

Valor 2030: Superació de les barreres a la utilització de matèries primeres secundàries als principals sectors industrials



SECTOR: PRODUCCIÓ DE VIDRE

JUNY 2023



Índex del document

1. El procés de fabricació del vidre	3
1.1. El procés de producció del vidre pla	4
1.2. Procés de fabricació del vidre buit o bufat	6
1.3. Processos de fabricació d'altres materials derivats del vidre	16
1.3.1. Fibra de vidre	16
1.3.2. Llanes minerals	17
1.3.2.1. Llana de vidre	17
1.3.2.2. Llana de roca	17
1.3.3. Frites i esmalts	18
1.4. Productes obtinguts del procés de fabricació	19
2. El sector de fabricació de vidre a les Illes Balears	21

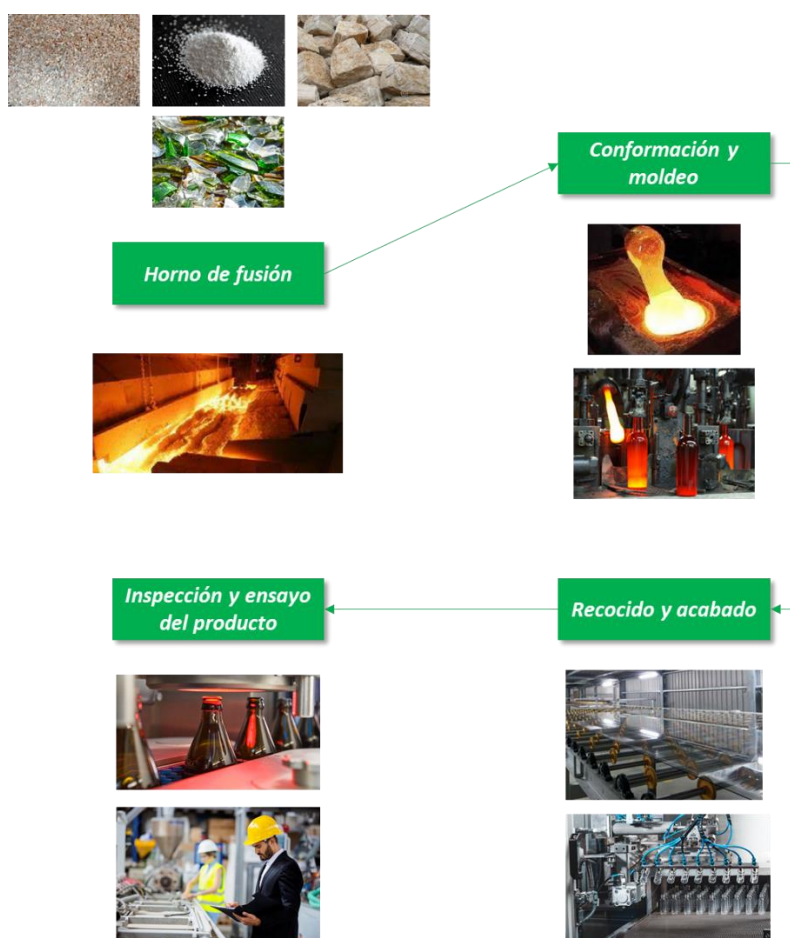
1. El procés de fabricació del vidre

El vidre és un producte inorgànic amorf, dur, fràgil i generalment transparent que s'obté a través de la fusió de diferents matèries primeres que es troben en estat natural en petites partícules o pols: sorra de sílice, carbonat de sodi i calcària, en proporcions variables. No obstant això, per tal de reduir la quantitat de matèries primeres emprades en el procés, actualment molts dels processos de fabricació de vidre inclouen també la introducció de casc de vidre o vidre triturat.

Per obtenir-lo es barregen aquests materials en un forn de fusió aconseguint temperatures d'entre 1.000 -2.000 °C obtenint un fluid vitri i viscos que, posteriorment, se sotmet a canals d'escalfament/refredament i tècniques de conformació del material, depenent del tipus de producte a fabricar (principalment, vidre pla o vidre buit, entre d'altres productes). Posteriorment, es controla el procés de refredament per evitar la cristal·lització o deformació elàstica del material. Cal destacar que durant el procés de fabricació es poden fer servir un altre tipus de productes químics com el bòrax, àcid bòric, feldspats i sulfat sòdic, a més d'entre 15 a 20 additius amb l'objectiu d'aportar alguna funció o qualitat específica (com per exemple, el color).

El sector ven més del 80% de la producció a altres sectors, principalment al de la construcció i de begudes i alimentació.

Figura 1. Diagrama de la fabricació vidre buit



Font: elaboració pròpia.

i

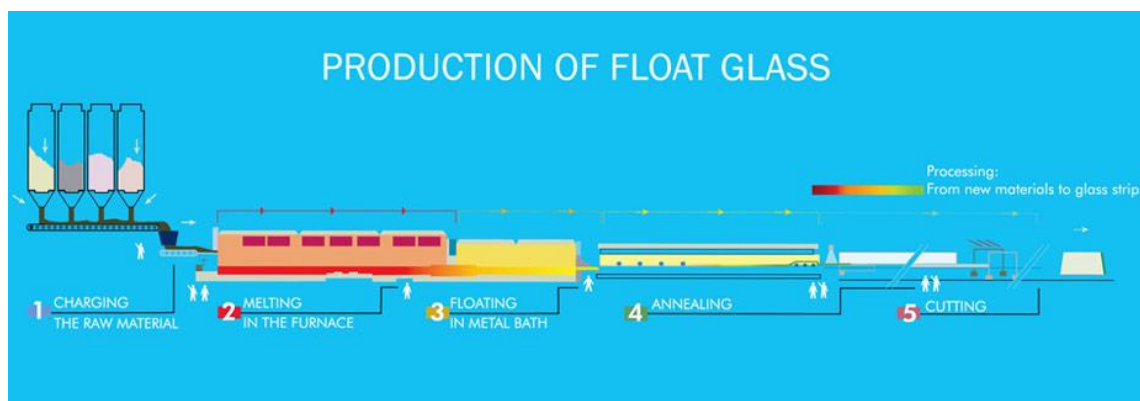
Per les seves característiques, el vidre es conforma com un dels pocs materials que pot operar de manera indefinida en un sistema de circuit tancat, evitant així l'extracció de noves matèries primeres i l'esgotament consegüent de recursos naturals. Així mateix, també contribueix a un estalvi energètic, atès que la temperatura de fusió del vidre triturat és inferior a la de la matèria primera original.

1.1. El procés de producció del vidre pla

El vidre pla o surat és un tipus de producte vitri elaborat a través de la tècnica de conformació per flotació sobre un bany d'estany. En aquest sentit, la massa de vidre fos s'aboca del forn de fusió sobre una capa d'estany líquid de forma continuada, flotant i repartint-se de forma uniforme sobre el llit refractari, per obtenir planxes o làmines de vidre de gruix variable, controlat per la velocitat a la qual la cinta de vidre solidificat és estirada cap a fora de la piscina d'estany.

