A.</p> <p>Cementos Portland Valderrivas, S.A. té 7 fàbriques de ciment a Espanya, i també és present a USA, Regne Unit i Tunísia.</p>

1.2. EL SECTOR EN XIFRES

El gran dinamisme que presenta el sector del ciment a Catalunya està íntimament lligat al l'evolució que experimenti el sector de la construcció, l'economia local i la població.

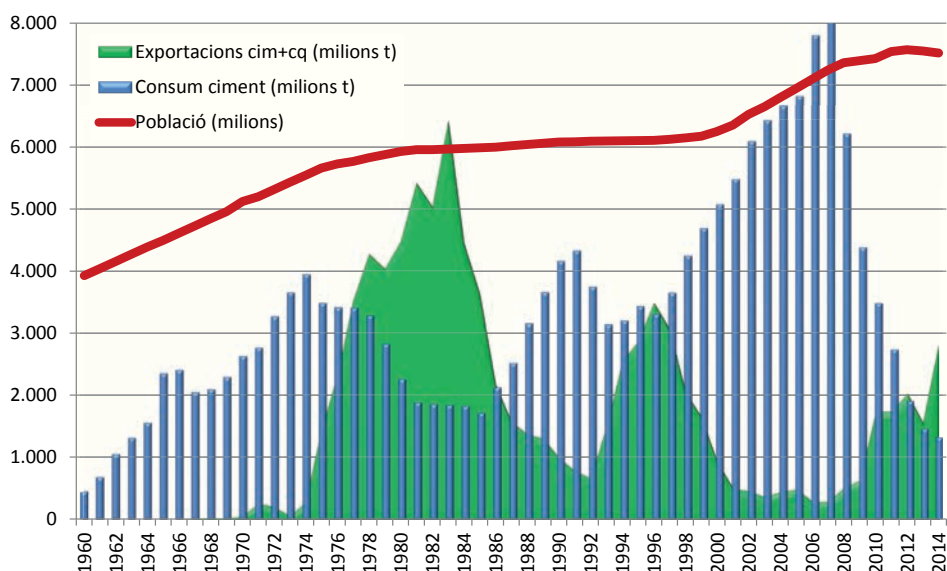
Segons reflexa la Figura 1, aquestes variables es troben interrelacionades i afecten directament al mercat del ciment. L'activitat industrial de l'any 1960 fins a la primera crisi del petroli l'any 1973 va detectar un considerable increment del consum de ciment i clínquer, alhora que la població va augmentar. A posteriori, els problemes de reestructuració industrial viscuts a Catalunya van fer caure la demanda interna de ciment, fet que va impulsar l'obertura de nous mercats a l'estranger. Això va estar acompanyat de la devaluació de la moneda i del progrés del transport marítim, implicant la reducció dràstica del temps de càrrega. Alhora, es van millorar i multiplicar els terminals d'exportació i les instal·lacions de sitges als ports.

En el període 1985-1986 van succeir dos fets importants per a Catalunya que van incrementar la demanda interna de ciment. Per una costat, l'elecció de Barcelona com a ciutat organitzadora dels Jocs de la XXV Olimpíada, i per l'altra l'entrada en el Mercat Europeu Comú.

Tot seguit, el primer boom immobiliari, durant el període de 1986-1992, va incrementar la demanda de ciment. A conseqüència de la finalització de les Olimpíades es va produir un període de recessió que es va prolongar fins el 1996. En aquest període es va produir un increment de la demanda externa de ciment.

En el segon boom immobiliari, (període 1997-2007), la demanda i la població van anar incrementant exponencialment fins el 2007, on es va iniciar una caiguda del consum intern sense precedents.

Figura 1: Evolució històrica del consum de ciment i les exportacions de clínquer i ciment vers la població. Font: Oficemen i Idescat.



En només 6 anys, el consum de ciment ha baixat més del 80% i s'ha situat a nivell dels anys 60.

Les actuals condicions del mercat i les escasses perspectives de futur han fet inevitable l'adaptació de les empreses del sector, aturant fàbriques i conseqüentment reduint llocs de treball i activitat econòmica induïda (proveïdors i serveis exteriors).

Les exportacions, que van ser una solució durant anteriors crisis i van ajudar al país i al sector, arribant a liderar el mercat mundial, són ara molt més difícils per la conjuntura i la competitivitat internacional, pels costos de l'energia elèctrica, i pels drets d'emissió de CO₂, els quals només afecten a les empreses de la UE.

1.3. PROCÉS DE FABRICACIÓ DEL CIMENT

Les activitats principals de les fàbriques de ciment són la producció de ciment i l'explotació de les pedreres. En suma el procés de fabricació del ciment consta de les següents fases de fabricació:

Extracció de la pedra calcària: (Figura 2. Les fases del procés d'extracció de les matèries primeres per a la producció de ciment: fases 1,2,3)

Els components principals del ciment són materials com ara la marga i la pedra calcària, que s'obtenen mitjançant l'explotació de les pedreres situades al voltant de les fàbriques.

Figura 2. Fases del procés d'extracció de les matèries primeres per a la producció de ciment. Font: Memòria de Sostenibilitat 2007. Ciment Català.

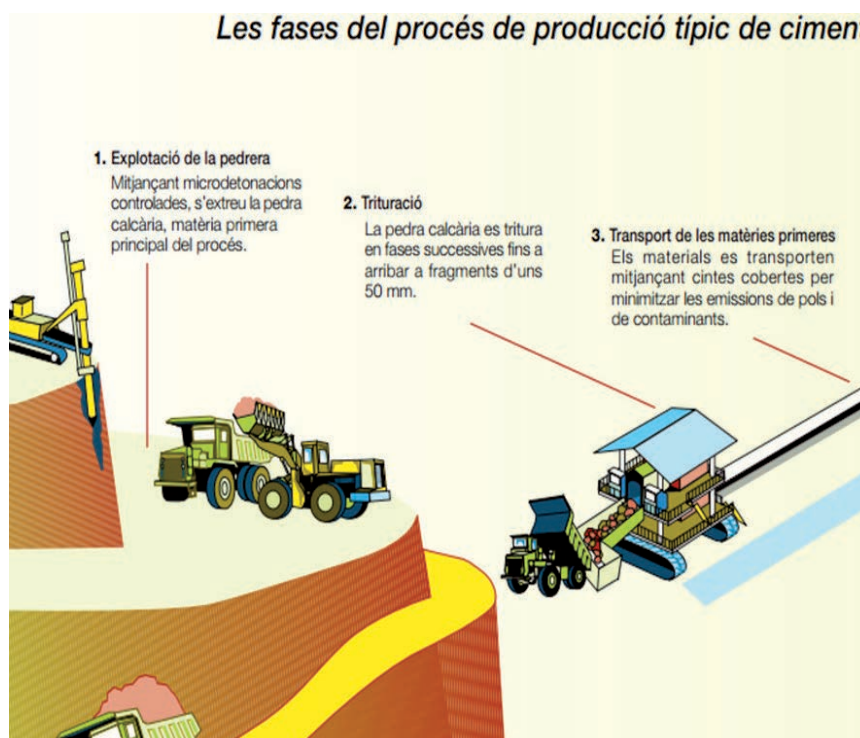
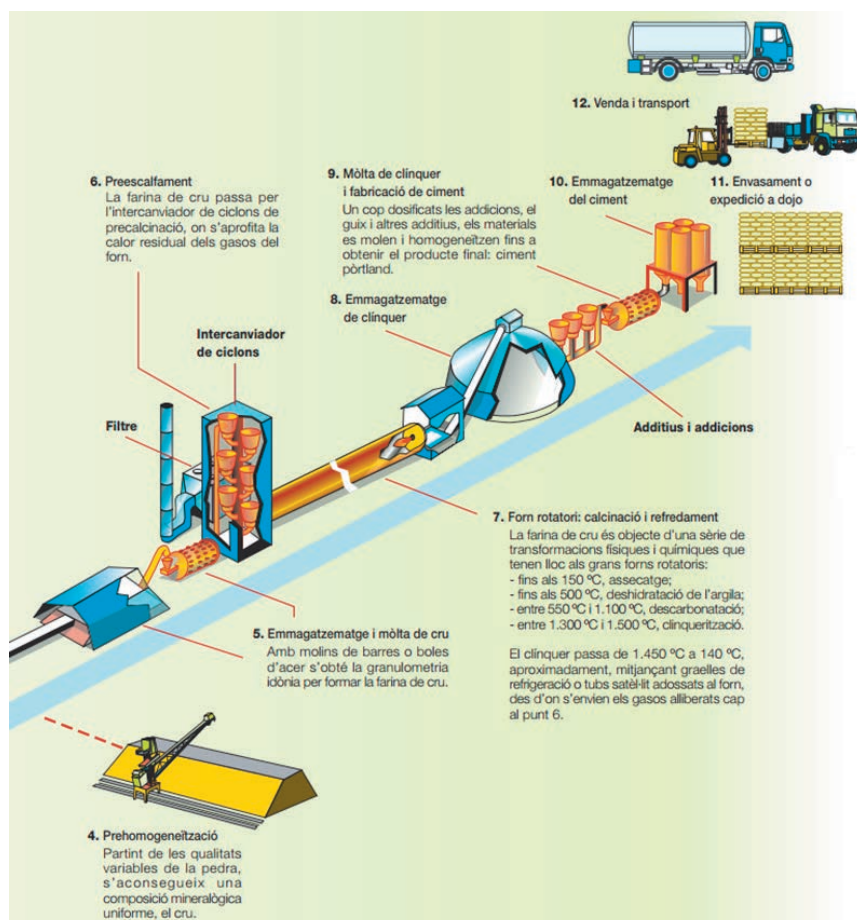


Figura 3. Fases del procés de producció típic de ciment. Font: Memòria de Sostenibilitat 2007. Ciment Català.



L' explotació de les pedreres es realitza a cel obert. Mitjançant les microdetonacions controlades s'extreu la pedra calcària i les marges. Així mateix, en aquesta fase, i depenent de si la instal·lació està integrada a la planta de producció, s'afegeixen diferents subproductes, en concret, residus ceràmics, llots de paperera, llots procedents de depuradores industrials, llots de clarificació d'aigües potables, etc., amb l'objectiu de barrejar-los amb la pedra calcària. Tot seguit es transporta mitjançant els dúmpers al camió fins a una trituradora fixa amb la finalitat de fragmentar-los fins a una mida d'uns 50 mm.

Gràcies a la introducció d'aquests subproductes es reduirà el consum de les matèries primeres naturals, i l'emissió de CO₂ a la atmosfera.

En darrer terme, la pedra triturada es transporta des de la pedrera a la fàbrica en camió o mitjançant cintes transportadores, en el cas que la pedrera estigui integrada amb la planta de producció. Després s'emmagatzemarà en un hangar cobert.

Prehomogeneïtzació: (Figura 3. Les fases del procés de producció típic de ciment: fase 4)

Aquest procés es duu a terme per barrejar homogèniament la composició de la pedra calcària, i si és necessari les margues i/o les argiles que formaran part del cru. La homogeneïtzació es realitza mitjançant la formació de llits de barreja o apilaments. Els components que no s'han de homogeneïtzar, com ara els minerals de ferro, s'emmagatzemen en els dosificadors de mòlta.

Emmagatzematge i mòlta de cru: (Figura 3. Les fases del procés de producció típic de ciment: fase 5)

En aquesta fase els diferents materials, prehomogeneïtzats conjuntament amb els minerals de ferro, es dosifiquen en quantitats definides al molí de cru per procedir a la mòlta del material. Amb la finalitat d'incrementar la superfície específica i obtenir un material que disposi d'una adequada reactivitat es moltura la barreja fins aconseguir una pols blanquinosa amb granulometria aproximada de 0-100 µm, denominada cru. El cru s'emmagatzema i homogeneïtza en grans sitges abans de l'entrada al forn de clínquer.

Preparació dels combustibles alternatius:

La utilització de residus com a combustibles alternatius esdevé una important font de reducció de recursos naturals. Els residus utilitzats com combustibles alternatius en el sector del ciment podrien classificar-se, per qüestions d'emissions, com a biomassa i parcialment biomassa. Dins del primer grup es troba la fusta, els llots de depuradora i les farines animals, entre altres, i el segon grup comprèn el CDR, pneumàtics, residus de fluff light procedents de vehicles fora d'ús, etc.

A fi que la valorització energètica es dugui a terme d'una manera mediambientalment sostenible és necessari tenir en compte el següent:

- Les característiques del material.
- Condicions tècniques de la instal·lació i punt d'introducció.
- Percentatge de substitució.
- La homogeneïtat dels combustibles alternatius, per tal de garantir l'estabilitat del forn.

Són un bon exemple com a combustibles alternatius els combustibles derivats dels residus (CDR), els llots de depuradora i els pneumàtics fora d'ús (PFU). Els pretractaments d'aquests es detallen a l'Annex II.

Producció del clínquer: (Figura 3. Les fases del procés de producció típic de ciment: fases 6,7,8)

El cru obtingut de l'anterior etapa s'introdueix per la torre d'intercanvi de ciclons a contracorrent respecte als gasos procedents del forn. Durant el seu recorregut la farina de cru és objecte d'una sèrie de transformacions físiques i químiques donades les elevades temperatures, que arriben als **1.400-1.500°C**. Per aquest motiu, es forma el silicat tricàlcic, compost principal del clínquer que aporta propietats de resistència.

El clínquer, una vegada format, passa de **1.450°C a 140°C**, aproximadament, mitjançant graelles de refrigeració o tubs de satèl·lit adossats al forn, des d'on s'envien els gasos alliberats per al preescalfament de la farina de cru (punt 6 de la figura 3).

Una vegada obtingut el clínquer, aquest s'emmagatzema en hangars i sitges per procedir a la dosificació de les addicions.

Mòlta de clínquer i fabricació de ciment: (*Figura 3*. Les fases del procés de producció típic de ciment: fases 9,10,11,12)

Per l'obtenció de ciment, com a principal addició hi ha la de guix, element necessari per regular el temps de presa del ciment, mentre que la resta d'addicions varien segons el tipus i la qualitat de ciment que es vulgui obtenir (putzolanes, fum de sílice, cendres volants, etc.). A posteriori, es realitza la mòlta fins aconseguir la granulometria adient del ciment, que finalment s'emmagatzema per la seva expedició.

