

# REUTILITZACIÓ DELS ENVASOS DE VIDRE AL MUNICIPI DE BARCELONA: ESTUDI D'IMPLANTACIÓ D'UN SDDR

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

**Autor:** Jordi Cutrín Cortés

**Director:** Eugenio Garnica González – Barcena



---

## Resum

El present projecte està emmarcat en la participació en una beca de l'Àrea Metropolitana de Barcelona en la gestió dels residus d'envasos de vidre. En aquest s'ha estudiat la implantació d'un SDDR d'envasos de vidre al municipi de Barcelona. Per a tal fi, s'ha avaluat la seva viabilitat ambiental i econòmica analitzant un cas pràctic amb ampolles de cervesa de vidre de 33 cl.

Prèviament, s'ha realitzat una primera visita a l'Ecoparc 2 de Montcada i Reixac, i una segona a la planta de triatge de Gavà - Viladecans. Amb aquestes dues visites s'ha pogut comprovar la difícil recuperació i separació dels envasos de vidre que no es recullen selectivament en els contenidors verds disposats als carrers. Per aquest motiu, s'ha conclòs que els envasos de vidre tenen un potencial molt alt per ser tractats amb un SDDR, ja que els residus d'envasos lleugers (plàstics, alumini, acer i brics) no tenen problema per separar-se fàcilment en les citades plantes de tractament de residus amb les tecnologies actualment existents.

Un cop establert l'abast del projecte, s'ha realitzat una familiarització del sector cerveser a Espanya, la indústria del vidre al nostre país, el sector de les rentadores d'ampolles i l'actual SIG de residus d'envasos. S'ha comprovat que la millor opció de tractar els envasos de vidre és la reutilització, enfront del reciclatge. Amb la neteja de les ampolles de vidre per a tornar a ser introduïts dins el cicle, es redueix l'extracció de matèries primes, el consum d'energia i les emissions atmosfèriques. Malgrat això, el consum d'aigua augmenta considerablement.

Altrament, s'ha realitzat i estudiat una proposta de SDDR per envasos de vidre al municipi de Barcelona. Inicialment, es proposa adherir les ampolles de vidre de cervesa al sistema, i

un cop implantat amb èxit, adherir-ne altres envasos de vidre com vins, cava, etc. S'ha conclòs que la seva implantació al municipi de Barcelona és viable ambiental i econòmicament. A més, és un sistema que es pot implantar en un curt termini de temps.

Per últim, s'han descrit un seguit de recomanacions per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona on es detallen un seguit d'indicacions que es consideren adients dur a terme per tal que la implantació d'aquest sistema de gestió de residus d'envasos de vidre obtingui l'èxit desitjat.

## **GLOSSARI**

CF: Cost Fix.

CV: Cost Variable.

HORECA: Hostaleria, Restauració i Cafès.

RM: Recollida Municipal.

RS: Recollida Selectiva.

RNS: Recollida No Selectiva.

SDDR: Sistema de Dipòsit, Devolució i Retorn.

SIG: Sistema Integrat de Gestió.

TIR: Taxa Interna de Retorn.

VAN: Valor Actualitzat Net.

## **OBJECTIUS DEL PROJECTE**

En el present projecte s'han estudiat dos models de gestió de residus, l'actual SIG de residus d'envasos i el SDDR d'envasos de vidre.

L'objectiu principal del projecte és concloure si la implantació d'un SDDR al municipi de Barcelona és la millor opció per gestionar i tractar els envasos de vidre. Com s'ha comprovat en les dues visites realitzades durant l'elaboració del projecte, les ampolles de vidre tenen un alt potencial per ser tractats amb un SDDR degut a la seva difícil recuperació si no es recullen selectivament en els contenidors verds disposats als carrers.

Si el resultat mostra la idoneïtat del SDDR, es pretenen trobar les mesures per incentivar el sistema en el municipi de Barcelona. Entre aquestes mesures hi ha la compensació als comerços i a les empreses distribuïdores, la minimització dels costos de recollida dels envasos retornats pels consumidors, l'import en concepte de dipòsit i la devolució del mateix, etc. Per a tal finalitat es pretén assolir els següents propòsits:

- Realitzar un estudi ambiental per analitzar la millor opció de tractar els envasos de vidre entre la reutilització o bé el reciclatge, analitzant els consums de recursos, d'energia i d'aigua, entre altres factors.
- Un cop decidida la millor alternativa per al tractament de les ampolles de vidre des del punt de vista ambiental, es pretén concretar un SDDR pels envasos de vidre de cervesa de 33cl.
- Realitzar un estudi ambiental i econòmic per analitzar la viabilitat de la seva implantació al municipi de Barcelona, analitzant en aquest darrer cas, les condicions que fan possible la integració del SDDR.

Cal concretar que la finalitat del projecte no és trobar la manera d'imposar un SDDR pels envasos de vidre, sinó estudiar la millor manera de gestionar i tractar els envasos de vidre afavorint el medi ambient.