Els sectors per excel·lència que consumeixen aquest tipus de material vitri són la construcció i l'automoció.

Figura 2. Diagrama de la fabricació vidre pla



Font: Hebei Blue Whale Glass.

Altres productes emprats en aquest procés per a l'obtenció de vidre pla tintat són l'addició d'òxids metàl·lics a la barreja de materials. Per exemple, la coloració verda s'obté reposant els òxids de ferro eliminats durant el procés d'obtenció del vidre, la gamma de color gris s'aconsegueix variant les proporcions d'òxids de cobalt, níquel i seleni i afegint-hi òxid de ferro, mentre que els vidres bronzejats s'aconsegueixen afegint-hi seleni.

En l'actualitat, els principals fabricants de vidre pla a nivell mundial treballen amb un percentatge de vidre reciclat variable, situat entre un 10-30%, procedent de les mateixes o altres instal·lacions de fabricació de vidre pla, atès que aquest material recuperat deu complir amb estrictes especificacions. En cas de no complir-les, es reutilitza en altres produccions de vidre com, per exemple, fibra de vidre, escuma de vidre, envasos, entre altres productes, així com altres aplicacions com a paviment reflectant de carreteres (*glassphalt*), ornamentació d'aquaris, sistemes de filtració d'aigua, agregats de construcció, etc.



i

Si bé el sector podria, des d'un punt de vista tècnic, absorbir vidre reciclat procedent d'altres fonts residuals, com el vidre d'envasos postconsum, el sector no es planteja aquesta via a causa dels requeriments tècnics més grans des del punt de vista de característiques físiques del producte (resistència, durabilitat, etc.).

Dins del subsector del vidre pla, es poden diferenciar tres tipus d'activitats que mantenen una estreta relació entre elles, atès que cadascuna empra com a primera matèria primera el producte obtingut a l'anterior.

a. Indústria de capçalera

Fabricació de vidre brut mitjançant l'ús majoritari de forns regeneratius de caldeig creuat en règim continu, el procés del qual es divideix en dues fases: caldeig i fusió primària. En aquest sentit, les dimensions mínimes eficients de les plantes d'aquest subsector són de 500 tones diàries de producció, implicant la presència de grans economies d'escala. És per aquest motiu que aquest segment opera en un nombre reduït d'empreses multinacionals que operen a nivell mundial, l'oferta del qual es caracteritza per la seva elevada estabilitat, ja que els forns de les plantes de fabricació funcionen totes les hores del dia durant els 365 dies del any.

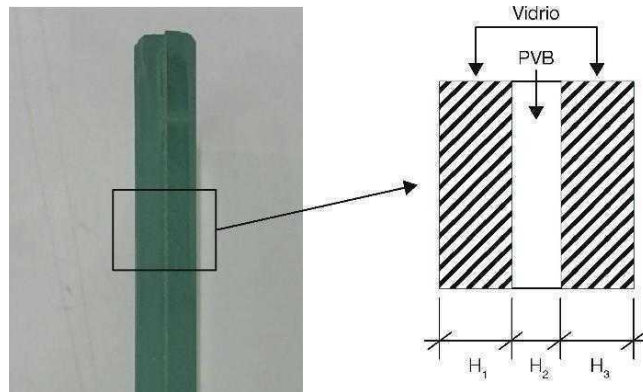
b. Indústria transformadora del vidre

Subsector on té lloc l'afinament i l'homogeneïtzació, i el condicionament del vidre brut, caracteritzat per empreses de capital menor que les indústries de capçalera i amb distribució descentralitzada. Aquestes activitats manipulen i adapten el vidre brut, ja sigui a través de processos automatitzats o manuals de tipus artesà. En aquest sentit, s'obtenen diferents tipus de vidre:

- **Vidre temperat:** es produeix mitjançant el procés d'escalfament del vidre brut a través d'un forn horitzontal (generalment elèctrics, de convecció o mixtos) fins a assolir entre els 620-650 °C. Posteriorment, es refreda de manera brusca amb aire fred a pressió. D'aquesta manera, s'obté un vidre amb cinc vegades més resistència que un vidre convencional que no hagi passat per aquest procés tèrmic.

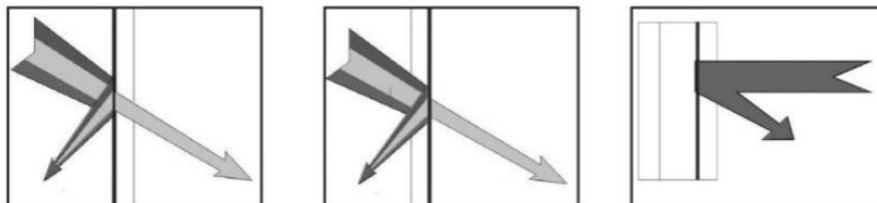


- **Vidre laminat:** es produeix mitjançant un procés d'autoclau, és a dir, a través de l'acoblament de dos vidres de diferent o igual gruix amb l'ajuda d'una capa polimèrica flexible de butiral de polivinil (PVB) que s'adhereix a tots dos vidres. condicions de pressió, calor (aproximadament 70°C) i buit. D'aquesta manera, una de les característiques bàsiques que confereix aquest procés és la resistència a la fragmentació del vidre davant de trencament, entre altres característiques.



Font: Displacements determination in laminated glass plates under static loadings using the effective Young's modulus concept (DOI: 10.1016/j.bsecv.2015.03.001).

- **Vidre reflectiu:** es produeix mitjançant el revestiment reflectiu metàl·lic a la superfície d'una de les cares. Hi ha dues categories de vidres reflectius: els solars i els de baixa emissivitat. En aquest sentit, en funció del revestiment que s'hi apliqui s'obté vidres que reflecteixen i/o absorbeixen un percentatge de llum visible, longituds d'ona curta i llarga o bé vidres que reflecteixen en altres direccions les ones.



Font: Manual del Vidrio Plano, CAVIPLAN.

- **Altres:** doble vidre hermètic, vidres lacats, vidres esmaltats, vidres translúcids, vidres serigrafiats, miralls, etc.

1.2. Procés de fabricació del vidre buit o bufat

Consisteix en la fabricació d'envasos de vidre, és a dir, ampolles, pots i vaixelles fetes a màquina, sent el subsector del vidre de més volum de producció. Es distingeixen principalment dues tècniques de fabricació d'envasos de vidre: el bufat-bufat per a la producció de recipients de boca estreta i el premsat-bufat per a recipients de boca ampla.



En aquest sentit, les màquines emprades en aquest procés són longitudinals de tipus IS (de secció independent), constituïdes per diverses seccions que funcionen de forma individual, és a dir, que es poden aturar una o diverses mentre les altres segueixen produint. Generalment, aquest tipus de màquina permet produir fins a 300 recipients per minut i processar més de 100 tones de vidre al dia.