1.4. ASPECTES AMBIENTALS DE LA FABRICACIÓ DE CIMENT

Els principals impactes ambientals de la producció de ciment estan associats amb el consum d'energia i la generació d'emissions a l'atmosfera.

El procés de fabricació del ciment es basa en una sèrie de transformacions mineralògiques per les que es dona al producte la seva propietat d'endurir quan es barreja amb l'aigua. Aquestes transformacions són processos de mòlta i de cocció a altes temperatures que requereixen importants quantitats d'energia elèctrica i tèrmica. El 90% de l'energia total consumida en una fàbrica de ciment es concentra en les operacions de descarbonatació i clínquerització de les matèries primeres al forn. Pel que fa a l'energia elèctrica, el 75% es consumeix a les operacions de mòlta de matèries primeres, combustibles i clínquer, i el 25% restant a la impulsió de gasos i en la manipulació i transport de materials.

Juntament amb el consum d'energia, la generació d'emissions a l'atmosfera és el principal aspecte ambiental de la producció de ciment, constituint els forns, els molins i els refredadors de clínquer els focus d'emissió més importants. Els contaminants que s'emeten a l'atmosfera en majors quantitats són partícules, òxids de nitrogen, diòxid de sofre i òxids de carboni. També es poden emetre dioxines i furans, carboni orgànic total, metalls, àcid clorhídric i àcid fluorhídric. El tipus i la quantitat de contaminants emesos a l'aire depèn de diferents paràmetres, com els materials d'entrada (les matèries primeres i els combustibles utilitzats) i el tipus de procés que s'hagi aplicat.

En general, les fàbriques existents a Catalunya no generen aigües residuals en el seu procés productiu, amb la qual cosa l'abocament d'aigües residuals normalment es troba limitat a les aigües pluvials i sanitàries, i a les aigües procedents de la neteja de les instal·lacions i dels sistemes de refrigeració, encara que aquests, en la majoria dels casos, funcionen en circuit tancat. A més, per evitar

la contaminació de les aigües pluvials, la major part de les fàbriques de ciment han pres mesures com ara els emmagatzematges coberts de matèries primeres i auxiliars, productes intermedis i finals i residus.

Així, tant el volum d'abocament com els contaminants continguts en les aigües residuals de les fàbriques de ciment, principalment relacionats amb el contingut en matèria orgànica en les aigües sanitàries i amb els sòlids en suspensió en el cas de les aigües pluvials, no suposen impactes significatius en el medi ambient.

Durant la fabricació de ciment es generen quantitats reduïdes de residus que consisteixen bàsicament en:

- Materials fora d'especificacions que són rebutjats de les matèries primeres durant la preparació del cru.
- Partícules provinents del by-pass o del filtre que no puguin ser recirculades al procés (pràcticament no passa a Catalunya).
- Residus d'envasos i embalatges (plàstic, fusta, paper i cartró, metall, ...).
- Residus procedents de l'operació i manteniment d'equips.

L'emmagatzematge de combustibles en quantitats importants és una font potencial de contaminació del sòl i les aigües subterrànies.

“
Les conclusions sobre
les millors tècniques
disponibles són la
base per establir els
valors límit d'emissió
i les prescripcions
tècniques a les
autoritzacions
ambientals”



2. CONCLUSIONS SOBRE LES MILLORS TÈCNIQUES DISPONIBLES PER A LA FABRICACIÓ DEL CIMENT

Com ja s'ha dit les conclusions sobre les Millors Tècniques Disponibles (MTD) han de servir de base a l'administració ambiental per la fixació dels límits d'emissió i prescripcions tècniques de caràcter general de les autoritzacions ambientals.

Referent al sector del ciment, el 9 d'abril de 2013 es va publicar la Decisió d'execució de la Comissió 2013/163/UE, de 26 de març de 2013, per la que s'estableixen les conclusions sobre les Millors Tècniques Disponibles per a la fabricació del ciment, cal i òxid de magnesi conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlament Europeu i del Consell, sobre les emissions industrials.

A continuació es recullen les conclusions sobre les MTD que afecten específicament al sector del ciment.

2.1. ÀMBIT D'APLICACIÓ

El document descriu les conclusions de les MTD relatives a les activitats industrials especificades en la secció 3.1. de l'Annex I de la Directiva 2010/75/UE, les quals comprenen, entre altres, la següent:

- Fabricació de clínquer en forns rotatoris amb una capacitat de producció superior a 500 tones diàries, o en forns d'altre tipus amb una capacitat de producció superior a 50 tones diàries.

L'abast de les conclusions sobre les MTD és, en particular, el següent:

- producció de ciment;
- emmagatzematge i preparació de les matèries primeres;
- emmagatzematge i preparació dels combustibles;
- requisits de qualitat, control i preparació per a la utilització de residus com matèries primeres o combustibles;
- emmagatzematge i manipulació de productes;
- envasat i expedició.

I queden excloses les següents activitats:

- forns verticals per a la producció de ciment clínquer;
- activitats no relacionades directament amb l'activitat primària, com per exemple l'explotació de pedreres.

Altres documents de referència pertinents respecte a les activitats contemplades en les presents conclusions són les que s'indiquen a continuació:

Documents de referència	Activitat
Emissions generades per l'emmagatzematge (EFS)	Emmagatzematge i manipulació de les matèries primeres i productes acabats
Principis generals de monitoratge (MON)	Monitoratge de les emissions
Indústries de tractament de residus (WT)	Tractament de residus
Eficiència energètica (ENE)	Eficiència energètica en general
Efectes econòmics i creuats (ECM)	Efectes econòmics i creuats de les tècniques

Les tècniques relacionades i descrites en aquestes conclusions no són prescriptives ni exhaustives. Es poden utilitzar altres tècniques si garanteixen almenys un nivell equivalent de protecció en el medi ambient.

En els casos en que les presents conclusions es refereixin a plantes on es coincideren residus, això s'entendrà sense perjudici de les disposicions del capítol IV i de l'annex VI de la Directiva 2010/75/UE, transposades a l'ordenament jurídic estatal pel Reial Decret 815/2013.

Quan les conclusions es refereixin a l'eficiència energètica, s'entendrà sense perjudici de les disposicions de la Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, relativa a l'eficiència energètica, encara no transposada a l'ordenament jurídic estatal.

2.2. NOTA SOBRE L'INTERCANVI D'INFORMACIÓ

L'intercanvi d'informació sobre les MTD per als sectors del ciment va concloure el 2008. Per formular les presents conclusions sobre MTD es va utilitzar la informació recollida en aquesta fase, complementada amb noves dades relatives a les emissions procedents de la fabricació d'òxid de magnesi.

2.3. DEFINICIONS

Als efectes de les conclusions sobre les MTD, són d'aplicació les següents definicions:

Terme utilitzat	Definició
Planta nova	Una planta de nova construcció edificada sobre els terrenys d'una altra planta existent, en data posterior a la publicació de les conclusions sobre les MTD, o bé la substitució completa d'una planta edificada sobre els ciments d'una altra ja existent després de publicar les conclusions sobre les MTD.
Planta existent	Qualsevol planta que no sigui nova.
Gran modificació	Millora introduïda a la planta o forn que impliqui una modificació considerable dels requisits o tecnologia del forn, o la seva substitució.
Utilització dels residus com matèries primeres o combustibles	El terme cobreix la utilització de: residus valoritzables energèticament amb un valor calorífic significatiu; residus sense un valor calorífic significatiu però amb components minerals que, utilitzats com a matèries primeres, contribueixen a la fabricació del clínquer com producte intermedi, i residus que, a més a més de tenir el valor calorífic significatiu, inclouen també components minerals.

Definició de determinats productes:

Terme utilitzat	Definició
Ciment blanc	Ciment corresponent al següent codi PRODCOM 2007: 26.51.12.10-Ciment blanc Portland.
Ciment especial	Ciment especial corresponent als següents codis PRODCOM 2007: 26.51.12.50 - Ciment aluminós 26.51.12.90 - Altres ciments hidràulics

Definició de determinats contaminants atmosfèrics:

Terme utilitzat	Definició
NOx expressats en NO ₂ .	La suma de l'òxid de nitrogen (NO) i diòxid de nitrogen (NO ₂) expressat en NO ₂ .
SOx esperesats en SO ₂ .	La suma de diòxid de sofre (SO ₂) i triòxid de sofre (SO ₃), expressat en SO ₂ .
Clorur de hidrogen expressat en HCl.	Tots els clorurs gasosos expressats en HCl.
Fluorur de hidrogen expressat en HF.	Tots els fluorurs gasosos expressats en HF.

2.4. GENERALITATS

Períodes pel càlcul dels valors mitjos i condicions de referència per a les emissions atmosfèriques:

Els nivells d'emissions associats a les millors tècniques disponibles (NEA-MTD) recollits en les conclusions sobre les MTD es refereixen a les condicions normals: gas sec, temperatura de 273K i pressió de 1.013 hPa.

Els valors establerts per a les concentracions dels contaminants són aplicables en les següents condicions:

Activitats		Condicions de referència
Activitats relacionades amb la combustió del forn.	Indústria cimentera	10 % d'oxigen en volum
Activitats no relacionades amb la combustió del forn.	Tots els processos	Sense correcció per l'oxigen

Pel càlcul dels valors mitjos s'aplicarà les següents definicions:

Valor mig diari.	Valor mig en un període de 24 hores, obtingut per monitorització contínua de les emissions.
Valor mig durant el període de mostreig .	Valor mig dels mesuraments puntuals (periòdics), en un període mínim de 30 minuts cadascun, llevat d'indicació contrària.

Conversió a la concentració d'oxigen de referència:

La fórmula per calcular la concentració d'emissions en un nivell d'oxigen de referència és la següent:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

E_R (mg/Nm³): concentració d'emissions corregida en el nivell d'oxigen de referència O_R.

O_R (% vol): nivell d'oxigen de referència.

E_M (mg/Nm³): concentració d'emissions en el nivell d'oxigen mesurat O_M.

O_M (% vol): nivell d'oxigen mesurat.

2.5. CONCLUSIONS SOBRE LES MTD

2.5.1. Conclusions sobre les MTD generals

Les MTD esmentades en aquesta secció s'aplicaran a totes les instal·lacions incloses en l'àmbit d'aplicació del document oficial de les conclusions de les MTD (indústria del ciment, cal i òxid de magnesi).

Les MTD específiques per a la indústria del ciment que es descriuen en la secció 2.5.2. s'apliquen com a complement a les MTD generals examinades en la present secció.

2.5.1.1. Sistemes de gestió ambiental (SGA)

Tècnica 1. Amb l'objectiu de millorar el comportament mediambiental global de les plantes o instal·lacions de fabricació de ciment, calç i òxid de magnesi, la MTD aplicable a la producció consisteix en implementar i respectar un Sistema de Gestió Ambiental (SGA) que inclogui tots els elements següents:

- I. compromís dels òrgans de direcció, inclosa la direcció executiva;
- II. definició d'una política mediambiental que promogui la millora contínua de les instal·lacions per part dels òrgans de direcció;
- III. planificació i establiment dels procediments objectius necessaris, juntament amb la planificació financera i les inversions;
- IV. aplicació dels procediments, incidint especialment en:
 - a) l'organització i l'assignació de responsabilitats;
 - b) la formació, la conscienciació i les competències professionals;
 - c) la comunicació;
 - d) la participació dels empleats;
 - e) la documentació;
 - f) el control eficaç dels processos;
 - g) els programes de manteniment;
 - h) la preparació per a les emergències i la capacitat de reacció;
 - i) la garantia de compliment amb la legislació ambiental;
- V. control dels comportaments i adopció de mesures correctores, incidint sobre tot en:
 - a) el monitoratge i la mesura (veure també el document de referència sobre els Principis generals de monitoratge);
 - b) les mesures correctives i preventives;
 - c) el manteniment de registres;
 - d) l'auditoria independent (si és possible), tant interna com externa, dirigida a determinar si el SGA s'ajusta o no a les disposicions previstes, i si s'ha aplicat i mantingut de la manera correcta;
- VI. revisió del SGA per part de la direcció executiva per comprovar que segueixi sent oportú, adequat i eficaç;
- VII. seguiment del desenvolupament de tecnologies més netes;
- VIII. anàlisi, no solament en la fase de disseny d'una planta nova sinó en tota la seva vida útil, de les repercussions mediambientals que podria comportar el tancament de la instal·lació;
- IX. realització periòdica d'avaluacions comparatives amb la resta del sector.

APLICABILITAT:

L'abast (per exemple, el grau de detall) i les característiques del SGA (per exemple normalitzat o no) dependrà, per regla general, de les característiques, dimensions i nivell de complexitat de la instal·lació, i de la diversitat de les possibles repercussions mediambientals.

2.5.1.2. Soroll

Tècnica 2. Amb l'objectiu de reduir o minimitzar les emissions acústiques durant els processos de fabricació de ciment, la MTD consisteix en una combinació de les tècniques següents:

	Tècnica
a	Seleccionar un lloc adequat pels processos sorollosos.
b	Tancar els processos o els equips sorollosos.
c	Aïllar les vibracions produïdes pels processos o equips.
d	Revestir l'interior i l'exterior amb materials amortidors d'impactes.
e	Aïllar acústicament els edificis per protegir els processos sorollosos en els que intervinguin equips de transformació de materials.
f	Construir parets de protecció o pantalles naturals contra el soroll.
g	Instal·lar silenciadors de sortida de les xemeneies de fuga.
h	Revestir amb material aïllant els conductes i ventiladors finals situats en edificis amb aïllament acústic.
i	Tancar les portes i finestres de les zones cobertes.
j	Instal·lar aïllament acústic als edificis destinats a la maquinaria.
k	Instal·lar aïllament acústic als forats de les parets, per exemple, mitjançant la col·locació de portes en la boca d'entrada de les cintes transportadores.
l	Instal·lar elements insonoritzats a les sortides dels gasos, per exemple, a les sortides dels gasos nets dels equips de filtratge.
m	Reduir el cabal als conductes.
n	Instal·lar aïllament acústic als conductes.
o	Evitar l'acoblament de les fonts de soroll amb els elements que poguessin entrar en ressonància, per exemple, compressors i conductors.
p	Instal·lar silenciadors als grups filtre/ventilador.
q	Instal·lar mòduls insonoritzats als dispositius tècnics (per exemple, compressors)
r	Utilitzar protectors de goma als molins (per evitar el contacte entre metalls)
s	Construir edificis o plantar arbres i arbusts entre la zona protegida i l'activitat generadora de soroll.