Figura 3. Maquinària emprada per a la fabricació de vidre buit o bufat

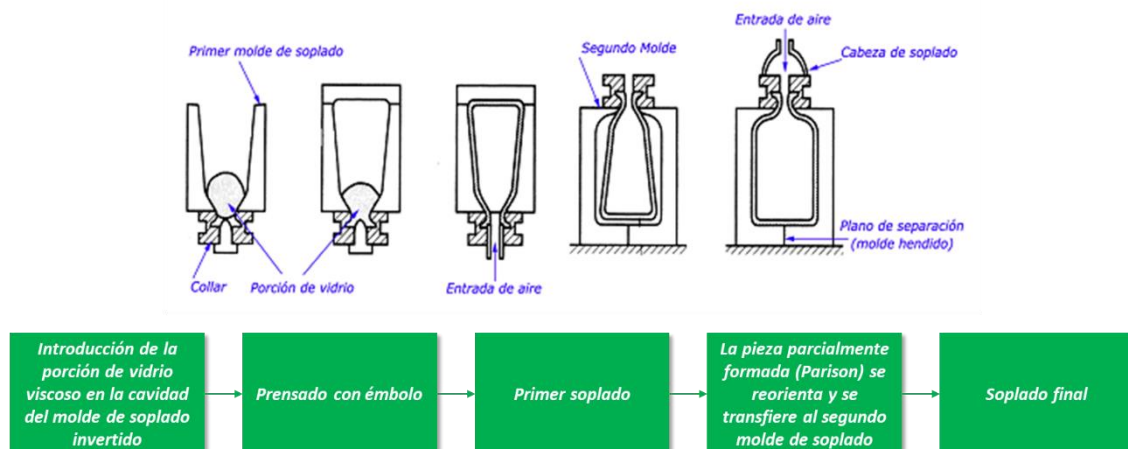


Font: Owens Illinois, 2016.

a. Tècnica de fabricació bufat-bufat

El procés de fabricació parteix de la introducció d'una porció viscosa distribuït en els diferents motlles que posseeix la màquina de fabricació, on mitjançant processos de pressió, premsatge i buit, es dona forma als envasos.

Figura 4. Diagrama de progrés de la fabricació de vidre buit mitjançant la tècnica bufat-bufat



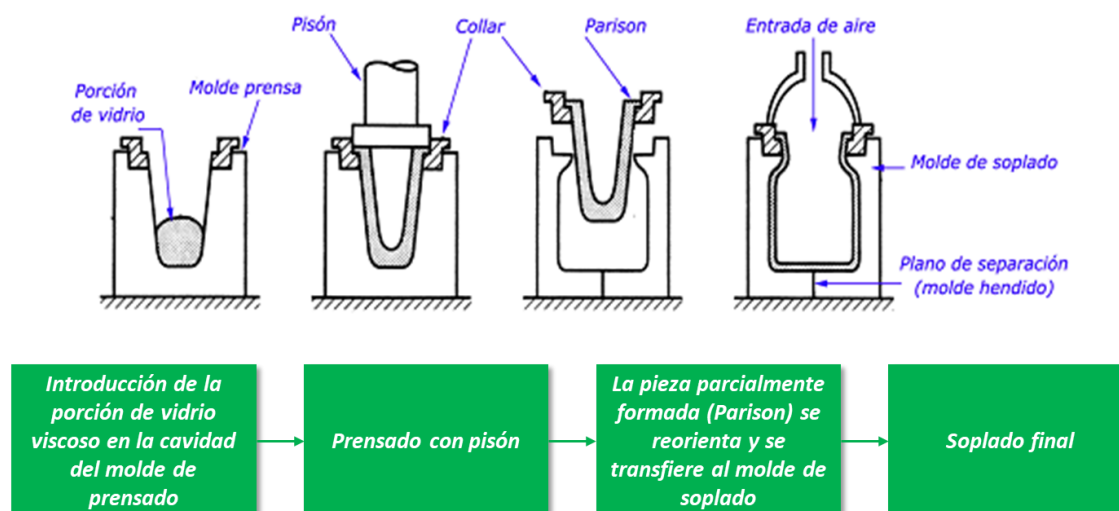
Font: Institut Cerdà a partir de la Guia Tècnica per Sectors – Vidre, AINIA.



b. Tècnica de fabricació premsat-bufat

De la mateixa manera que la tècnica descrita anteriorment, el procés de fabricació parteix de l'alimentació de la cavitat del motlle amb una porció de vidre viscos, el seu posterior premsat i transferida al motlle de bufat final.

Figura 5. Diagrama de progrés de la fabricació de vidre buit mitjançant la tècnica premsat-bufat



Institut Cerdà a partir de la Guia Tècnica per Sectors – Vidre, AINIA.

i

La introducció de mesures operatives vinculades a l'ecodisseny i a l'optimització del procés productiu de fabricació d'envasos de vidre permeten la reducció tant en el consum energètic i de primeres matèries com en el consum de matèries auxiliars per tona de vidre fos. En aquest sentit, les ampolles de vidre d'avui són 30% més lleugeres que fa dues dècades, mantenint-ne la qualitat i la resistència.

c. Acabat

Ambdues tècniques de producció de vidre buit o bufat, els segueixen un conjunt de processos posteriors a fi de millorar la resistència del material.

- Túnel de recuita: quan els recipients surten del procés de bufat final són conduïts cap a un forn de túnel o lehr la temperatura controlada del qual ascendeix fins als 550-600°C a través del qual circulen lentament sent reescalfats i posteriorment refredats d'una forma predeterminada. D'aquesta manera, s'evita la formació de tensions internes i s'incrementa el grau de resistència dels recipients.
- Tractament de la superfície: associat a la tendència actual de producció d'envasos lleugers i amb la finalitat de conferir més resistència a l'abrasió, es fan diferents tractaments superficials dels envasos:



- Polvorització en calent dels recipients amb vapor de titani orgànic o compostos inorgànics d'estany, aplicant així una fina capa de metall sobre la superfície del vidre.
- Aplicació en fred d'un compost orgànic tal com àcid oleic, per incrementar la lubricitat dels recipients i permetre una manipulació òptima a les línies d'ompliment d'alta velocitat.

En cas que s'apliquin de forma excessiva aquests productes, s'estableix el contacte amb l'anell del coll, i es produeixen alteracions negatives sobre l'eficàcia del tancament de l'envàs, la retirada de tapes de torsió i tendeixen a oxidar les aletes de les tapes.

- Control de qualitat i inspecció: mitjançant una sèrie de màquines optoelectròniques automàtiques, s'avaluen les condicions dimensionals i funcionals de l'envàs a la sortida de l'arxa de recuit i el tractament de la superfície. Aquestes màquines de control estan associades a un sistema informàtic on s'emmagatzema i es tracta la informació, a fi d'informar a temps real el responsable de la línia de fabricació. Concretament, en aquest procés s'avaluen aspectes com el diàmetre intern del coll de l'envàs, els defectes de gruix, ovalització o qualsevol microfissura que compromet la resistència mecànica de l'envàs, s'eliminen les ampolles anormalment fràgils mitjançant simuladors de tensió i s'eliminen la brutícia, les partícules de vidre i defectes de pasta, com ara grans o bombolles.

Tots els envasos de vidre que no compleixin els requisits mínims de control i qualitat s'eliminen automàticament, alimentant de nou al forn de fusió.

El vidre és recollit, majoritàriament, mitjançant la seva recollida selectiva, principalment a través dels sistemes de recollida selectiva establerts a escala municipal, tant per al generador domiciliari com per a comercial (centrant-se en el sector HORECA). En aquest darrer cas, es recupera vidre tant a partir de la recollida selectiva monomaterial (canal municipal majoritari) com a través de la recuperació en plantes de tractament de residus urbans.

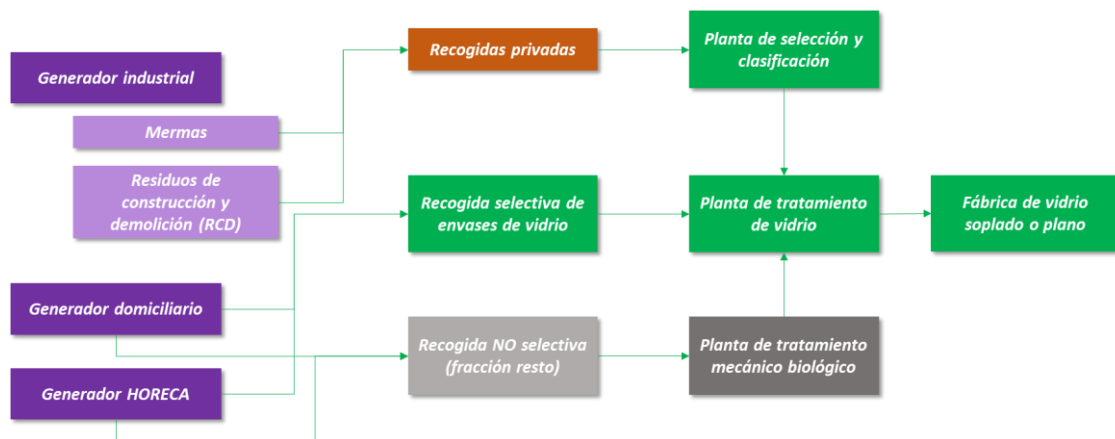
En menor percentatge, també es recull residu de vidre pla de procedència industrial, procedent principalment de cristalleries, desballestament d'automòbils, enderrocaments de la construcció, entre d'altres.

Tabla 1 Recuperació de vidre a Espanya l'any 2020 en funció del seu origen

Any	Quantitats recuperades (t)
Recollida municipal monomaterial de vidre (incloent contenidor i porta a porta)	843.785
Recollida a plantes de residus urbans	63.750
Recollida selectiva a l'àmbit privat	s.d.
Quantitats totals recuperades	s.d.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ecovidrio.

Figura 6. Fluxos de recuperació del vidre



Font: Elaboració pròpia.

Recollida de vidre

El vidre és dels pocs materials que suporta infinits cicles de reciclatge sense perdre'n les propietats físiques. En aquest sentit, la reincorporació de vidre reciclat en els processos de fabricació depèn, entre altres factors, de la tipologia de vidre, de la disponibilitat del recurs esmentat i de les característiques del material.

En aquest sentit, el reciclatge del vidre buit o bufat es troba àmpliament estès, impulsat pel Títol IV Responsabilitat ampliada del productor del producte inclòs a la Llei 22/2011, de 28 de juliol, de residus i sòls contaminats, on es preveu la obligació de garantir el reciclatge i la valorització d'aquest producte a través de l'establiment de sistemes que garanteixin la devolució i el retorn de l'envàs per gestionar-los correctament, així com l'ús de materials procedents dels residus en la fabricació de productes.



Font: Reciclat de l'envàs de vidre, ANFEVI.



A Espanya, l'entitat encarregada de gestionar la recollida de residus d'envàs de vidre i del reciclatge posterior és Ecovidrio. Aquesta entitat s'encarrega principalment de gestionar la recollida d'envasos de vidre d'un sol ús, tant dels residus generats pel sector HORECA com dels generats a l'àmbit domiciliari. Aquesta recollida selectiva es realitza de dues maneres:

- A través dels iglús i contenidors monomaterials situats a la via pública.
- A través de plantes de residus urbans, on es recuperen aquells residus d'envasos de vidre que no han estat dipositats correctament, evitant així que acabin abocadors. En aquest context, cal una separació específica per poder incorporar-los a la cadena de reciclatge i obtenir vidre triturat per a la seva reintroducció en el processament de nous envasos.

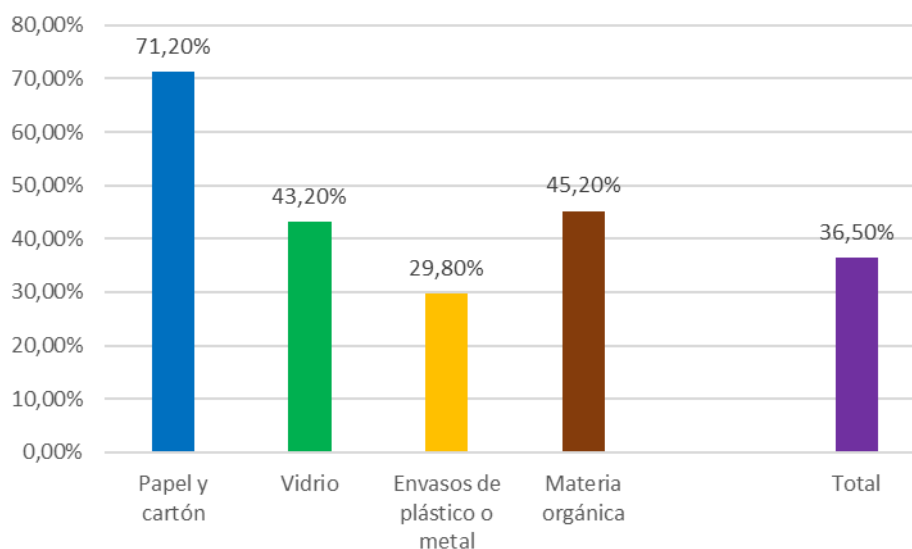
- **Sector HORECA** (principalment bars, restaurants i establiments hotelers): majoritàriament el material recuperat correspon a envasos de vidre. A la majoria de les ciutats del territori espanyol hi ha una recollida específica per a aquest sector, facilitant així que els residus d'envasos de vidre d'aquest sector s'incloguin de manera més eficaç en el procés de reciclatge. En aquest sentit, cal destacar que la recollida porta a porta existents a molts municipis té com a objectiu la recollida específica d'aquest sector en aquells àmbits amb més densitat comercial. En menor mesura, també es generen residus de vidre pla, que es gestionen mitjançant el mateix sistema de recollida, dipositant aquests residus al contenidor de la fracció resta.



Font: Ecovidrio.



Figura 7. Aportació de la generació dels residus comercials a la generació de les diferents fraccions de residus comercials a Catalunya



Font: Institut Cerdà, 2013.