2.5.2. Conclusions sobre les MTD específiques per a la indústria cimentera

Tret que s'indiqui el contrari, les conclusions MTD presentades en aquesta secció poden aplicar-se a totes les instal·lacions de fabricació de ciment.

2.5.2.1. Tècniques primàries generals

Tècnica 3. Amb l'objectiu de reduir les emissions del forn i d'aprofitar eficientment l'energia, la MTD consisteix en assolir un procés de combustió uniforme i estable, en què els paràmetres s'apropin el màxim possible als valors de referència establerts, aplicant les tècniques següents:

	Tècnica
a	Optimitzar el control del procés, inclòs el control automàtic per ordinador.
b	Utilitzar alimentadors gravimètrics moderns de combustibles sòlids

Tècnica 4. Amb l'objecte de prevenir i/o reduir les emissions, la MTD consisteix en dur a terme una selecció i un control acurat de totes les substàncies introduïdes al forn.

DESCRIPCIÓ:

La selecció i el control acurat de les substàncies introduïdes al forn poden reduir les emissions.

La composició química d'aquestes substàncies i la forma que s'introdueixen al forn són factors que s'haurien de tenir en compte en la selecció. Entre les substàncies de possible risc s'inclouen les esmentades en la MTD 11 i en les MTD 24 a 28.

2.5.2.2. Monitoratge

Tècnica 5. La MTD consisteix en dur a terme de forma regular el monitoratge i la mesura dels paràmetres i emissions dels processos, i mesurar les emissions segons les normes EN corresponents o, si no es disposa de normes EN, segons les normes ISO o altres normes nacionals o internacionals que garanteixin el subministrament de dades d'una qualitat científica equivalent. Els paràmetres i les emissions dels processos possibles a controlar són, entre d'altres, els següents:

	Tècnica	Aplicabilitat
a	Mesures contínues dels paràmetres del procés per comprovar la seva estabilitat, per exemple, temperatura, contingut de O ₂ , pressió i cabal.	Aplicable amb caràcter general.
b	Monitorització i estabilització dels paràmetres crítics del procés, és a dir, homogeneïtzació de la barreja de matèries primeres i de l'alimentació del combustible, dosificació regular i excés d'oxigen.	Aplicable amb caràcter general.
c	Mesura en continu de les emissions de NH ₃ quan apliquin el SNCR.	Aplicable amb caràcter general.
d	Mesura en continu de les emissions de partícules, NO _x , SO _x i CO.	Aplicable als processos de combustió al forn.
e	Mesura periòdica de les emissions de PCDD/F i de metalls.	
f	Mesura en continu o periòdica de les emissions de HCl, HF i COT.	
g	Mesura en continu o periòdica del contingut de partícules.	Aplicable a les activitats sense combustió al forn. Si són fonts petites (< 10.000 Nm ³ /h) de les activitats que emeten partícules, excloent el refredament i les operacions bàsiques de mòlta, la freqüència de les mesures i els controls de funcionament serà l'expressat en el sistema de gestió de manteniment.

DESCRIPCIÓ:

L'elecció entre la mesura contínua o periòdica mencionada en la MTD 5 (f) dependrà de la font d'emissió i del tipus de contaminant del que es tracti.

2.5.2.3. Consum d'energia i selecció del procés

2.5.2.3.1. Selecció del procés

Tècnica 6. Amb l'objectiu de reduir el consum d'energia, la MTD consisteix en utilitzar forns de procés sec amb precalcinador i preescalfament multietapa.:

DESCRIPCIÓ:

En aquest tipus de sistema de forn, els gasos de combustió i el calor residual recuperat del refredador es poden utilitzar per preescalfar i precalcinar les matèries primeres abans de la seva introducció al forn. Això comporta estalvis importants del consum d'energia.

APLICABILITAT:

És aplicable a les noves plantes i a les grans modificacions, i la seva eficàcia dependrà del contingut d'humitat de les matèries primeres.

NIVELLS DE CONSUM D'ENERGIA ASSOCIAT A LES MTD

Taula 1: Nivells de consum d'energia associats a la MTD per a les noves plantes i les grans modificacions, utilitzant forns de procés sec amb precalciniació i preescalfament multietapa

Procés	Unitat	Nivells de consum d'energia associats a la MTD ⁽¹⁾
Procés sec amb precalciniació i preescalfament multietapa	MJ/tona de clínquer	2.900 – 3.300 ^{(2) (3)}

⁽¹⁾ Aquests nivells no són aplicables a les plantes de fabricació de ciment especial o clínquer blanc que requereixen unes temperatures de procés molt més elevades com a conseqüència de les especificacions del producte.

⁽²⁾ En condicions operatives normals (excloent, per exemple, la posta en marxa i les parades) i optimitzades.

⁽³⁾ La capacitat de producció influeix sobre la demanda d'energia, donat que una major capacitat permet estalviar energia, en canvi una capacitat menor requereix més energia. El consum d'energia depèn, també, del número d'etapes de preescalfador de cicló; a major nombre d'etapes, menor consum d'energia en el procés de combustió. El nombre apropiat d'etapes del preescalfador de ciclons ve determinat, en general, pel contingut d'humitat de les matèries primeres.

2.5.2.3.2. Consum d'energia

Tècnica 7. Amb l'objectiu de reduir o minimitzar el consum d'energia tèrmica, la MTD consisteix en aplicar una combinació de les següents tècniques:

	Tècnica	Aplicabilitat
a	Utilitzar forns millorats i optimitzats i un procés de combustió uniforme i estable, en què els paràmetres s'apropin el més possible als valors de referència establerts pel procés, aplicant les tècniques següents: I. optimització del control del procés, amb sistemes de control automàtic per ordinador; II. alimentadors gravimètrics moderns de combustibles sòlids; III. preescalfament i precalciniació a la mesura que resulti possible, tenint en compte la configuració del sistema de forn existent.	Aplicable amb caràcter general. L'aplicabilitat del preescalfament i la precalciniació, per als forns existents, dependrà de la configuració del sistema del forn.
b	Recuperar l'excés de calor dels forns, especialment de les zones de refredament. En particular, l'excés de calor procedent de la zona de refredament (aire calent) del forn o del preescalfador pot utilitzar-se per a l'assecat de les matèries primeres.	Aplicable amb caràcter general a l' indústria del ciment. La recuperació de l'excés de calor de la zona de refredament és aplicable quan s'utilitzen refredadors de graelles. Als refredadors rotatoris, l'eficiència de recuperació és limitada.
c	Aplicar el número apropiat d'etapes al preescalfador de ciclons, en funció de les característiques i propietats de les matèries primeres i combustibles utilitzats.	Les etapes de preescalfament de ciclons són aplicables a les noves plantes i a les grans modificacions.
d	Utilitzar combustibles que per les seves característiques influeixin positivament sobre el consum d'energia tèrmica.	La tècnica és aplicable amb caràcter general als forns de ciment, en funció de la disponibilitat dels combustibles, i als forns existents, en funció de la possibilitats tècniques d'injectar el combustible dins del forn.
e	Quan es substitueixi els combustibles convencionals per residus valoritzables energèticament, utilitzar uns sistemes de forn de ciment adequats i optimitzats per a la combustió dels residus.	Aplicable amb caràcter general a tots els tipus de forns de ciment.
f	Minimitzar els caudals de derivació.	Aplicable amb caràcter general a la indústria del ciment.

DESCRIPCIÓ:

Són diversos els factors que influeixen sobre el consum d'energia dels sistemes de forns moderns, entre ells les propietats de les matèries primeres (com per exemple contingut d'humitat o poder calorífic), les diverses propietats dels combustibles utilitzats i la utilització de sistemes de derivació de gasos. Per altra banda, la capacitat de producció del forn també influeix sobre la demanda energètica.

Tècnica 7c: El número apropiat d'etapes del preescalfador de ciclons es determina en funció del cabal i del contingut d'humitat de les matèries primeres i combustibles que haurien de assecat-se mitjançant el caudal residual dels gasos de combustió, ja que les matèries primeres locals presenten variacions respecte del contingut d'humitat i facilitat per cremar.

Tècnica 7f: La retirada de les matèries primeres i dels gasos calents provoquen un major consum específic d'energia, al voltant de 6 – 12 MJ per tona de clínquer, per cada punt percentual de gas retirat a l'entrada del forn. Per aquest motiu la reducció al mínim dels desviaments de gasos té efectes positius sobre el consum d'energia.

Tècnica 8. Amb l'objecte de reduir el consum d'energia primària, la MTD consisteix en estudiar si és possible reduir el contingut de clínquer i dels productes derivats del ciment.

DESCRIPCIÓ:

La reducció del contingut de clínquer i dels productes derivats del ciment pot aconseguir-se afegint a la fase de mòlta materials de farciment, com ara, escòries d'alt forn, roca calcària, cendres volants i putzolana, d'acord amb les normes aplicables a la fabricació de ciment.

APLICABILITAT:

Aplicable amb caràcter general a la indústria del ciment, depenent de la disponibilitat (local) de materials de farciment o addicions i de les característiques dels mercats locals.

Tècnica 9. Amb l'objectiu de reduir el consum d'energia primària, la MTD consisteix en examinar la possibilitat de construir plantes de cogeneració o plantes de generació combinada de calor i electricitat.

DESCRIPCIÓ:

La utilització en la indústria cementera de plantes de cogeneració per produir vapor i electricitat, o de plantes de generació combinada de calor i electricitat pot basar-se en la recuperació del calor residual procedent de la zona de refredament o dels gasos de combustió del forn, aplicant processos convencionals de cicle de vapor o altres tècniques. Per altra banda, és possible recuperar l'excés de calor del refredador de clínquer o dels gasos de combustió del forn per a la seva utilització als sistemes de calefacció urbana o a la indústria.

APLICABILITAT:

Aquesta tècnica és aplicable als forns de ciment que generin suficient excedent de calor, sempre que es puguin complir els paràmetres apropiats del procés i es garanteixi la viabilitat econòmica.

Tècnica 10. Amb l'objecte de reduir o minimitzar el consum d'energia elèctrica, la MTD consisteix en aplicar les tècniques següents, o una combinació d'aquestes:

	Tècnica
a	Utilitzar sistemes de gestió de potència.
b	Utilitzar trituradores i altres equips elèctrics amb un alt grau d'eficiència energètica.
c	Utilitzar sistemes de monitoratge millorats.
d	Reduir les fuites d'aire al sistema.
e	Optimitzar el control del procés.

2.5.2.4. Utilització de residus

2.5.2.4.1. Control de qualitat dels residus

Tècnica 11. Amb l'objectiu de controlar les característiques dels residus utilitzats com a combustible o matèria primera als forns de ciment i de reduir les emissions, la MTD consisteix en aplicar les tècniques següents:

Tècnica	
a	Aplicar sistemes d'assegurament de la qualitat que permetin preservar les característiques dels residus, i analitzar tots els residus a utilitzar com a matèria primera o com a combustible al forn de ciment respecte a: <ol style="list-style-type: none"> I. la seva qualitat constant; II. els seus paràmetres físics, per exemple, generació d'emissions, mida, reactivitat, combustibilitat i poder calorífic; III. els seus paràmetres químics, per exemple, contingut de clor, sofre, àlcalis, fosfats i metalls rellevants.
b	Controlar la quantitat dels paràmetres rellevants d'aquells residus que s'utilitzin com a matèria primera o combustible al forn de ciment, com per exemple, clor, metalls rellevants (per exemple, cadmi, mercuri, tali), sofre i contingut total de halògens.
c	Aplicar sistemes d'assegurament de la qualitat a cada càrrega de residus.

DESCRIPCIÓ:

Existeixen diversos tipus de residus que poden substituir a les matèries primeres i/o als combustibles fòssils en la fabricació de ciment, contribuint amb això a l'estalvi de recursos naturals.

2.5.2.4.2. Incorporació de residus en el forn

Tècnica 12. Amb l'objecte d'assolir un tractament adequat als residus utilitzats al forn com a combustible o matèria primera, la MTD consisteix en aplicar les tècniques següents:

Tècnica	
a	Introduir els residus al forn mitjançant els punts d'alimentació adequats en relació amb la temperatura i temps de permanència, amb la funció del disseny i amb el funcionament del forn.
b	Incorporar els residus que continguin compostos orgànics que puguin volatilitzar-se abans d'arribar a la zona de calcinació a les zones adequades d'altres temperatures del sistema del forn.
c	Aplicar el procés apropiat per tal que la temperatura del gas resultant de la coïncineració dels residus s'elevi de forma controlada i homogènia, fins i tot en les condicions més desfavorables, fins els 850 °C durant un període de dos segons.
d	Eleva la temperatura fins 1.100 °C si es coïncineren residus perillosos amb un contingut superior al 1% de substàncies orgàniques halogenades, expressades en clor.
e	Alimentar els residus de forma continuada i uniforme.
f	Retardar o aturar la coïncineració de residus en operacions com la posta en marxa o les aturades quan no es pugui arribar a les temperatures i els temps de permanència adequats d'acord amb els anteriors punts a) a d).

2.5.2.4.3. Gestió de la seguretat en la utilització de residus perillosos

Tècnica 13. La MTD consisteix en aplicar un sistema de gestió de la seguretat a l'emmagatzematge, la manipulació i la incorporació de residus perillosos, com, per exemple, un enfocament basat en el risc d'acord amb l'origen i el tipus de residu, així com a l'etiquetatge, comprovació, mostreig i assaig dels residus que es vagin a manipular.