- **Domicilis:** els residus de vidre generats als domicilis són majoritàriament envasos de vidre la recollida dels quals es duu a terme mitjançant els serveis de recollida selectiva municipals o supramunicipals amb diferents sistemes, sent el sistema amb iglú o contenidor el més estès al territori . Aquests serveis poden ser directament gestionats per Ecovidrio o bé, en el cas que la gestió sigui municipal, la recollida és finançada per Ecovidrio al 100%. Els residus de vidre pla es dipositen al contenidor de fracció resta i la recollida és també gestionada pels serveis municipals i mitjançant diferents sistemes.



Font: Ecovidrio.



i

Segons dades d'Ecovidrio i del Ministeri per a la Transició Ecològica, s'estima que la taxa de reciclatge d'envasos de vidre va assolir el 76,8% l'any 2018. Aquesta taxa únicament representa els envasos de vidre domèstics i d'hostaleria. No es tenen dades exactes sobre la recollida de vidre pla. En aquest sentit, el sector HORECA és el generador de residus més gran d'envasos de vidre d'un sol ús, generant el 52% del total recollit. Per al sector, el potencial més gran de creixement a curt termini continua sent en l'àmbit municipal i confien que s'assoleixin taxes de recollida més grans en els propers anys.

Per la seva banda, el reciclatge de vidre pla és més complex, ja que requereix que el producte presenti unes característiques físiques i tècniques específiques perquè la seva recuperació i ocupació sigui efectiva. En aquest cas, el sistema és més complex i requereix un percentatge més elevat de matèria verge en proporció al vidre triturat –“calcí”- (entre un 20-25%). Això és perquè els requisits de qualitat per a la fabricació de vidre pla són molt més alts que per a la fabricació de vidre bufat destinat a envasos.

- **Sector industrial** (principalment indústries de l'automòbil, indústria de la construcció i residus derivats del sector de la construcció i la demolició): es considera que la fabricació de vidre no genera residus durant la seva fabricació, ja que tots aquells residus de tall i dimensionament tornen a introduir al procés de fabricació. En aquest sentit, la major part dels residus de vidre procedeix del sector de la construcció i demolició. Aquests residus, en estar barrejats amb altres residus d'aquest sector, s'han de dipositar als llocs indicats per a enderrocs de construcció o mitjançant gestors de terres o recuperadors de vidre.

En aquest context, el principal problema per a la indústria es focalitza en la recollida dels residus de vidre pla i de fibres de vidre i derivats. En moltes ocasions, aquesta tipologia de residus es recull de manera conjunta amb altres materials (concret, maó, fusta, ferro i acer, etc.) principalment a les deixalles provinents dels sectors de la construcció i la demolició i cal una separació prèvia exhaustiva per poder incorporar-los a la cadena de reciclatge i fabricar calcí que pugui ser destinat, si aquest compleix amb els estàndards europeus de qualitat, a la fabricació de nou vidre pla.

i

De mitjana, s'estima que entre el 0,5-0,7% dels residus de construcció i demolició corresponen a vidre.

Una elevada presència d'impuritats al calcí reciclat pot causar una pèrdua total del producte, per la seva baixa qualitat. L'excedent de calcí procedent de vidre pla es pot destinar a la fabricació de fibra de vidre o com a material per asfaltar carreteres.

Selecció i classificació del vidre

Tal com s'ha esmentat anteriorment, el vidre és un material 100% reciclable sense perdre'n les propietats. La cadena de reciclatge d'aquest material descriu un cercle pràcticament tancat i



evita l'extracció de primeres matèries, estalviant energia i disminuint les emissions de gasos d'efecte hivernacle associades.

Els envasos de vidre postconsum recollits a través dels iglús i contenidors es transporten fins a una planta de tractament on són descarregats, i dipositats en diferents cintes per a l'eliminació de materials impropis com, per exemple, metalls, plàstic, ceràmica i porcellana, garantint així un reciclatge d'alta qualitat. Posteriorment, el vidre, totalment net, es tritura convertint-se en calcí, subproducte que permet fabricar nous productes de vidre amb les mateixes característiques que els productes originals.

Figura 8. Fases habituals del procés de reciclatge del vidre per a la producció de calcí (esquerra)



Font: Institut Cerdà a partir de dades d'Ecovidrio, 2021.

Els sistemes de classificació i separació emprats serveixen per una banda per segregar els impropis que acompanyin el vidre i, de l'altra, serveixen per classificar el vidre en funció de les seves característiques visuals. A continuació, es presenten de forma ordenada, els diferents sistemes que s'utilitzen per preparar el vidre per al reciclatge correcte:



Sistemes de separació magnètica

És la primera separació que es duu a terme un cop els residus de vidre arriben a la planta de tractament. S'eliminen els residus de metall o envasos d'alumini que puguin estar presents entre els residus de vidre. Per això, es fan servir blocs magnètics que creen un camp magnètic en una de les seves cares podent així separar els materials ferromagnètics de la resta de materials.

Sistemes de cribatge i aspiració

- Separació de barres: classifica el material segons el seu volum. Consta d'una sèrie de pisos disposats en cascada, amb barres en voladís a cadascun dels pisos. La vibració d'aquestes barres fa avançar els residus de major volum, colant-se entre les barres aquells de menor volum i que tindran un segon cribatge a la separació de malles.
- Cribatge de malles: en aquest segon cribatge se separen els trossos de material més petits d'aquells de major volum i apareixen els primers trossos de calcí. Consta de malles metàl·liques resistents que per vibració classifica el material.
- Aspiració: amb aquest sistema s'eliminen els residus més lleugers que encara puguin estar presents entre el vidre. Aquests residus són principalment papers o bosses de plàstic.

Sistemes de triatge manual

Es duen a terme després del garbell de barres i malles. En aquesta fase, es retiren de les cintes transportadores aquells elements més voluminosos que no han pogut ser rebutjats amb els sistemes anteriors.

Sistemes de separació òptica

Tecnologia basada en la utilització de sensors d'escaneig ràpid (habitualment d'infraroig proper -NIR- o cian, magenta, groc i negre -CMYK-) ubicats a l'extrem de la cinta transportadora per analitzar el flux d'entrada. Els sensors activen bufats d'aire controlats per ordinador que aïllen l'objecte que voleu seleccionar i el transfereixen a una altra cinta transportadora. Amb aquest sistema s'eliminen trossos de ceràmica i porcellana i també se separa el calcí per colors.

El material vitre és triturat per convertir-se en calcí, apte per ser utilitzat en les plantes de fabricació d'envasos de vidre. En aquest sentit, la taxa d'incorporació de **casc de vidre al processament d'envasament a Espanya és del 48 %¹**. Tot i això, aquesta xifra pot assolir el 60%-70% d'incorporació de vidre reciclat, en funció de la coloració de l'envàs produït. En aquest

¹ El percentatge d'incorporació de casc de vidre es calcula com a quocient de la quantitat total de calcí consumit per totes les plantes dividit entre la producció total de vidre, ANFEVI, 2019.

sentit, la coloració topazi i verd admet calcí procedent de barreja d'envasos amb diferents colors, mentre que les coloracions transparents requereixen més proporció de matèria primera.

i

L'ús de calcí per fabricar nous envasos redueix en un 53% les emissions de diòxid de carboni davant l'ús de primeres matèries i redueix en un 38% el consum d'energia, segons Ecovidrio.