2.5.2.5. Emissions de partícules

2.5.2.5.1. Emissions difoses de partícules

Tècnica 14. Amb l'objectiu de minimitzar o evitar les emissions difoses de partícules a les operacions que les generen, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents, o una combinació d'elles:

	Tècnica	Aplicabilitat
a	Aplicar criteris de simplificació i linealitat al disseny de la instal·lació.	Aplicable únicament a les noves plantes
b	Aïllar o encapsular les operacions que generen partícules, com ara la trituració, el tamisat i la barreja.	Aplicable amb caràcter general
c	Cobrir les cintes transportadores i els sistemes elevadors, dissenys amb sistemes tancats, quan els materials pulverulents puguin generar emissions difoses de partícules.	
d	Reduir les fuites d'aire i els punts de vessament.	
e	Utilitzar dispositius i sistemes de control automàtics.	
f	Vigilar que les operacions es facin amb normalitat de manera continuada.	
g	Dur a terme un manteniment adequat i complet de la instal·lació mitjançant sistemes d'aspiració, ja siguin fixes o mòbils: <ul style="list-style-type: none"> - En les operacions de manteniment o en els casos d'avaria dels sistemes de transport poden produir-se vessaments de materials. S'hauran d'utilitzar sistemes d'aspiració per evitar que es produeixin emissions difoses de partícules a les operacions de trasllat. En els edificis de nova construcció poden instal·lar-se amb facilitat sistemes d'aspiració fixa, mentre els antics normalment és més fàcil instal·lar sistemes mòbils i connexions flexibles. - A vegades és possible millorar el procés de circulació mitjançant sistemes de transport neumàtics. 	
h	Ventilar i recollir les partícules mitjançant filtres de mànegues: <ul style="list-style-type: none"> - En la mesura que es pugui, tota manipulació de materials haurà de realitzar-se en sistemes tancats mantinguts a una pressió negativa. L'aire succionat per aquest procediment es filtrarà amb un filtre de mànegues abans d'emetre-ho a l'atmosfera. 	

i	<p>Utilitzar sistemes d'emmagatzematge tancats dotats de sistemes de manipulació automàtica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es considera que les sitges per clínquer i les zones tancades d'emmagatzematge de matèries primeres completament automatitzades constitueixen la solució més eficaç al problema de les emissions difoses de partícules generades per a emmagatzemar grans volums de materials. Aquests sistemes d'emmagatzematge disposen d'un o diversos filtres de mànegues per evitar l'emissió difosa de partícules durant les operacions de càrrega o descàrrega. - Utilitzar sitges d'emmagatzematge amb la capacitat adequada, amb indicadors de nivell, sistemes de desconexió automàtica i filtres capaços d'eliminar les emissions atmosfèriques de partícules produïdes durant les operacions de farciment. 	Aplicable amb caràcter general
j	<p>En les operacions relacionades amb l'expedició, càrrega i descàrrega de ciment, utilitzar canonades de farciment flexibles i equipades amb sistemes d'extracció de partícules, orientades a la plataforma de càrrega del camió.</p>	

Tècnica 15. Amb l'objectiu de minimitzar o evitar les emissions difoses de partícules a les zones d'emmagatzematge a granel, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents, o una combinació d'elles:

Tècnica	
a	<p>Cobrir les zones d'emmagatzematge a granel o piles amb pantalles, murs o tancaments amb vegetació de creixement vertical (barreres tallavent, naturals i artificials, per a la protecció de les piles a l'aire lliure)</p>
b	<p>Utilitzar barreres tallavent per a les piles a l'aire lliure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encara que s'hauria d'evitar emmagatzemar els materials pulverulents a piles a l'aire lliure, si es fa, és possible reduir les partícules difoses mitjançant la utilització de barreres tallavent convenientment dissenyades.
c	<p>Utilitzar sistemes d'aspersió d'aigua i supressors químics de partícules:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quan la font de partícules difoses estigui ben localitzada, és possible instal·lar un sistema d'aspersió d'aigua. La humidificació de les partícules contribueix a aglomerar-les i a que la pols es solidifiqui. També es disposa d'una diversitat d'agents químics que milloren l'eficiència global dels sistema d'aspersió d'aigua.
d	<p>Tenir cura de la pavimentació, rec, neteja i manteniment de les vies d'accés:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Els espais utilitzats pels camions s'hauran de pavimentar sempre que es pugui, i la seva superfície es mantindrà el més neta possible. El rec de les vies d'accés pot limitar les emissions difoses de partícules especialment amb temps sec. També poden netejar-se mitjançant màquines escombradores. S'aplicaran les bones pràctiques en matèria de neteja i manteniment amb la finalitat de reduir al mínim les emissions difoses de partícules.
e	<p>Garantir la humidificació de les piles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - És possible reduir les emissions difoses de partícules de les piles mitjançant una humidificació suficient dels punts de càrrega i descàrrega, i la utilització de cintes transportadores ajustables en altura.
f	<p>Si no és possible evitar les emissions difoses de partícules a les zones de càrrega i descàrrega, ajustar l'altura de la descàrrega a la variació de l'altura de la pila, preferiblement de forma automàtica, o bé reduir la velocitat de descàrrega.</p>

2.5.2.5.2. Emissions canalitzades de partícules procedents d'activitats generadores de partícules

Aquesta secció es refereix a les emissions de partícules procedents d'activitats generadores de partícules diferents dels processos de combustió del forn i de refredament, així com del procediment de mòlta principal. Comprèn processos com ara la trituració de les matèries primeres, les cintes transportadores i elevadores, l'emmagatzematge de matèries primeres, clínquer i ciment, l'emmagatzematge de combustibles i l'expedició de ciment.

Tècnica 16. Amb l'objectiu de reduir les emissions canalitzades de partícules, la MTD consisteix en aplicar un sistema de gestió del manteniment enfocat especialment al funcionament dels filtres utilitzats en les activitats generadores de partícules diferents dels processos de combustió del forn i de refredament, així com, del procediment de mòlta principal. En el marc d'aquest sistema de gestió, la MTD implica la neteja amb filtres dels gasos de sortida:

DESCRIPCIÓ:

En les operacions generadores de partícules, la neteja dels gasos de sortida es realitza generalment amb filtres de mànegues. En la secció 2.6.1. s'inclou una descripció dels filtres.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El nivell d'emissions associades a les millors tècniques disponibles (NEA-MTD), també conegut per les seves sigles angleses (BAT-AEL), per les emissions canalitzades de partícules procedents d'activitats generadores de pols (diferents dels processos de combustió del forn i refredament, així com, del procediment de mòlta principal) és $<10 \text{ mg/Nm}^3$, com valor mig durant el període de mostreig (mesures puntuals durant mitja hora com a mínim).

Convé precisar que en el cas de les fonts petites ($<10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) s'ha d'aplicar un enfocament de prioritats, basat en el sistema de gestió del manteniment, en relació amb la freqüència amb la que s'haurà de comprovar el funcionament del filtre (veure també la MTD 5).

2.5.2.5.3. Emissions de partícules procedents dels processos de combustió del forn

Tècnica 17. Amb l'objectiu de reduir les emissions de partícules dels gasos produïts durant els processos de combustió del forn, la MTD consisteix en la neteja dels gasos de combustió mitjançant filtres.

	Tècnica ⁽¹⁾	Aplicabilitat
a	Precipitadors electrostàtics (ESP).	Aplicable a tots els sistemes de forns
b	Filtres de mànegues.	
c	Filtres híbrids.	

⁽¹⁾ Aquestes tècniques es descriuen a la secció 2.6.1.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El NEA-MTD per les emissions de partícules dels gasos produïts durant els processos de combustió del forn es situa entre $< 10 - 20 \text{ mg/Nm}^3$, com valor mig diari. El menor nivell s'obté aplicant filtres de mànegues o precipitadors electrostàtics nous o millorats.

2.5.2.5.4. Emissions de partícules procedents dels processos de refredament i mòlta

Tècnica 18. Amb l'objectiu de reduir les emissions de partícules dels gasos produïts durant el procés de refredament i mòlta, la MTD consisteix en la netja dels gasos d'escapament mitjançant filtres.

	Tècnica ⁽¹⁾	Aplicabilitat
a	Precipitadors electrostàtics (ESP).	Aplicable amb caràcter general als refredadors de clínquer i molins de ciment.
b	Filtres de mànegues.	Aplicable amb caràcter general als refredadors de clínquer i molins de ciment.
c	Filtres híbrids.	Aplicable amb caràcter general als refredadors de clínquer i molins de ciment.

⁽¹⁾ Aquestes tècniques es descriuen en la secció 2.6.1.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El NEA-MTD per les emissions de partícules dels gasos produïts durant els processos de refredament i mòlta se situa entre < 10 - 20 mg/Nm³, com valor mig diari o durant el període de mostreig (mesures puntuals durant mitja hora com a mínim). El menor nivell s'obté quan s'apliquen filtres de mànegues o precipitadors electrostàtics nous o millorats.

2.5.2.6. Compostos gasosos

2.5.2.6.1. Emissions de NOx

Tècnica 19. Amb l'objectiu de reduir les emissions de NOx dels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament o precalciniació als forns, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents o una combinació d'elles:

	Tècnica ⁽¹⁾	Aplicabilitat
a	Tècniques primàries	
	I. Refredament de la flama.	Aplicable a tots els tipus de forns utilitzats a la indústria cimentera. El grau d'aplicabilitat es pot veure limitat pels requisits de qualitat del producte i els potencials efectes sobre l'estabilitat del procés.
	II. Cremadors de baix NOx.	Aplicable a tots els forns rotatoris, tant al cremador principal com al precalciner.
	III. Combustió a meitat de forn	Aplicable amb caràcter general als forns rotatoris llargs.
	IV. Addició de mineralitzadors per millorar la cocció del cru (clínquer mineralitzat).	Aplicable amb caràcter general als forns rotatoris, respectant els requisits de qualitat del producte final.
	V. Optimització del procés	D'aplicació general a tots als forns.
b	Combustió per etapes (combustibles convencionals o residus valoritzables energèticament), també en combinació amb un precalciner i una barreja de combustibles optimitzada.	En general, només pot aplicar-se als forns equipats amb precalciner. En els sistemes de preescalfament de ciclons sense precalciner es requereixen importants modificacions de la planta. En els forns sense precalciner, la utilització de combustibles en gra podria influir positivament en la reducció dels NOx depenent de la capacitat de crear una atmosfera de reducció controlada i de controlar les corresponents emissions de CO.

c	Reducció no catalítica selectiva (SNCR)	Aplicable en principi als forns de ciment rotatoris. Les zones d'injecció varien segons el tipus de procés de fabricació. En els forns llargs de via seca o via humida pot resultar difícil arribar a la temperatura i el temps de retenció necessaris. Veure també la MTD 20.
d	Reducció catalítica selectiva (SCR)	La seva aplicabilitat depèn del desenvolupament dels catalitzadors i processos apropiats a l'indústria del ciment.

⁽¹⁾ Aquestes tècniques es descriuen a la secció 2.6.2.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

Taula 1: Nivells d'emissió de NOx associats a les MTD pels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament i precalciniació a l'indústria del ciment

Tipus de forn	Unitat	NEA-MTD (valor mig diari)
Forns amb preescalfador	mg/Nm ³	< 200 – 450 ^{(1) (2)}
Forns Lepol i forns rotatoris llargs	mg/Nm ³	400 – 800 ⁽³⁾

⁽¹⁾ El límit superior del rang dels NEA-MTD és de 500 mg/Nm³, sempre que el nivell inicial de NOx després d'aplicar tècniques primàries sigui > 1000 mg/Nm³.

⁽²⁾ El disseny del sistema de forn, així com les propietats de la barreja de combustibles, en particular la combustibilitat dels residus i de les matèries primeres utilitzades (per exemple, el clínquer especial o de ciment blanc), pot influir sobre la capacitat de mantenir-se dins del rang. Els nivells inferiors a 350 mg/Nm³ s'obtenen en forns en condicions favorables que utilitzin SCNR. El 2008, tres plantes amb SNRC (utilitzant cru de gran facilitat en la cocció) van notificar el límit inferior de 200 mg/Nm³ com a mitja mensual.

⁽³⁾ Depèn dels nivells inicials i de l'emissió de NH₃ addicional.

Tècnica 20. Si s'aplica la SNCR, la MTD consisteix en aconseguir una reducció eficient dels NOx, mantenint l'emissió d'amoniac addicional al nivell més baix possible mitjançant les tècniques següents:

	Tècnica
a	Aplicar una eficiència apropiada i suficient de reducció dels NOx, juntament amb un procés operatiu estable.
b	Aplicar una bona distribució estequiomètrica de l'amoniac amb la finalitat d'assolir la màxima eficiència de reducció dels NOx i reduir la fuga de NH ₃ .
c	Mantenir al nivell més baix possible les emissions corresponents a la sortida de NH ₃ addicional (generades per l'amoniac sense reaccionar) en els gasos de combustió, tenint en compte la correlació entre l'eficiència en la reducció de NOx i la fuga de NH ₃ .

APLICABILITAT:

La SNCR és generalment aplicable als forns de ciment rotatoris.

El punt d'injecció de l'amoniac varia segons el procés de fabricació.

En els forns llargs de via humida i seca pot ser que resulti difícil arribar a la temperatura correcta i el temps de retenció necessari. Veure també la MTD 19.

NIVELLS ASSOCIATS A LES MTD

Taula 3: Nivells d'emissions associats a l'emissió de NH₃ addicional en els gasos de sortida quan s'aplica la SNCR

Paràmetre	Unitat	NEA-MTD (valor mig diari)
Fuita de NH ₃	mg/Nm ³	<30 – 50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fuita d'amoniac depèn del nivell inicial dels NOx i de l'eficiència de reducció dels NOx. Als forns Lepol i als forns rotatoris llargs, aquest nivell pot ser encara més gran.

2.5.2.6.2. Emissions de SOx

Tècnica 21. Amb l'objectiu de reduir o minimitzar les emissions de SOx dels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament o precalcinciació, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents:

	Tècnica ⁽¹⁾	Aplicabilitat
a	Addició d'absorbents	En principi, l'addició d'absorbents és aplicable a tots els sistemes de forns, tot i que s'utilitzen principalment en els preescalfadors de suspensió. L'addició de la calç a l'alimentació del forn redueix la qualitat dels grànuls o nòduls i provoca problemes de flux als forns Lepol. Als forns amb preescalfador s'ha comprovat que la injecció directa de la cal morta en el gas de combustió és menys eficient que l'addició de la mateixa substància a l'alimentació del forn.
b	Depuradors humits	Aplicable a tots els equips de forns de ciment amb uns nivells adequats (suficients) de SO ₂ per la producció de guix.

⁽¹⁾ Aquestes tècniques es descriuen a la secció 2.6.3.