1.3. Processos de fabricació d'altres materials derivats del vidre

1.3.1. Fibra de vidre

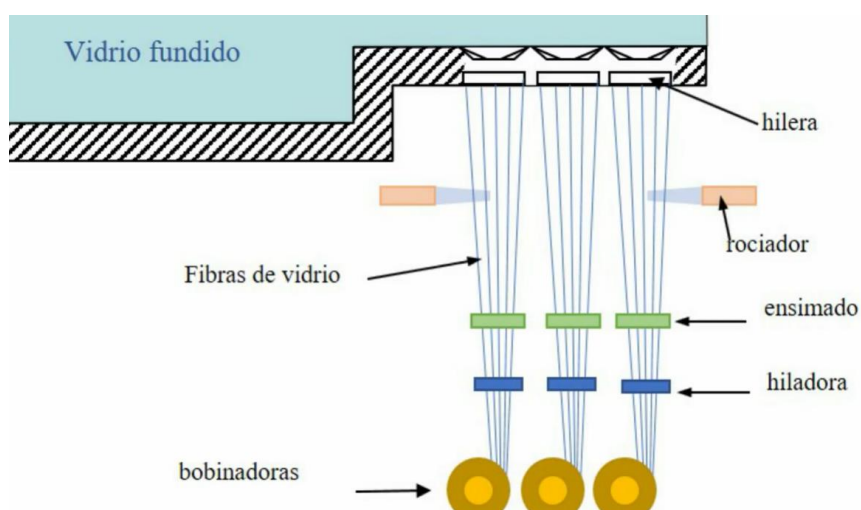
La fibra de vidre és un material que consta de nombrosos filaments ceràmics basats en diòxid de silici. Aquests filaments són molt fins, arribant a mesurar entre 8 i 15 micres. Es distingeixen dos processos de fabricació de fibra de vidre, el procés de fosa directa i la refosa de bales. Ambdós processos, però, es basen en el mateix principi: l'estirament del material vitri viscos a temperatures molt altes ja sigui per tracció mecànica o per fluids en moviment.

En el **procés amb bales**, el material fos se separa i s'enrotlla en bales refredades i empaçades. Aquestes bales es transporten a instal·lacions on s'elabora la fibra, dipositant-les en contenidors per refondre-les i conformar fibra.

En canvi, per al **procés directe**, el vidre fos va directament a les fileres. Aquestes fileres estan conformades per buits per on passa el vidre fos, formant directament les fibres de vidre. Els ruixadors són els encarregats de refredar les fibres per enviar-les a la zona d'ensimat i la zona de filat. Les bobines són les que produeixen el estirat del vidre.

- Procés de filaments continus: els filaments obtinguts són sotmesos a un tractament per protegir la fibra i donar-li més fermesa. A aquest tractament se'l coneix com a afany. El tipus d'apresta que s'apliqui dependrà de l'ús final que tingui la fibra de vidre.
- Procés de fibra corrent: el vidre se bufa amb vapor un cop surt de la màquina on es fon, obtenint una cosa semblant al feltre.

Figura 9. Diagrama de progrés de la fabricació de fibra de vidre



Font: Universitat a distància de Madrid (UDIMA), 2020.



1.3.2. Llanes minerals

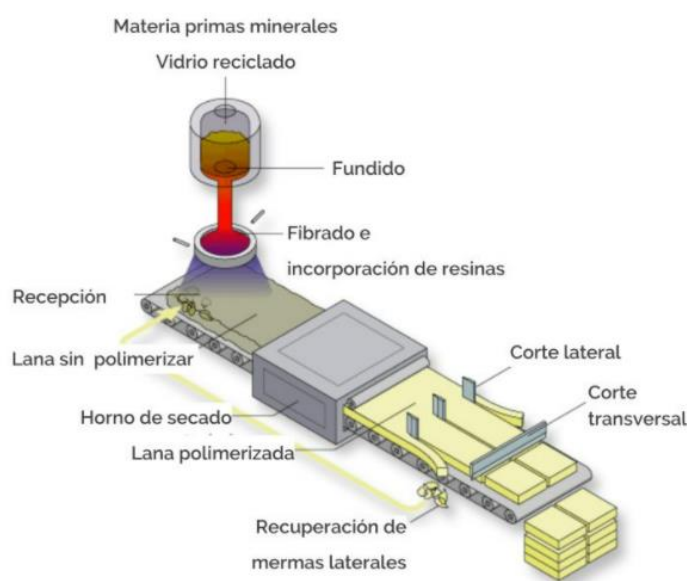
1.3.2.1. Llana de vidre

La llana de vidre és un material que consta de nombrosos filaments units amb un aglutinant. Les primeres matèries utilitzades per a la fabricació d'aquest producte són les mateixes que en la fabricació de vidre pla, buit o bufat i fibra de vidre, però, la introducció de vidre reciclat es fa servir gairebé en un 80%.

El procés s'inicia amb l'acumulació de les primeres matèries i el calcí en sitges, barrejant-se de forma automàtica en quantitats ponderades i posteriorment abocades al forn. Mitjançant un alimentador, el vidre flueix a la màquina de formació de fibres. La part principal de la màquina és una roda giratòria i està perforada per multitud de forats d'1 mm de diàmetre. La fibra és empesa de forma centrífuga cap a aquests forats, on es procedeix a polvoritzar aglutinant. Un cop finalitzat el procés, es procedeix al curat de la fibra i al posterior empaquetatge.

Cal destacar que el procés de fabricació de llana de vidre és molt semblant al de fibra de vidre. La principal diferència és que per a la fibra de vidre no es fa servir aglutinant per facilitar la compactació de les fibres i crear la llana.

Figura 10. Diagrama de progrés de la fabricació de llana de vidre



Font: Associació de fabricants espanyols de llanes minerals aïllants (AFELMA), 2021.

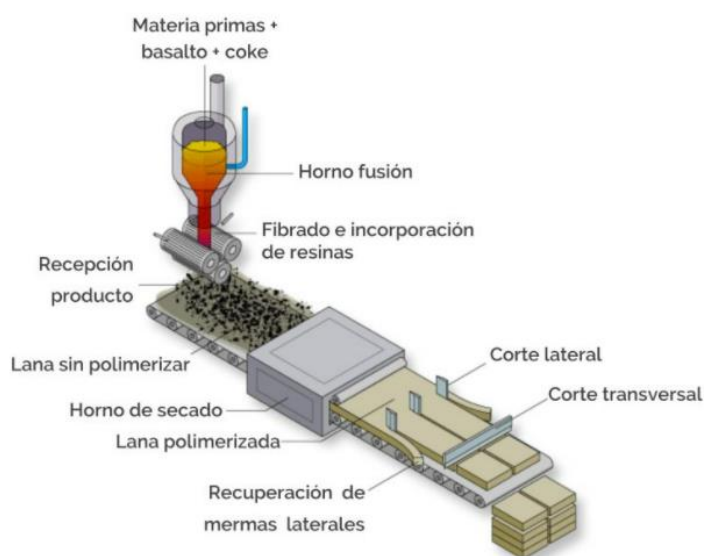
1.3.2.2. Llana de roca

La llana de roca és un material fabricat a partir de roca basàltica, dolomia i materials de rebuig de les indústries de fabricació de l'acer. La fusió de les primeres matèries es duu a terme en una cúpula on s'assoleix una temperatura superior als 1.600 °C. Un cop fos, el material vitriós cau de la cúpula cap a unes rodes giratòries que, gràcies a la força centrífuga, fa que es formin les fibres.