DESCRIPCIÓ

Depenent de la qualitat de les matèries primeres i del combustible, és possible mantenir a un nivell baix les emissions de SOx, sense necessitat de recórrer a tècniques de reducció.

En cas necessari, aquestes emissions es poden limitar aplicant tècniques primàries o d'eliminació, com ara l'addició d'absorbents o la utilització de depuradors humits.

Els depuradors humits ja s'han utilitzat a plantes en què els nivells inicials de SOx abans de la reducció eren superiors a 800 – 1.000 mg/Nm³.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

Taula 4: Nivells d'emissions de SOx associats a les MTD pels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament i precalcinciació a la indústria del ciment

Paràmetre	Unitat	NEA-MTD ^{(1) (2)} (valor mig diari)
SOx expressats en SO ₂	mg/Nm ³	< 50 - 400

⁽¹⁾ El rang de valors té en compte el contingut de sofre en les matèries primeres.

⁽²⁾ En la fabricació de clínquer de ciment blanc i de ciment especial, la capacitat del clínquer per retenir el sofre del combustible pot ser considerablement inferior, el que comporta unes majors emissions de SOx.

Tècnica 22. Amb l'objectiu de reduir les emissions de SO₂ del forn, la MTD consisteix en optimitzar el procés de mòlta de les matèries primeres.

DESCRIPCIÓ:

La tècnica consisteix en optimitzar el procés de mòlta de matèries primeres de tal manera que el molí pugui funcionar com un sistema de reducció dels SO₂ generats en el forn. Això es pot aconseguir ajustant factors tals com:

- el grau d'humitat de les matèries primeres;
- la temperatura del molí;
- el temps de retenció en el molí;
- la granulometria del material triturat.

APLICABILITAT:

És aplicable quan el procés de mòlta en sec es duu a terme a marxa mixta.

2.5.2.6.3. Emissions de CO i desconexió elèctrica per CO

2.5.2.6.3.1. Reducció dels desconexió elèctrica per CO

Tècnica 23. Amb l'objectiu de minimitzar la freqüència de la desconexió elèctrica per CO i de mantenir la seva durada total per sota dels 30 minuts a l'any, quan s'utilitzen precipitadors electrostàtics (ESP) o filtres híbrids, la MTD consisteix en aplicar algunes de les següents tècniques de manera combinada:

Tècnica	
a	Gestionar correctament les desconexions elèctriques per CO amb la finalitat de reduir els períodes d'aturada del ESP.
b	Mesurar contínuament de forma automàtica el CO mitjançant equips de monitorització amb temps de resposta curts a prop de la font de CO.

DESCRIPCIÓ:

Per motius de seguretat relacionats amb el risc d'explosió, es precis aturar els ESP quan es produeixen concentracions elevades de CO als gasos de combustió. Les tècniques següents contribueixen a evitar les desconexions elèctriques per CO i, conseqüentment, els períodes d'aturada:

- control de procés de combustió;
- control de la càrrega orgànica de les matèries primeres;
- control de la qualitat dels combustibles i del sistema d'alimentació de combustible.

Les interrupcions ocorren predominantment durant la fase de posta en marxa. Els analitzadors de gasos per a la protecció del ESP, per un funcionament segur, han d'estar connectats durant totes les fases operatives, i els períodes d'aturada del ESP es poden reduir amb un sistema auxiliar de monitoratge que funcioni contínuament.

És precis optimitzar el sistema de monitoratge continu del CO respecte del temps de reacció, i instal·lar-lo a prop de la font de CO, per exemple, en una sortida de la torre del preescalfador, o en una de les entrades del forn, quan es tracti d'una aplicació de via humida.

En el cas d'utilitzar filtres híbrids, es recomana derivar a terra les toveres de subjecció i la carcassa de les mànegues.

2.5.2.6.4. Emissions de carboni orgànic total (COT)

Tècnica 24. Amb l'objectiu de mantenir baix el nivell de les emissions de carboni orgànic total (COT) dels gasos produïts durant els processos de combustió del forn, la MTD consisteix en evitar la incorporació al sistema del forn de les matèries primeres amb un alt contingut de compostos orgànics volàtils (COV) a través de la via d'alimentació de les matèries primeres.

2.5.2.6.5. Emissions de clorur d'hidrogen (HCl) i de fluorur d'hidrogen (HF)

Tècnica 25. Amb l'objectiu de reduir les emissions de HCl dels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament o precalciniació dels forns, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques primàries següents, o una combinació d'elles:

Tècnica	
a	Utilització de matèries primeres i combustibles amb baix contingut de clor.
b	Limitar la quantitat de clor dels residus utilitzats com a matèria primera alternativa o combustible alternatiu als forns de ciment.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El NEA-MTD per a les emissions de HCl és $< 10 \text{ mg/Nm}^3$, com a valor mig diari o durant el període de mostreig (mesures puntuals durant mitja hora com a mínim).

Tècnica 26. Amb l'objectiu d'evitar o reduir les emissions de HF dels gasos produïts durant els processos de combustió, preescalfament o precalciniació als forns, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques primàries següents, o una combinació d'elles:

Tècnica	
a	Utilització de matèries primeres i combustibles amb baix contingut de fluor.
b	Limitar la quantitat de fluor dels residus utilitzats com a matèria primera alternativa o combustible alternatiu als forns de ciment.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El NEA-MTD per les emissions de HF és de $< 1 \text{ mg/Nm}^3$, com a valor mig diari o durant el període de mostreig (mesures puntuals com a mínim durant mitja hora).

2.5.2.7. Emissions de dioxines i furans (PCDD/F)

Tècnica 27. Amb l'objectiu d'evitar o de mantenir un nivell baix de les emissions de PCDD/F dels gasos produïts durant els processos de combustió del forn, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents, o una combinació d'elles:

	Tècnica	Aplicabilitat
a	Seleccionar i controlar acuradament les entrades al forn (matèries primeres), per exemple, pel que fa al clor, coure i compostos orgànics volàtils.	Aplicable amb caràcter general.
b	Seleccionar i controlar acuradament les entrades al forn (combustibles), per exemple, el clor i coure.	Aplicable amb caràcter general.

	Tècnica	Aplicabilitat
c	Limitar o evitar la utilització de residus que continguin materials orgànics clorats.	Aplicable amb caràcter general.
d	Evitar la utilització de combustibles amb un alt contingut d'halògens (per exemple, clor) pel cremador secundari.	Aplicable amb caràcter general.
e	Refredar ràpidament els gasos de combustió del forn a una temperatura inferior als 200°C, i reduir al mínim el temps de permanència dels gasos de combustió i del contingut d'oxigen en aquelles zones on el rang de temperatures se situï entre 300 i 450°C.	Aplicable als forns llargs de via humida i seca sense preescalfador. Aquesta característica és inherent als forns moderns amb preescalfador i als forns moderns amb precalcinador.
f	Aturar la coïncineració de residus a les operacions de posta en marxa i aturada.	Aplicable amb caràcter general.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

El NEA-MTD per a les emissions de PCDD/F dels gasos produïts durant els processos de combustió al forn és $< 0,05 - 0,1$ ng PCDD/F I-TEQ/Nm³, com valor mig en el període de mostreig (6 - 8 hores).

2.5.2.8. Emissions de metalls

Tècnica 28. Amb l'objectiu de minimitzar les emissions de metalls dels gasos produïts durant els processos de combustió del forn, la MTD consisteix en aplicar alguna de les tècniques següents, o una combinació d'elles:

	Tècnica
a	Seleccionar materials amb un baix contingut de metalls rellevants i limitar el seu contingut, especialment del mercuri, als materials utilitzats.
b	Aplicar un sistema d'assegurament de la qualitat per garantir les característiques dels residus utilitzats.
c	Aplicar tècniques eficaces per evitar l'emissió de partícules, com les descrites en les MTD 17.

NIVELLS D'EMISSIONS ASSOCIATS A LES MTD

Taula 5: Nivell d'emissions associats a les MTD pels metalls emesos en els gasos de sortida produïts durant els processos de combustió del forn

Metalls	Unitat	NEA-MTD (valor mig durant el període de mostreig, mesures puntuals durant mitja hora com a mínim)
Hg	mg/Nm ³	$< 0,05$ ⁽²⁾
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	$< 0,05$ ⁽¹⁾
Σ (As, Bs, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	$< 0,5$ ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Els nivells més baixos notificats estan relacionats amb la naturalesa de les matèries primeres i dels combustibles.

⁽²⁾ S'han notificat nivells baixos relacionats amb la naturalesa de les matèries primeres i dels combustibles. Els valors superiors a 0,03 mg/Nm³ requereixen investigació ulterior. Quan els valors estiguin pròxims a 0,05 mg/Nm³ serà precis estudiar l'aplicació de tècniques addicionals (per exemple, reduir la temperatura dels gasos de combustió o utilitzar carboni actiu).

2.5.2.9. Pèrdues i residus del procés

Tècnica 29. Amb l'objectiu de reduir els residus sòlids generats durant el procés de fabricació del ciment i d'estalviar matèries primeres la MTD consisteix en el següent:

	Tècnica	Aplicabilitat
a	Reutilització, en la mesura que es pugui, de les partícules recollides al procés.	Aplicable amb caràcter general, però en funció de la composició química de les partícules.
b	Utilitzar les partícules, en la mesura que es pugui, per a l'elaboració d'altres productes comercials.	És possible que la utilització de partícules per a l'elaboració d'altres productes comercials quedi fora de control del titular.

DESCRIPCIÓ

Sempre que resulti practicable, les partícules poden reciclar-se per incorporar-les de nou al procés de producció. Aquest reciclat pot realitzar-se directament al forn o al seu sistema d'alimentació (amb l'única limitació del contingut de metalls alcalins), o bé mitjançant la barreja dels productes acabats de ciment. Podria ser precís aplicar un procediment d'assegurament de la qualitat quan les partícules recollides s'incorporin als processos de producció. És possible trobar usos alternatius pels materials que no es puguin reciclar (per exemple, com additius utilitzats en la desulfuració de gasos de combustió a les plantes de combustió).

2.6. DESCRIPCIÓ DE LES TÈCNiques UTILITZADES A LA INDUSTRIA DEL CIMENT

2.6.1. Emissions de partícules

	Tècnica	Descripció
a	Precipitadors electrostàtics	<p>Els precipitadors electrostàtics (ESP) generen un camp electromagnètic en la trajectòria que segueixen les partícules dins la corrent d'aire. Les partícules adquireixen una càrrega negativa i es desplacen fins les plaques col·lectores carregades positivament. Les plaques col·lectores s'espolsen o vibren periòdicament, desallotjant el material adherit perquè caigui a les tremuges de recollida col·locades a sota.</p> <p>És important optimitzar els cicles de sacsejada de l'ESP per reduir al mínim els nous arrossegaments de la pols i el seu potencial per afectar la visibilitat del plomall.</p> <p>Els ESP es caracteritzen per la seva capacitat de funcionar en condicions d'altres temperatures (fins a 400°C aproximadament) i d'elevat nivell d'humitat. Els principals inconvenients d'aquesta tècnica són la seva menor eficàcia quan es forma una capa aïllant i la possible acumulació de materials amb un elevat contingut de clor i sofre. Pel bon funcionament general dels ESP és important evitar les desconexions elèctriques per CO.</p> <p>Tot i que no existeixen restriccions de tipus tècnic respecte de l'aplicabilitat dels ESP als diversos processos de la indústria del ciment, no s'utilitzen habitualment per al despolsat dels molins de ciment degut als costos d'inversió i a la seva reduïda eficàcia (emissions relativament altes) durant les postes en marxa i aturades.</p>

b	Filtres de mànegues	Els filtres de mànegues permeten recollir les partícules de manera eficaç. El principi fonamental en la fabricació del filtre consisteix en utilitzar una membrana tèxtil permeable al gas que és capaç de retenir les partícules. El material del filtre adopta generalment una disposició simètrica. Al principi la pols es deposita tant sobre les fibres superficials com en l'interior del teixit, però a mesura que les partícules s'acumulen sobre la capa superficial, la pròpia pols es converteix en el principal element filtrant. Els gasos de combustió poden fluir des de l'interior de la bossa fins a l'exterior o en la direcció oposada. A mesura que la crosta de pols es torna més espessa, s'incrementa la resistència oferta al pas del gas. Per tant, és necessari netejar periòdicament l'element filtrant per controlar la caiguda de pressió del gas que creua el filtre. Els filtres de mànegues haurien de disposar de varis compartiments que puguin ser segellats individualment, en cas de trencament de la bossa, en nombre suficient per tal que el filtre pugui seguir funcionant adequadament quan algun d'aquests compartiments quedi fora de servei. Cada compartiment hauria de disposar d'un "detector de trencament de bossa" que senyalitzi la necessitat de reparar l'averia. Les bosses de filtre es troben disponibles en diverses varietats de fibres, tèxtils o d'un altre tipus. Les modernes fibres sintètiques poden funcionar a temperatures bastant elevades, de fins 280 °C. El rendiment dels filtres de mànegues es veuen afectats, principalment, per una sèrie de paràmetres, com ara, la compatibilitat de l'element filtrant amb les característiques dels gasos de combustió i de les partícules, i la resistència física i química davant de les agressions per hidròlisi, àcids, oxidació i temperatura del procés. S'haurien de tenir en compte la humitat i la temperatura dels gasos de combustió per a la selecció de la tècnica.
c	Filtres híbrids	Els filtres híbrids consisteixen en una combinació de ESP amb filtres de mànegues dins d'un mateix dispositiu. Generalment, s'instal·len durant el procés de renovació dels ESP antics. Permeten reutilitzar parcialment els equips existents.