Després de la polvorització d'un lligant, es reuneixen les fibres per compactar-les i formar el matalàs de llana primària.



Figura 11. Diagrama de progrés de la fabricació de llana de roca



Font: Associació de fabricants espanyols de llanes minerals aïllants (AFELMA), 2021.

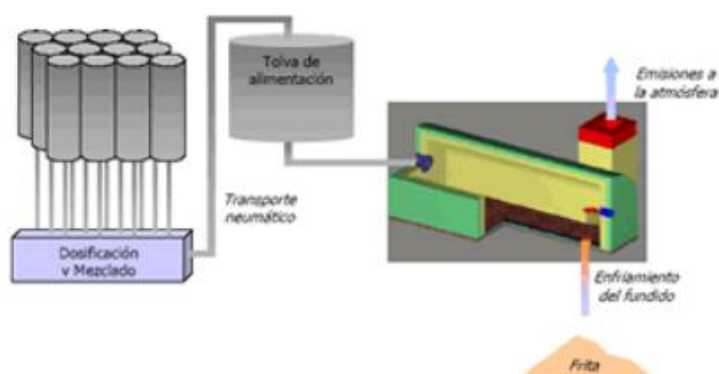
i

Al sector de llanes minerals, la incorporació i reciclatge d'altres matèries primeres secundàries assolix valors del 70%.

1.3.3. Frites i esmalts

Les frites són un material vitri que resulta del procés de fosa d'una barreja de matèries primeres (òxids, silicats, carbonats, aluminosilicats, borats, etc.) a alta temperatura, concretament entre els 1.350 i els 1.550 °C, en un forn de fusió. La fosa cau en un receptacle on és barrejat amb aigua per refredar la barreja, creant petits trossos de vidre. Hi ha la possibilitat de refredar la barreja fosa amb aire, fent passar la barreja a través d'uns rodets, que laminen la pasta vítria, per posteriorment passar per un trencador que redueix la pasta a petites partícules. Un avantatge del refredament per aire és que no cal l'assecat posterior, que sí que ho és per al refredament per aigua.

Figura 12. Diagrama de progrés de la fabricació de frites



Font: Associació nacional de fabricants de fregides, esmalts i colors ceràmics (ANFFECC), 2021.



La principal aplicació de la frita ceràmica és la fabricació d'esmalts. Aquests esmalts s'apliquen a les superfícies per conferir una capa impermeable, protectora i decorativa. En la preparació dels esmalts es pesen les matèries primeres (frites, additius i colors ceràmics) per separat, barrejant-se posteriorment en un recipient. En aquest recipient es procedeix a la mòlta humida, on s'obté l'esmalt en fase líquida llest per ser aplicat i comercialitzat.

1.4. Productes obtinguts del procés de fabricació

Els productes obtinguts del procés de fabricació del vidre es poden classificar en 6 grups de productes en funció de les aplicacions finals que tingui cadascú. Cada producte s'obté mitjançant diferents tipus de fabricació, i aportant-hi diferents característiques fisicoquímiques.

Vidre pla

Es fa servir principalment per a la fabricació de vidres per a la indústria de l'automoció i el sector de la construcció. Concretament, s'usa per a miralls decoratius, fabricació de lluneta flotada i vidre colat, vidres especials, vidres de seguretat i laminats, miralls de vidre, llunetes polides, etc. El vidre pla és el segon sector a Espanya, representant el 20% de la producció total de vidre.

Vidre buit, bufat o buit

Vidre destinat a la fabricació d'ampolles per a begudes, especialment per a vins, caves, cerveses, refrescos i aigües minerals; pots per a altres productes de consum com, per exemple, conserves; i flascons, per a articles de perfumeria i cosmètica, productes farmacèutics, etc. Els envasos de vidre són inerts i són perfectes per preservar-ne el contingut, conservat el sabor, la fragància i la salubritat inicial. Així mateix, altres activitats demandants de vidre buit són activitats de laboratori i de consum com ara articles de decoració. Representa el 60% de la producció total de vidre a nivell espanyol.

Filament continu de vidre (fibres llargues)

En aquesta categoria es troba principalment la fibra de vidre. S'usa principalment per a la fabricació de fibres de teixits de malla per al reforç de façanes i prevenció d'esquerdes, sistemes d'aïllament, reforç ignífug, entre d'altres. Així mateix, es fa servir en la fabricació d'esquís i taules d'esquí de neu i aquàtic, bats de beisbol i pals d'hoquei. També s'empra a la fibra òptica com a mitjà de transmissió de dades a través d'impulsos fotoelèctrics.



Llanes minerals (fibres curtes)

- Llana de vidre
- Llana de roca

Les llanes minerals es fan servir com a aïllant tèrmic i acústic en cobertes, façanes parets interiors, sostres, terres i forjats entre altres instal·lacions.

Frites i esmalts

Recobrint vitre de ceràmiques (per exemple, rajoles i altres utensilis com vaixelles).

Altres vidres

Vidres de tubs catòdics per a televisors i monitors, vidre d'il·luminació (fluorescents i bombetes), vidre òptic, tubs per a la indústria farmacèutica, vidre de laboratori i tècnic, vidre de borosilicat i de ceràmica (parament de cuina i usos domèstics a altes temperatures – forns), així com la fabricació de panells de LCD per a la indústria electrònica.



Els productes de vidre buit i pla acaparen el 90% de la producció de vidre a Espanya.



2. El sector de fabricació de vidre a les Illes Balears

Espanya és el quart país a nivell europeu en fabricació de vidre, darrere d'Alemanya, França i Itàlia. El sector de producció de vidre a Espanya està representat per l'associació Vidrio España, que integra pràcticament la totalitat de les empreses que fabriquen vidre. Les 16 organitzacions que conformen Vidrio España tenen fàbriques repartides per tota la geografia espanyola.