2.6.2. Emissions de NOx

Tècnica	Descripció
a	Mesures i tècniques primàries
I Refredament de la flama	Per reduir la temperatura i augmentar la concentració de radicals hidroxílics és possible afegir aigua al combustible, o directament a la flama, utilitzant diverses metodologies per introduir-la, ja sigui la injecció d'un fluid (líquid), de dos fluids (líquid més aire comprimit) o de productes sòlids, ja sigui la utilització de residus líquids o sòlids amb un alt contingut en aigua. Això pot produir efectes positius per a la reducció dels NOx a la zona de combustió.
II Cremadors de baix NOx	Encara que el disseny dels cremadors de baix NOx (combustió indirecta) pot variar quant als detalls, tots es basen en la injecció del combustible i l'aire al forn a través de tubs concèntrics. La proporció d'aire primari es redueix al voltant del 6-10% respecte de la requerida per la combustió estequiomètrica (normalment del 10-15% als cremadors convencionals). L'aire axial s'injecta amb gran força pel canal exterior. El carbó pot bufar-se per la tovera central o pel canal intermedi. S'utilitza un tercer canal per injectar una corrent d'aire en espiral creada amb ajuda d'àleps situats a la sortida de la tovera de combustió o darrera d'aquesta. L'efecte final del cremador així dissenyat és una combustió inicial molt ràpida, especialment en els components volàtils continguts al combustible, en una atmosfera pobre d'oxigen, que tendeix a reduir la formació de NOx. La utilització de cremadors de baix NOx no sempre té com a conseqüència una reducció de les emissions de NOx. Per això, és precís optimitzar la configuració del cremador.

<p>III Combustió a meitat del forn</p>	<p>En els forns llargs de via humida i seca, la creació d'una zona reductora mitjançant la combustió de combustibles sòlids pot reduir les emissions de NOx. Donat que en aquests forns no hi ha accés a la zona de temperatures de 900-1.000 °C, és possible instal·lar sistemes de combustió al centre del forn capaços d'utilitzar aquells residus combustibles sòlids que no puguin passar pel cremador principal (per exemple pneumàtics). La velocitat de combustió dels combustibles pot representar un factor crític. Si és massa lent, pot presentar-se condicions reductores a la zona de combustió que perjudica seriosament la qualitat del producte. Si és massa ràpida, la secció del forn equipada amb cadenes pot sobreescalfar-se i les cadenes poden resultar cremades. Un rang de temperatura inferior als 1.100 °C exclou la utilització de residus perillosos en un contingut de clor superior a l'1 %.</p>
<p>IV Addició de mineralitzadors per millorar la facilitat de combustió del cru (clínquer mineralitzat).</p>	<p>L'addició de mineralitzadors, com per exemple, el fluor, a les matèries primeres és una tècnica que permet ajustar la qualitat del clínquer i reduir la temperatura de la zona de sinterització. Al reduir la temperatura de la cocció es redueix igualment la formació de NOx.</p>
<p>V Optimització del procés.</p>	<p>Per reduir les emissions de NOx és possible recórrer a l'optimització del procés, per exemple, pel que fa al funcionament del forn, a les característiques de la combustió, al control òptim del forn i/o a l'homogeneïtzació de l'alimentació del combustible. També s'han aplicat mesures o tècniques primàries d'optimització del procés, per exemple, en relació al control del procés i a la millora de la combustió indirecta, de les connexions del refredador, així com a la selecció del combustible i als nivells d'oxigen.</p>
<p>b Combustió per etapes (combustibles convencionals o combustibles derivats de residus), també en combinació amb un precalcinador i una barreja de combustibles optimitzada.</p>	<p>La combustió per etapes s'aplica als forns de ciment juntament, amb un precalcinador de disseny especial. La primera etapa de combustió es realitza al forn rotatori en condicions optimitzades per al procés de cocció del clínquer. La segona etapa de combustió consisteix en col·locar un cremador a l'entrada del forn per crear una atmosfera reductora que descomposi en part els òxids de nitrogen generats a la zona de sinterització. L'elevada temperatura d'aquesta zona afavoreix especialment la reacció que torna a convertir el NOx en nitrogen elemental. A la tercera etapa de combustió, s'introdueix al calcinador el combustible juntament amb un determinat volum d'aire terciari la qual cosa crea també una atmosfera reductora. Amb aquest sistema es redueix el NOx procedent del combustible i es disminueix igualment el NOx que surt del forn. A la quarta i última etapa de combustió, l'aire terciari romanent s'injecta al sistema mitjançant una presa d'aire superior, amb la finalitat de completar la combustió residual.</p>
<p>c SNCR</p>	<p>La reducció catalítica no selectiva (SNRC) consisteix en la injecció d'una solució aquosa d'amoníac (fins un 25%), de precursors d'amoníac o d'una solució d'urea al gas de combustió, amb la finalitat de reduir el NO a N₂. La reacció assoleix resultats òptims en un rang de temperatura de 830°C a 1.050°C, i s'ha de disposar d'un temps de retenció suficient per tal que els agents injectats puguin reaccionar amb el NO.</p>
<p>d SCR</p>	<p>La reducció catalítica selectiva (SCR) permet reduir el NO i el NO₂ a N₂ amb l'ajuda de l'NH₃ i un catalitzador, a un rang ampli de temperatures comprés entre 300 - 400 °C. Aquesta tècnica s'utilitza àmpliament per a l'eliminació del NOx a altres sectors (centrals elèctriques de carbó, incineradores de residus). A l'industria del ciment, els sistemes utilitzats són bàsicament dos: la configuració per baixos continguts de partícules, situant el sistema entre l'equip de desempolsat i la xemeneia, i la configuració per a alts continguts de partícules, situant el sistema entre el preescalfador</p>

	<p>i l'equip desempolsat. Els sistemes pels gasos de sortida amb baixos continguts de partícules requereixen escalfar novament els gasos després del seu desempolsat, el que pot suposar una despesa d'energia addicional i caigudes de pressió. Els sistemes per a elevats continguts de partícules es consideren preferibles des del punt de vista tècnic i econòmic. Aquests sistemes no requereixen tornar a escalfar els gasos, perquè la temperatura dels mateixos a la sortida del preescalfador acostuma a correspondre al rang de temperatures apropiat pel funcionament del SCR.</p>
--	--

2.6.3. Emissions de SOx

	Tècnica	Descripció
a	Addició d'absorbents	<p>S'incorporen absorbents a les matèries primeres (per exemple, cal hidratada), o bé a la corrent de gas (per exemple, cal hidratada o apagada (Ca(OH)₂), cal viva(CaO), cendres volants activades amb un elevat contingut de CaO o bicarbonat sòdic (NaHCO₃)).</p> <p>La cal hidratada es pot carregar al molí de matèries primeres juntament amb la resta de components de les matèries primeres, o bé incorporar-se directament a l'alimentació del forn. L'addició de cal hidratada ofereix l'avantatge que l'additiu a base de calci reacciona formant compostos que poden directament incorporar-se al procés de cocció del clínquer.</p> <p>La injecció d'absorbents a la corrent de gas pot realitzar-se aplicant un mètode sec o humit (rentat per via semiseca). Els absorbents s'injecten a la trajectòria dels gasos de combustió a temperatures pròximes al punt de rosada, això té com a resultat unes condicions més favorables per a la captura del SO₂. Als forns de ciment, aquest rang de temperatures sol arribar a la zona compresa entre el molí de matèries primeres i l'equip desempolsat.</p>
b	Depuració humida	<p>La tècnica de depuració humida és la més utilitzada per a la dessulfuració dels gasos de combustió a les centrals elèctriques alimentades per carbó. Als processos de fabricació de ciment, la depuració humida per a la reducció d'emissions de SO₂ és una tècnica establerta. La depuració humida es basa en la següent reacció química:</p> $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>Els SOx s'absorbeixen amb una lletada aplicada mitjançant la torre de ruixat. El producte absorbent sol ser carbonat càlcic. Els depuradors humits són els que presenten la màxima eficàcia, entre totes les metodologies de dessulfuració dels gasos de combustió (FGD), per a la neteja de gasos àcids solubles, amb la desviació més baixa respecte als factors estequiomètrics i la menor taxa de producció de residus sòlids. La tècnica requereix utilitzar determinats volums d'aigua, això comporta la necessitat de realitzar un tractament d'aigües residuals.</p>

SKID DE REGULACIÓN AMONIACO



80

2672



Puerto obligatorio de los
Equipamientos de Protección Individual

Señalización & Sistemas
S. de C.V. No. 2008012



3. CONSIDERACIONS EN RELACIÓ A LES MTD I EXEMPLES

En aquest apartat es tracten algunes de les Millors Tècniques Disponibles, tenint en compte la informació tramesa pels membres dels diferents estats membres i delegacions, i dels debats sobre aquests temes dins del Technical Working Group (TWG) que va realitzar el treball tècnic en l'elaboració del BREF.

Les tècniques s'han seleccionat tenint en compte els següents criteris:

- Novetats respecte l'anterior document BREF.
- Novetats en relació als requisits legals en el marc de la modificació de la Llei 16/2002 (IPPC).
- Importància d'aplicació a la indústria del ciment.

3.1. CONSIDERACIONS DE L'APLICACIÓ DE LES CONCLUSIONS SOBRE MTD

En primer lloc convé assenyalar que la normativa obliga a assolir un alt nivell de protecció ambiental, i les conclusions sobre les MTD han de constituir la referència per l'establiment de les condicions del permís, però és flexible quant a les tècniques utilitzades per arribar a l'objectiu. El propi Document de Conclusions sobre les MTD indica que les tècniques descrites "no són prescriptives ni exhaustives".

En el Document BREF (MTD), es descriuen, en general per al sector del ciment, els nivells d'emissió associats. Amb relació als límits d'emissió a aplicar a les instal·lacions individuals, la Llei 16/2002 de Prevenció i Control Integrada de la Contaminació, modificada per la Llei 5/2013, requereix el següent:

"Art. 7.4. L'òrgan competent fixarà valors límit d'emissió que garanteixin, en condicions de funcionament normal, la no superació dels nivells d'emissió associats a les millors tècniques disponibles que s'establiran en les conclusions relatives a les MTD, aplicant alguna de les opcions següents:

- a. L'establiment d'uns valors límit d'emissió que no superin els nivells d'emissió associats a les MTD. (...)*
- b. L'establiment d'uns valors límit d'emissió diferents als mencionats en la lletra a) en termes de valors, períodes de temps i condicions de referència."*

Per això, encara que el document de conclusions sobre les MTD aporti una referència sobre valors, períodes de temps i condicions de referència, la normativa és flexible quant a la seva aplicació, sempre que compleixi la condició de protecció ambiental equivalent.

3.2. CONDICIONS DE FUNCIONAMENT

Les fabricques de ciment es poden trobar en les següents condicions de funcionament¹:

¹ "Guía de Métodos de medición y Factores de emisión del sector cementero en España". Oficemen. Madrid. Desembre 2013. https://www.oficemen.com/show_doc.asp?id_doc=665

3.2.1. Condicions de funcionament normal

Es defineixen com a períodes de funcionament de la instal·lació que no tinguin la consideració de “arrencades”, “parades” o “períodes de funcionament anòmal”.

La Directiva d'emissions industrials indica que els valors límit d'emissió es defineixen per “condicions normals d'operació” i que aquestes condicions exclouen períodes d'arrencada o aturada, les fuites, les errades de funcionament, les aturades momentànies i el tancament definitiu de l'explotació. També estableix que les autoritzacions de les instal·lacions incloses en el seu àmbit d'aplicació han de contenir mesures relatives a aquestes condicions anòmales de funcionament.

3.2.2. Període d'arrencada i aturada

Als efectes de monitoratge d'emissions s'analitza tot seguit com es poden definir els períodes d'arrencada i parada aturada del forn de ciment.

3.2.2.1. Definició del període d'arrencada

Es tracta del període de funcionament que abasta des de la posada en marxa dels equips propis del procés (com ventiladors, equips d'alimentació de combustible al forn per al seu escalfament, motors d'accionament de la rotació del mateix, a l'alimentació de cru al forn, entre d'altres), fins a aconseguir la estabilitat del procés. Aquesta estabilitat és necessària perquè els equips i processos que depuren els gasos treballin en les condicions previstes d'operació que els permetin assolir els nivells de rendiment desitjats. Pot definir-se en base a certs criteris o paràmetres de procés (temperatura, humitat, presència d'agents reactius, etc.), propis de cada instal·lació.

En funció de la configuració del sistema del forn i dels equips disponibles, l'operador disposa de les següents opcions per definir la durada del període d'arrencada:

Definició del període d'arrencada a)

Als efectes de monitoratge d'emissions es considera que el període d'arrencada abasta: des de l'inici de les operacions fins a aconseguir una alimentació de cru al forn de n tones/h, o de $>x\%$ de la capacitat habitual definida per la fàbrica. A tall d'exemple, aquest percentatge es podria situar entre el 70 i el 85% de la capacitat habitual d'operació. Addicionalment es pot considerar un temps de fins a quatre hores després d'arribar a aquesta quantitat alimentada.

Definició del període d'arrencada b)

De vegades resulta més pràctic consignar la durada del període d'arrencada a través d'indicadors directament relacionats amb la producció, com poden ser el cabal en xemeneia o la velocitat de gir del forn. En alguns casos resulta oportú combinar diversos indicadors d'alimentació de cru al forn amb altres indicadors d'operació, com el funcionament de ventiladors de procés, la velocitat de gir del forn, alimentació de combustible o el nivell d'oxigen en xemeneia.

3.2.2.2. Definició del període d'aturada

A partir del tall de l'alimentació de cru al forn, fins que el forn es considera aturat. Es pot combinar amb altres criteris com un nivell d'oxigen major de l'habitual a la xemeneia de la instal·lació.

La instal·lació (forn) ja aturada sol estar caracteritzada pels indicadors que el gas a xemeneia no correspon als gasos del forn, combinat amb els indicadors

d'altres equips aturats: ventiladors, motors d'accionament de forn, bàscules de combustible, etc., en funció de la instal·lació.

3.2.3. Definició de condicions d'operació diferents a les normals

La legislació sectorial sobre prevenció i control integrats de la contaminació té en compte que pot haver períodes de temps en què hi hagi condicions d'explo-tació en situacions diferents de les normals, com fuites, fallades de funciona-ment o aturades temporals.

En aquest sentit, tant el Reial decret 815/2013 com algunes instruccions tècni-ques autonòmiques i AAI, estableixen la possibilitat que hi hagi uns períodes en què es permet la superació dels valors límit d'emissió. El Reial Decret 815/2013 esmenta com a causa les interrupcions, desajustos, o fallades tècnicament ine-vitables dels dispositius de depuració o de mesura.

Un exemple de condicions de **funcionament anòmal** de la instal·lació està reco-llit en la Instrucció Tècnica IT AT 018 de Catalunya. En aquesta es defineixen per a totes les instal·lacions amb Sistema Automàtic de Mesurament (SAM) d'emis-sions unes condicions anòmales de funcionament durant les quals es permeten superar puntualment el VLE, però restringides en el temps, tant pel que fa al total anual com a les hores seguides en aquestes condicions de funcionament. http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/emissions_industrials/instruccions_tecniques/it_at_018_gestio_de_dades_v2.pdf

3.3. APLICACIÓ DE LES MTD A LES FÀBRQUES DE CI-MENT A CATALUNYA

Les fàbriques que es troben actualment en funcionament a Catalunya compten amb les millors tècniques disponibles que permeten complir amb els requisits ambientals establerts a les seves autoritzacions ambientals.

Analitzades les conclusions sobre les MTD establertes a la Decisió 2013/163/UE, de 26 de març de 2013, per la que s'estableixen les conclusions sobre les MTD per a la fabricació de ciment, cal i òxid de magnesi, i pel que fa a les MTD generals, cal dir que totes les fàbriques de Catalunya tenen implantat un Siste-ma de Gestió Ambiental i compten amb silenciadors i elements insonoritzants, i tancament de les instal·lacions que ho requereixen, per tal de reduir l'impacte sonor a nivells per sota del límit establert.

Referent a les MTD específiques pel sector, aquestes es poden englobar en dos grans àmbits: l'energètic i l'emissió de partícules i gasos contaminants.

Com s'indica en l'apartat 1.4 d'aquesta guia, les fàbriques de ciment són gran consumidores d'energia, tant tèrmica com elèctrica, ja que l'energia representa gairebé el 40% dels costos de producció. Per aquest motiu, les empreses tenen un interès propi en desenvolupar les millors opcions tècniques i tenir unes instal·lacions que permetin la millor gestió energètica, tals com les MTD.

Les emissions de partícules i dels gasos contaminants que s'indiquen a la Deci-sió 2013/163/UE, de 26 de març de 2013, es controlen mitjançant la monitoritza-ció amb Sistemes Automàtics de Mesures (SAM) o mesures manuals, segons es requereixi, en tots els casos. A Catalunya, en general, es controlen amb sistemes automàtics en continu els següents contaminants: partícules, NO_x, SO₂, COT, HCl i HF. Per a la resta de contaminants es realitzen mesures manuals amb una periodicitat determinada en funció del contaminant i del tipus de focus emissor.

El Reial decret 815/2013 preveu en el seu article 6.3 la possibilitat de què si l'autorització ambiental inclou diversos processos o diverses activitats potencialment contaminants de l'atmosfera, es pugui considerar un focus virtual, sumatori ponderat de tots els focus atmosfèrics, que permeti establir valors límit d'emissió globals per a cadascun dels contaminants generats, sempre i quan es garanteixi un nivell de protecció ambiental equivalent a la utilització de valors límit d'emissió individuals.

Es considera que per a les fàbriques de ciment catalanes, associades a Ciment Català, seria aplicable aquesta disposició legal per a aquells focus emissors de partícules, diferents dels forns, i excloent els de cabals inferiors a 10.000 Nm³/h.

Per a l'avaluació del compliment de límit d'emissió associats a un focus virtual s'utilitzarà el protocol que figura a l'annex III d'aquesta guia.

Actualment totes les fàbriques catalanes utilitzen el sistema de Reducció No Catalítica Selectiva (SNCR) per a la reducció del NO_x. No obstant, no es fa un monitoratge en continu de les emissions de NH₃, ja que hi ha altres mètodes de control, com per exemple les mesures en continu de NO_x i les condicions de temperatura del forn, que permeten injectar la quantitat necessària d'amoníac amb sistemes automàtics, i en els casos necessaris, aturar la injecció.

A més, l'emissió d'òxids de nitrogen es minimitza també mitjançant la combustió per etapes i tècniques primàries com el refredament de flama, cremadors de baix NO_x, combustió a meitat del forn, addició de mineralitzadors per millorar la cocció del cru i la optimització del procés.

Pel que fa a l'emissió de partícules, gairebé totes les fàbriques disposen de filtres de mànegues en els processos de refredament i mòlta, de combustió del forn i de ventilació dels sistemes tancats de transport. També són habituals les actuacions de polvorització d'aigua en les piles, i el tancament de les zones d'emmagatzematge de material.

Les emissions de SO₂, COT, HCl, HF, CO, PCDD/F i metalls es controlen principalment mitjançant un control de qualitat estricta de la matèria primera i dels combustibles alternatius utilitzats. Per minimitzar les emissions de dioxines i furans es prenen també, en tots els casos, mesures de prevenció com ara aturar la coïncineració de residus a les operacions de posta en marxa i aturada, refredar ràpidament els gasos de combustió del forn a una temperatura inferior als 200°C, i reduir al mínim el temps de permanència dels gasos de combustió i del contingut d'oxigen en aquelles zones on el rang de temperatures se situï entre 300 i 450°C.

“
Les fàbriques associades
a Ciment Català s’han
anticipat alguns anys
en la implantació
de metodologies i
procediments que avui
es consideren millors
tècniques disponibles”



ANNEX I

Exemples de millors tècniques de minimització dels aspectes ambientals més significatius de les activitats del sector

Procés	Aspectes mediambientals més significatius	Possibles tècniques de minimització
1. Explotació de la pedrera 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de pols. - Emissió de soroll i vibracions. - Afectació sobre el paisatge i el ecosistema. - Consum d'energia i de recursos naturals. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instal·lacions mòbils o fixes de condicionament d'apilaments de material mitjançant l'aplicació d'aigua o agents tensioactius. - Condicionament, o pavimentació i neteja de les vies de circulació de materials i en les àrees d'estacionament de vehicles. - Restauració de les pedreres integrant de nou la pedrera al paisatge. - Optimització en el consum d'energia. - Optimització en les càrregues dels explosius i dels detonadors no elèctrics.
2. Trituració 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules. - Emissió de soroll. - Consum d'energia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tancament de les instal·lacions de processament de materials. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació. - Aïllament de les maquinaries.
3. Transport de matèries 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules. - Emissió de soroll. - Consum d'energia i de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tancament de les cintes de transport o polvorització d'aigua. - Pavimentació dels vials. - Reg i neteja de les pistes no pavimentades. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació.
4. Prehomogeneització 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules - Emissió de soroll i vibracions. - Consum d'energia i de recursos naturals. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tancament de les cintes de transport o polvorització d'aigua. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació. - Utilització de precipitadors de mànegues, electrostàtics. - Tancament de la zona de mòlta. - Optimització de la quantitat de recursos materials utilitzats. - Utilització dels residus com a substituïts de matèries primeres.
5. Mòlta de cru i emmagatzematge 		

<p>6. Preescalfament</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de soroll i vibracions. - Consum d'energia i recursos naturals. - Emissió de partícules. - Emissió de gasos contaminants . 	<ul style="list-style-type: none"> - Filtres de mànegues o electrostàtics, o híbrids. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació. - Manteniment preventiu i predictiu. - Utilització de combustibles alternatius: <ul style="list-style-type: none"> •Alimentació dels combustibles alternatius de manera uniforme i continuada. •Aplicació de Sistemes d'Assegurament de la Qualitat per a la recepció de combustibles alternatius. - Utilització de cremadors de baix NOx, reducció no catalítica selectiva, combustió per etapes. - Addició d'absorbents per reduir les emissions de SO₂. - Mesurar en continu les emissions de contaminants. - Aïllament de les maquinaries i tancament de les naus.
<p>7. Forn rotatori: calcinació i refredament</p> 		
<p>8. Emmagatzematge de clínquer</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules 	<ul style="list-style-type: none"> - Tancament de les naus.
<p>9. Mòlta de clínquer i fabricació de ciment</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules. - Emissió de soroll. - Consum d'energia i recursos naturals. 	<ul style="list-style-type: none"> - Filtres de mànegues. - Estructures aïllants que minimitzin el soroll. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació. - Utilització de residus com additius. - Tancament de les instal·lacions i aïllament de les maquinaries.
<p>10. Emmagatzematge del ciment</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de partícules. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilització de filtres de mànegues, electrofiltres. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació.
<p>11. Envasament i expedició a dojo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissió de soroll. - Emissió de partícules - Consum d'energia i recursos naturals. 	<ul style="list-style-type: none"> - Filtres de mànegues. - Optimització en el consum d'energia mitjançant un correcte manteniment de la instal·lació. - Tancament de les instal·lacions i aïllament de les maquinaries.

ANNEX II

Pretractaments de residus valoritzats a cimentera

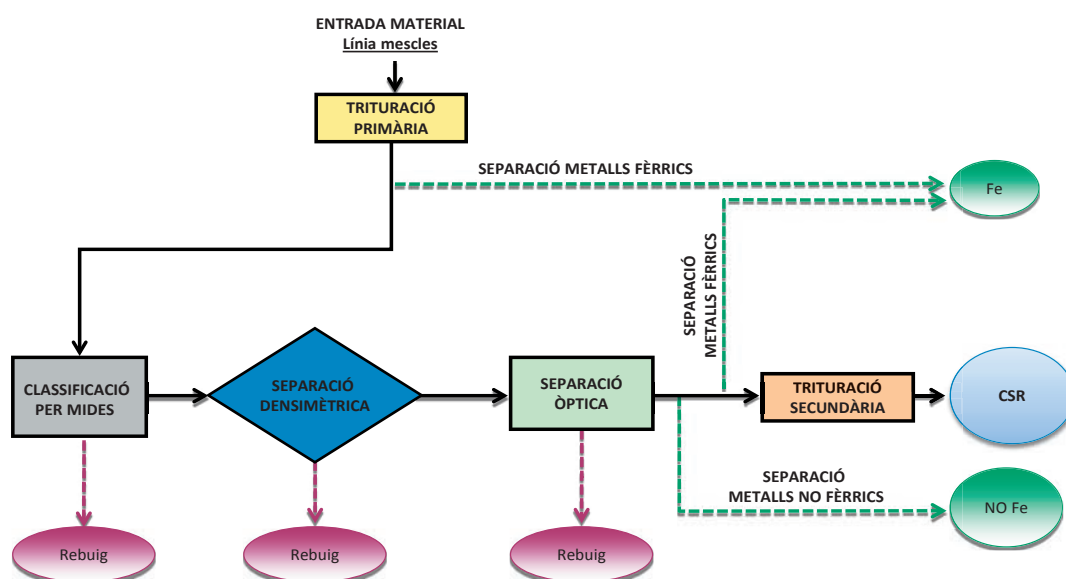
Existeixen diferents possibilitats en les tecnologies a aplicar a cada procés de pretractament. No obstant, a continuació es descriu un exemple de la tecnologia utilitzada en plantes de pretractament de diferents residus a Catalunya:

Combustibles Sòlids Recuperats (CSR):

Les fàbriques cimenteres catalanes valoritzen combustibles sòlids recuperats (CSR). Dins dels CSR, es troben els residus amparats per la norma EN-15359, concretament els combustibles derivats de residus (CDR), aptes per a la seva valorització energètica mitjançant coïncineració.

Les plantes de producció de CSR són plantes de tractament mecànic que reben una varietat de residus sòlids industrials i comercials no perillosos, principalment de paper, cartró, tèxtil i plàstics.

El material s'alimenta al procés des de la zona de recepció a una cinta transportadora per mitjà d'un pop mecànic.



Primerament, el material passa pel triturador primari, que redueix la seva mida a uns 20 mm. A continuació, se sotmet a una selecció automàtica per mitjà d'un separador de metalls fèrrics, un separador densimètric que rebutja el material més pesant, i un separador òptic on la llum infraroja detecta el PVC i el retira pel seu contingut en clor que no afavoreix el procés de fabricació del clínquer.

A continuació, el material passa pel separador per corrents de foucault, on se separen els metalls no fèrrics i els metalls fèrrics que puguin quedar. El material no metàl·lic finalment passa pel triturador secundari i és transportat a la zona d'aplec del CDR mitjançant un transportador de cadenes tancat per minimitzar l'emissió de pols.

El CDR generat representa el 80-85% dels residus tractats. Dels diferents corrents de rebuig, els metalls fèrrics i els no fèrrics, principalment coure i alumini, es reutilitzen, i la resta es porta a gestor autoritzat.

El procés de pretractament de CSR ha de comptar amb un control de qualitat rigorós per la heterogeneïtat que presenta el material d'entrada principal. En aquest sentit, es pot incorporar una aportació d'un material homogeni que permeti corregir els paràmetres de qualitat principals, com ho són el poder calorífic, el contingut de clor i el contingut de mercuri, per tal d'assolir la classificació que es requereixi segons la Norma UNE-EN 15359:2012.

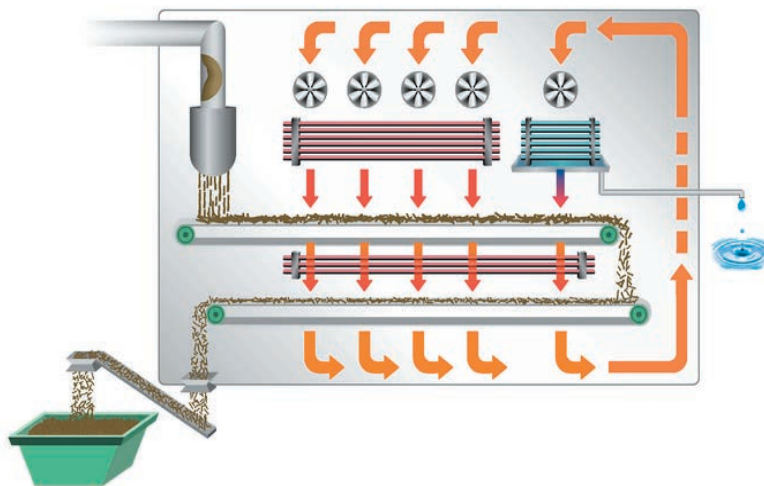
D'altra banda, i complementàriament a les anàlisis realitzades al laboratori, es poden adoptar tecnologies avançades que analitzin de forma immediata el CSR processat, mitjançant un analitzador online que a través d'un escaneig amb llum infraroja detecti els nivells de PCI, clor i humitat. Aquesta informació és molt útil per agilitar les mesures correctores.

Pretractament dels fangs de depuradora:

La tecnologia utilitzada en una planta d'elevada capacitat instal·lada a Catalunya és la tecnologia STC, sistema de baixa temperatura basat en l'assecatge mitjançant la injecció d'aire sec.