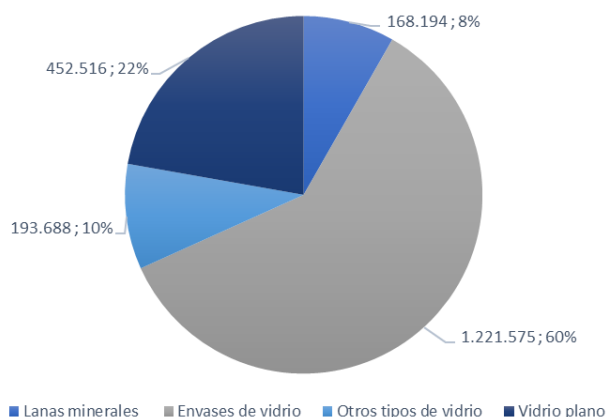
Figura 13. Localització de les indústries productores de vidre més rellevants a Espanya



Font: *Glassglobal Plants, 2021.*

El 2019, la producció total espanyola va ser de més de 4 milions de tones, generant de forma directa més de 6.000 llocs de treball i suposant una facturació de 2.008 milions d'euros. En termes econòmics, la xifra de negoci més important per al sector del vidre és el subsector que s'encarrega de fabricar envasos, que concentra el 60% dels ingressos generats per la indústria.

Figura 14. Distribució de la producció (en milers d'euros) per subsectors de la indústria del vidre a Espanya per a l'any 2019



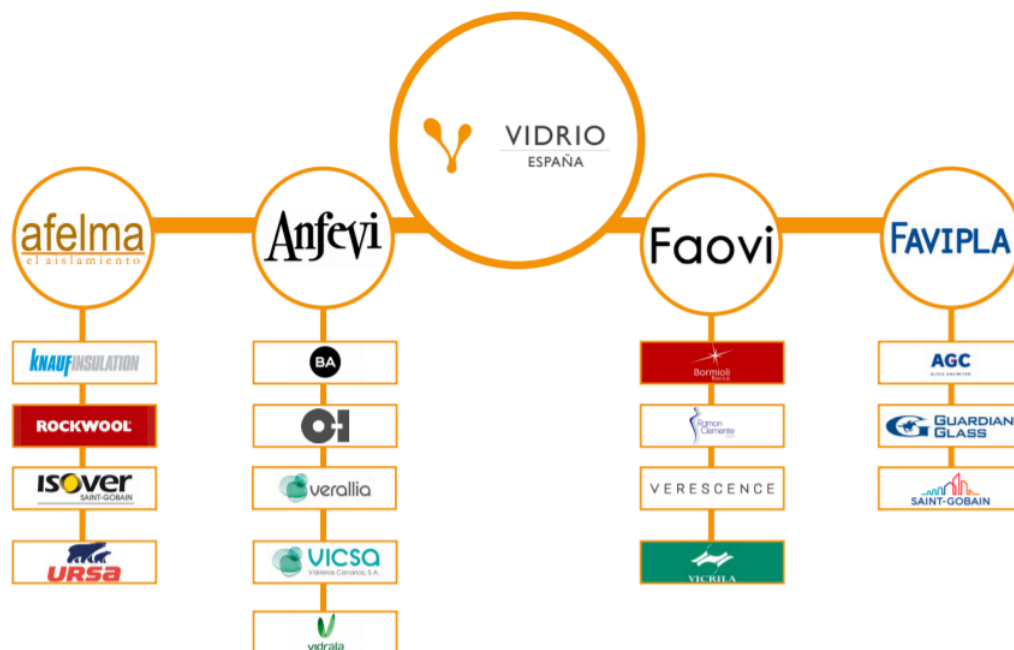
Font: *Institut Cerdà a partir de dades de Vidrio España, 2020*

El 2019, el sector va consumir 1,81 MWh per tona de producte fabricada i es van emetre a l'atmosfera 0,42 tones de diòxid de carboni per tona de producte. Cal destacar que en període de 2014-2019, quan la producció va augmentar en un 6,6%, la indústria espanyola va aconseguir



reduir les emissions de diòxid de carboni en un 2,5%. El 90% de les matèries primeres i subproductes utilitzats per a la producció de vidre són adquirits al territori nacional, i d'aquestes, el 55% està en un radi de 300 km. El 61% del producte fabricat és venut i comercialitzat al mercat nacional, mentre que la resta s'exporta principalment a països europeus

Figura 15. Principals companyies pertanyents al sector del vidre que operen a Espanya



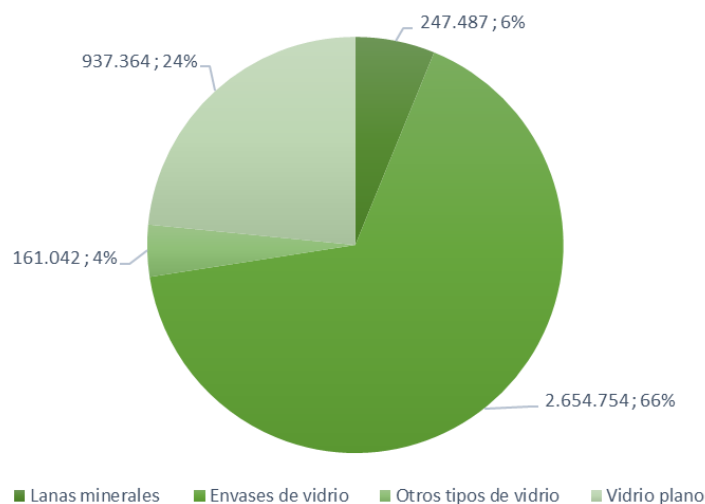
Font: Vidre Espanya, 2020.

Per subsectors, la fabricació d'envasos de vidre va concentrar el 66% del total del vidre produït a Espanya durant l'any 2019, seguit de la fabricació de vidre pla, que va concentrar el 24% de la producció total de vidre durant el mateix període de temps . El 10% restant correspon a la fabricació de llanes minerals i altres tipus de vidre.

Tot i que la producció d'envasos de vidre ha augmentat progressivament des del 2014, les emissions s'han reduït un 7,5% per cada tona d'envasos de vidre reciclat, arribant a emetre 0,37 tones de diòxid de carboni per cada tona de producte fabricat. El creixement de la fabricació d'envasos de vidre a Espanya s'ha impulsat tant per la demanda interna com l'externa, sobretot lligada al sector alimentari i de begudes.



Figura 16. Distribució de la producció (en tones) per subsectors de la indústria del vidre a Espanya per a l'any 2019



Fuente: Institut Cerdà a partir de dades de Vidrio España, 2020.

i

Tal com s'ha indicat, els nivells de substitució de matèries primeres per casc de vidre (o vidre triturat) per a la producció d'envasos de vidre s'ha situat al 44% el 2019. D'aquesta manera, per cada tona de vidre recicla, s'evita l'emissió d'uns 580 kg de diòxid de carboni, reduint l'emissió de contaminants atmosfèrics en un 20% i la contaminació de l'aigua en un 50%.

i

L'ús de casc de vidre (o vidre triturat) en la producció d'altres vidres es va situar el 2019 al 29%, arribant a les 46.846 tones de producte reciclat utilitzat. Per la seva banda, per a la fabricació de vidre pla, la incorporació de vidre reciclat es va situar al 32%.

A les Illes Balears hi ha 25 empreses de fabricació de productes de vidre, amb una ocupació d'aproximadament 200 persones. No obstant això, totes elles es consideren petites o mitjanes empreses, ja que gairebé la totalitat d'elles tenen menys de 20 treballadors assalariats.

Institut  Cerdà