Primerament, per tal de tenir una major relació superfície/volum, el fang deshidratat provinent d'EDAR que es troba a la tolva de recepció, es fa passar a través d'una extrusora, obtenint així un producte granulat de baixa densitat en forma de cilindres.

Un cop conformat, el fang entra a un túnel horitzontal tancat, on hi ha dues cintes en paral·lel a diferent nivell, i cau a la cinta superior de manera uniforme. Al arribar al final de la primera cinta, el fang cau a la segona que circula en direcció contrària, augmentant així el temps d'exposició i l'eficiència del procés d'assecatge.



L'aire sec i calent que passa perpendicularment per la malla de les cintes arrossegant l'aigua continguda en el fang prové del sistema de cogeneració, que es dona en dos passos: mitjançant la combustió de gas natural, la calor alliberada és utilitzada per evaporar aigua. A continuació, aquest vapor d'aigua es turbinava per produir energia elèctrica i alhora escalfa l'aire que entrarà al túnel a la temperatura òptima d'entre 65 i 80°C.

La humitat que conté l'aire de sortida es condensa i es tracten els dos efluents: l'aire resultant es neteja en un biofiltre i l'aigua condensada es tracta químicament en un rentador de gasos.

Al final del procés, el fang assecat, també anomenat pèl·let, ha perdut un 70% del seu volum inicial i té una taxa d'humitat inferior al 10%. El pèl·let es considera un material estable i higienitzat.

Pretractament dels pneumàtics fora d'ús (PFU):

En la majoria dels casos, els pneumàtics usats requereixen d'un procés de pretractament basat en diferents etapes de trituració del material, abans de ser utilitzats com a combustible alternatiu a les fàbriques de ciment.

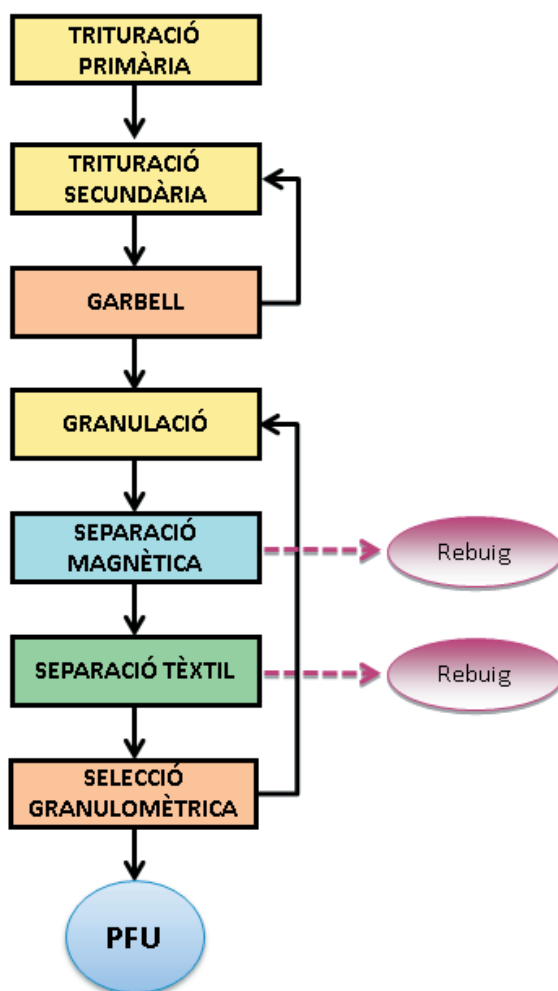
No obstant, la granulometria necessària dependrà de les característiques de la instal·lació de la fàbrica de ciment i del punt d'injecció del PFU al forn.

Així doncs, les etapes de trituració necessàries vindran determinades per el format requerit.

En la primera etapa de pretractament, el pneumàtic sencer es sotmet a una trituració primària, on queda reduït a dimensions d'entre 50-300 mm. Aquest procés sol constar d'una trituradora de doble rotor de discos tallants, a baixa velocitat amb discos substituïbles, operada hidràulicament.

La trituració secundària aconseguix una mida d'entre 20-50 mm mitjançant trituradores de discos o bé retornant el material a la trituradora primària. A posteriori, mitjançant un garbell de discos o malla es determina si la granulometria és òptima per als requeriments del procés o si cal retornar els xips a la trituradora secundària. En finalitzar aquest procés, la granulometria del material no supera els 20-30 mm.

En cas de ser necessari, és possible reduir el pneumàtic fins als 7-20 mm, mitjançant una trituradora de fulles d'un sol rotor amb una malla de sortida que determina la fracció a aconseguir. Amb aquesta mida, es pot procedir a una separació magnètica del ferro del pneumàtic i del tèxtil, augmentant així el PCI del pneumàtic.



ANNEX III

Protocol per a l'avaluació del compliment del límit d'emissió associat a un focus virtual d'una fàbrica de ciment

ÍNDEX

1. Objecte
 2. Abast
 3. Control reglamentari dels focus individuals
 4. Hores de funcionament dels focus d'emissió
 5. Càlcul de càrregues màssiques pel focus virtual
 - 5.1 Càlcul de la càrrega màssica límit aplicable al focus virtual
 - 5.2 Càlcul de la càrrega màssica emesa pel focus virtual
 6. Avaluació del compliment del focus virtual
 7. Condicions anormals de funcionament
- Annex – Exemples d'aplicació

1. Objecte

En una fàbrica de ciment hi ha habitualment una gran quantitat de focus d'emissió i, segons el document de referència de millors tècniques disponibles del sector, poden tenir associats límits d'emissió diferents d'un mateix contaminant.

Per la seva part, el Reial Decret 815/2013, de 18 d'octubre, pel qual s'aprova el Reglament d'emissions industrials i de desenvolupament de la Llei 16/2002, d'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació (BOE de 19 d'octubre de 2013) estableix a l'Article 6.3 que "Si en l'autorització ambiental integrada s'inclouen diversos processos o diverses activitats potencialment contaminants de l'atmosfera, es podrà considerar un focus virtual, sumatori ponderat de tots els focus atmosfèrics, que permeti establir valors límit d'emissió globals per a cada un dels contaminants generats, sempre que es garanteixi un nivell de protecció ambiental equivalent a la utilització de valors límit d'emissió individuals".

En aquest context, l'objecte d'aquest document és definir la metodologia d'avaluació del compliment de les emissions dels focus inclosos en un focus virtual que es pugui establir a una fàbrica de ciment. Aquest protocol es presenta com annex a la Guia de Millors Tècniques Disponibles de l'Acord voluntari per a la prevenció i el control de la contaminació de la indústria catalana del ciment signat entre el Departament de Territori i Sostenibilitat i l'Agrupació de Fabricants de Ciment de Catalunya.

2. Abast

L'abast d'aquest document són les emissions de partícules a l'atmosfera emeses pels focus inclosos en un focus virtual. Queden exclosos d'aquest protocol els focus de combustió de clínquer Portland (forns de ciment) i els focus amb cabals menors a 10,000 Nm³/h.

3. Control reglamentari dels focus individuals

Les emissions de partícules de cada focus d'emissió individual seran mesurades per un organisme acreditat per l'administració amb la periodicitat establerta a l'autorització ambiental d'acord amb el Catàleg d'Activitats Potencialment Contaminants a l'Atmosfera (CAPCA) del Reial Decret 100/2011. En aquest control reglamentari es mesurarà tant la concentració d'emissió de contaminants, com el cabal emès.

4. Hores de funcionament dels focus

Cada instal·lació associarà els focus inclosos al focus virtual a una secció de la instal·lació de les que es disposa d'hores de funcionament pels ratis tècnics propis de la instal·lació. Aquells focus que no es puguin associar a cap secció hauran de disposar de comptador horari. Cada instal·lació disposarà d'un sistema de valoració i control de les hores de funcionament de cada focus que haurà de ser validat per l'Administració.

5. Càlcul de càrregues màssiques pel focus virtual

5.1. Càlcul de la càrrega màssica límit aplicable al focus virtual

La càrrega màssica límit del focus virtual es calcularà cada any tenint en compte:

- El límit d'emissió de partícules de cada focus individual establert a l'autorització ambiental.
- El cabal de gasos emès segons l'informe de l'últim control reglamentari realitzat segons la freqüència de control establerta a l'autorització ambiental.
- Les hores de funcionament de cada focus individual en el període comprès de l'1 de gener al 31 de desembre de l'any anterior.

La càrrega màssica límit es calcularà segons la fórmula:

$$\text{Límit emissió màssica} = \sum_{i=1}^n l_i Q_i t_i$$

On:

- l_i = límit d'emissió del contaminant del focus individual i (mg/Nm³)
- Q_i = cabal determinat per organisme de control acreditat i (Nm³/h)
- t_i = temps de funcionament del focus i (h)

5.2. Càlcul de la càrrega màssica emesa pel focus virtual

L'emissió màssica del focus virtual es calcularà cada any tenint en compte:

- L'emissió de cada focus individual mesurada a l'últim control reglamentari per aquest focus segons la freqüència establerta a l'autorització ambiental.
- El cabal de gasos emès segons l'informe de l'últim control reglamentari realitzat en cada focus d'emissió individual segons la freqüència de control establerta a l'autorització ambiental.
- Les hores de funcionament de cada focus individual en el període comprès de l'1 de gener al 31 de desembre de l'any anterior.

L'emissió màssica del contaminant es calcularà segons la fórmula:

$$\text{emissió del contaminant} = \sum_{i=1}^n e_i Q_i t_i$$

On:

- e_i = emissió del contaminant del focus individual i (mg/Nm³)
- Q_i = cabal determinat per organisme de control acreditat i (Nm³/h)
- t_i = temps de funcionament del focus i (h)

En el cas que en un mateix focus individual es realitzi més d'un control anual, es tindrà en compte la mitjana aritmètica de totes les mesures realitzades durant el mateix any en el mateix focus.

Atès que la freqüència de mesura establerta és major a anual, en el cas que no hi hagi mostreig per a un focus, es prendrà el valor del darrer mostreig realitzat.

En el cas que el valor d'emissió sigui inferior al límit de detecció, es considerarà com a emissió el mateix límit de detecció.

6. Avaluació del compliment del focus virtual

Abans del 31 de març de cada any, cada instal·lació presentarà a l'Administració un informe d'avaluació del compliment de l'emissió màssica del focus virtual mitjançant la comparació entre la càrrega de partícules emesa pel focus virtual amb la càrrega màssica límit que correspongui aquell any.

Els focus emissors inclosos en el focus virtual que tinguin mesures superiors a 50 mg/Nm³, s'exclouran del focus virtual i es valoraran individualment. En aquests casos podrà considerar-se un incompliment si es determina una possible responsabilitat del titular, tot i haver tingut en compte possibles condicions anormals de funcionament (apartat 7).

Els focus emissors amb mesures inferiors a 50 mg/Nm³ però superiors al VLE aplicable al focus individual, seran inclosos en el focus virtual i es considerarà, encara que continuïn inclosos en el focus virtual, que han tingut un funcionament anormal, i caldrà informar a l'òrgan competent de les accions correctives dutes a terme per disminuir l'emissió mesurada en ells.

Els focus emissors amb mesures inferiors al VLE aplicable al focus individual es comptabilitzaran per establir les emissions del focus virtual.

Les accions correctives que s'hagin dut a terme en l'any d'avaluació s'adjuntaran al mateix informe d'avaluació de compliment del focus virtual.

7. Condicions anormals de funcionament

Condicions anormals de funcionament són aquells successos no desitjats que fan que la instal·lació no tingui el comportament mediambiental que el seu disseny garanteix, malgrat els elements de control i gestió implantats.

Annex – Exemples d'aplicació

Exemple 1:

Focus	Emissió (mg/Nm ³)	Cabal (Nm ³ /h)	Límit d'emissió (mg/Nm ³)	Data realització control	Hores funcionament focus 2015
1	15	15.000	10	20/05/2014	7500
2	17	25.000	10	31/10/2015	4000
3	8	150.000	20	30/01/2015	7500

1.- Càlcul de la càrrega límit d'emissió del focus virtual en 2015:

$$\begin{aligned} \text{Límit} &= (10 \times 15.000 \times 7.500) + (10 \times 25.000 \times 4.000) \\ &+ (20 \times 150.000 \times 7.500) \end{aligned}$$

$$\text{Límit} = 24,625 \text{ Tn/any}$$

2.- Càlcul de la càrrega d'emissió de partícules del focus virtual en 2015:

$$\begin{aligned} \text{Emissió} &= (15 \times 15.000 \times 7.500) + (17 \times 25.000 \times 4.000) \\ &+ (8 \times 150.000 \times 7.500) = 12,388 \text{ Tn/any} \end{aligned}$$

3.- Avaluació del compliment legal del focus virtual en 2015:

Emissió de partícules (t/any)	Límit d'emissió (t/any)	Valoració
12,388	24,625	COMPLEIX

Exemple 2:

Focus	Emissió (mg/Nm ³)	Cabal (Nm ³ /h)	Límit d'emissió (mg/Nm ³)	Data realització control	Hores funcionament focus 2015
1	4	15.000	10	20/05/2014	7500
2	5	25.000	10	31/10/2015	4000
3	25	150.000	20	30/01/2015	7500

1.- Càlcul de la càrrega límit d'emissió del focus virtual en 2015:

$$\begin{aligned} \text{Límit} &= (10 \times 15.000 \times 7.500) + (10 \times 25.000 \times 4.000) \\ &+ (20 \times 150.000 \times 7.500) \end{aligned}$$

$$\text{Límit} = 24,625 \text{ Tn/any}$$

2.- Càlcul de la càrrega d'emissió de partícules del focus virtual en 2015:

$$\begin{aligned} \text{Emissió} &= (4 \times 15.000 \times 7.500) + (5 \times 25.000 \times 4.000) \\ &+ (25 \times 150.000 \times 7.500) = 29,075 \text{ Tn/any} \end{aligned}$$

3.- Avaluació del compliment legal del focus virtual en 2015:

Emissió de partícules (t/any)	Límit d'emissió (t/any)	Valoració
29,075	24,625	NO COMPLEIX



ISBN: 978-84-393-9285-9



9 788439 392859