El present projecte tampoc té com a finalitat eliminar completament l'actual sistema de recollida de residus, sinó que el pretén complementar amb el SIG ja que l'actual model seguiria tractant els envasos lleugers i la resta d'envasos de vidre que no estiguessin adherits al SDDR.

## **ABAST DEL PROJECTE**

En el present projecte s'estudia la idoneïtat d'implantar un SDDR al municipi de Barcelona. Els envasos afectats són les ampolles de vidre degut a que es considera que són els envasos amb major potencial per ser tractats amb un SDDR al nostre país, tenint en compte la tecnologia existent i emprada avui en dia.

Concretament, s'han analitzat les ampolles de vidre de cervesa de 33 cl de color ambre, que pel seu color tenen unes característiques concretes alhora del procés de fabricació aportant vidre triturat reciclat. Per tant, s'ha estudiat la indústria del vidre a Espanya per conèixer el procés i les característiques del procés de fabricació i reciclatge de les ampolles de vidre.

El projecte s'ha centrat en el canal de distribució ja que aquest és l'encarregat de proveir els productes als comerços i a una part de l'hostaleria.

L'horitzó temporal considerat és major a dos anys, prestant especial interès als anys posteriors a la introducció del SDDR al municipi de Barcelona.

## NORMATIVA ACTUAL EN MATÈRIA DE RESIDUS D'ENVASOS

A continuació es mostra un resum de la normativa que afecta al present projecte:

*Taula 1. Resum de l'actual normativa europea, estatal i catalana*

	<b>Normativa</b>	<b>Comentari</b>
<b>Normativa europea</b>	Directiva 94/62/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 20 de desembre de 1994, relativa als envasos i residus d'envasos	Té com objectiu prevenir i reduir l'impacte dels residus d'envasos sobre el medi ambient
	Directiva 2004/12/CE del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de febrer de 2004	Modifica la Directiva 94/62/CE relativa als envasos i residus d'envasos
	Directiva 2005/20/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 9 de març de 2005	Modifica la Directiva 94/62/CE relativa als envasos i residus d'envasos
	Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 19 de novembre de 2008 sobre els residus	Estableix mesures per protegir el medi ambient i la salut humana
<b>Normativa estatal</b>	Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de envases	Va sorgir per complir amb el compromís adquirit amb la Unió Europea en la Directiva 94/62/CE
	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados	Deroga la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos
	Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente	Dictamina que les autoritats ambientals han d'establir sistemes per fomentar la reutilització, les activitats de preparació per reutilització i reciclatge
<b>Normativa catalana</b>	Decret 2210/1979, de 7 de setembre, sobre transferència de competències de l'Administració de l'Estat a la Generalitat de Catalunya en matèria d'agricultura, cultura, sanitat i treball	Dictamina que la Generalitat de Catalunya és l'administració encarregada dels residus sòlids a Catalunya des de l'any 1979
	Llei 8/2008, de 10 de juliol, de finançament de les infraestructures de gestió dels residus i dels cànon sobre la disposició del rebuig dels residus	Deroga la Llei 16/2003, de 13 de juny, de finançament de les infraestructures de tractament de residus i del cànon sobre la deposició de residus
	Decret Legislatiu 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei reguladora dels residus	L'objecte és la regulació de la gestió dels residus en l'àmbit territorial de Catalunya
	PMGRM 2009-2016, aprovat per acord del consell Metropolità de 8 d'octubre de 2009	És el programa d'actuació en matèria de gestió de residus municipals al territori de l'AMB
	Llei 7/2011, del 27 de juliol, de mesures fiscals i financeres	Estableix un tipus de gravamen de 12 euros per cada tona de rebuig de residus municipals que es destinen a dipòsit controlat
	Llei 9/2011, de 20 de desembre, de promoció de l'activitat econòmica	Modifica la Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats. Modifica el text refós de la Llei reguladora dels residus, aprovat pel Decret Legislatiu 1/2009, del 21 de juliol
	Decret 87/2010, de 29 de juny, pel qual s'aprova el PROGREMIC 2007-2012	Estableix línies estratègiques en la gestió dels residus municipals per assolir els objectius marcats

*Font: Elaboració pròpia*

## DESCRIPCIÓ DEL SECTOR CERVERSER A ESPANYA A L'ANY 2011

S'ha realitzat una familiarització del sector cerveser a l'estat espanyol per analitzar els canals de distribució i consum, les vendes, etc. De l'anàlisi del sector cerveser a l'estat espanyol s'han extret les següents conclusions i dades necessàries pel posterior estudi:

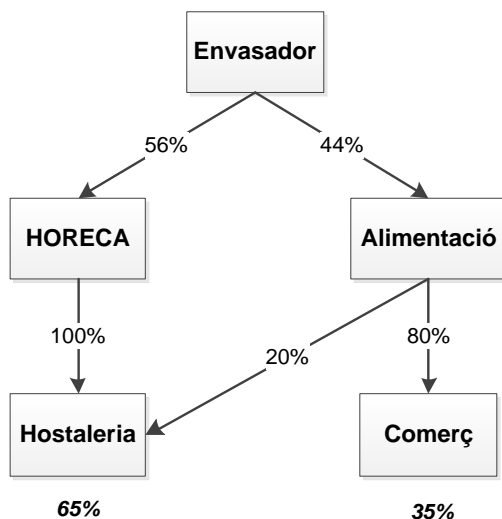


Figura 1. Diagrama de blocs dels canals de distribució i consum  
Font: Elaboració pròpia a partir de l'informe de Cerveceros de España

## REUTILITZACIÓ – FABRICACIÓ AMPOLLES DE VIDRE

A la Taula 2 es realitza una comparació dels consums i emissions atmosfèriques per netejar o bé reciclar una ampolla de vidre de cervesa de 33cl.

Taula 2. Comparació dels mètodes de tractament per a una ampolla de vidre de 33 cl

	Fabricació	Neteja
Consum aigua (ml)	72	215
Consum energia tèrmica (Wh)	306	67
Consum energia elèctrica (Wh)	46	2
Emissions atmosfèriques de CO <sub>2</sub> (g)	192	12

Font: Elaboració pròpia

## DESCRIPCIÓ DEL SIG D'ENVASOS DE VIDRE

S'ha analitzat el SIG d'envasos de vidre al municipi de Barcelona i s'ha conclòs:

- 1) El 55% dels residus de vidre generats al municipi de Barcelona es recull selectivament en contenidors verds. El 45% restant acaba dipositats en altres contenidors o papereres.
- 2) S'ha estimat que tant sols es recupera el 3% dels envasos de vidre que no es recull selectivament.

## **ESTUDI DEL MODEL DE GESTIÓ DE RESIDUS SDDR**

Per estudiar el model SDDR, primerament s'ha analitzat la implantació del SDDR a Alemanya, Holanda i Suècia. A més, s'ha realitzat una cerca dels estudis elaborats recentment sobre la implantació d'un SDDR a Espanya (Sismega, Eunomia i Quor).

- **Conclusions ambientals**

- 1) En l'anàlisi ambiental dels estudis de Sismega i Eunomia, hi ha cert consens en què el sistema permetria recuperar i reciclar més quantitat d'envasos (taxa de retorn del 90%).
- 2) A Alemanya i Holanda, la implantació d'un SDDR ha permès incrementar la recuperació d'aquells envasos que tenien una taxa menor, a més de mantenir o augmentar lleugerament la taxa de la resta dels envasos.
- 3) En el cas de Suècia sembla haver-hi una major fluctuació en la recuperació dels envasos, sense seguir una tendència clara.
- 4) En general, les taxes de recuperació d'envasos en aquells països que han implantat un SDDR són, en la gran majoria de casos, considerablement superiors a les taxes dels països analitzats que utilitzen un SIG.
- 5) Dels resultats obtinguts en l'anàlisi del SDDR, des del punt de vista ambiental sembla ser idònia la seva implantació al nostre país.

- **Conclusions econòmiques**

- 6) En l'anàlisi econòmic dels estudis analitzats, s'ha apreciat que existeix una manca d'imparcialitat.
- 7) S'hauria de realitzar una forta inversió inicial si es decidís instal·lar màquines de retorn automàtiques, que a més haurien de finançar els propis comerços.
- 8) En el cas del SDDR manual tant sols seria necessari adequar els comerços d'una zona per emmagatzemar els envasos que els consumidors retornessin.

9) Seria convenient que l'operador fos una entitat o associació sense ànim de lucre.

- **Conclusions socials**

10) Incomoditat per poder retornar els envasos només els dies i les hores que els comerços estan oberts.

11) Possible formació de cues durant el retorn dels envasos als establiments.

12) Hi podria haver la possibilitat de rebuig del SDDR per part del consumidors, per tant, si s'implantés un sistema d'aquestes característiques seria necessària una forta tasca de comunicació i informació als ciutadans.

## ANÀLISI D'ALTERNATIVES DEL SIG ACTUAL

L'objectiu d'aquest estudi és concloure, en un entorn estàndard, quina és la millor opció per tractar els envasos de vidre, si és més beneficiós ambientalment reutilitzar les ampolles de o bé reciclar-les. Al mateix temps es pretén avaluar l'impacte econòmic d'ambdós mètodes.

### Presentació dels escenaris

- **Escenari 0 - Tot a abocador**

No hi ha cap tipus de recollida dels envasos de vidre consumits, tot s'aboca a abocadors.

- **Escenari A - Hostaleria i llars a recollida selectiva**

Els envasos consumits a l'hostaleria es destinen a reciclatge (recollida en contenidors).

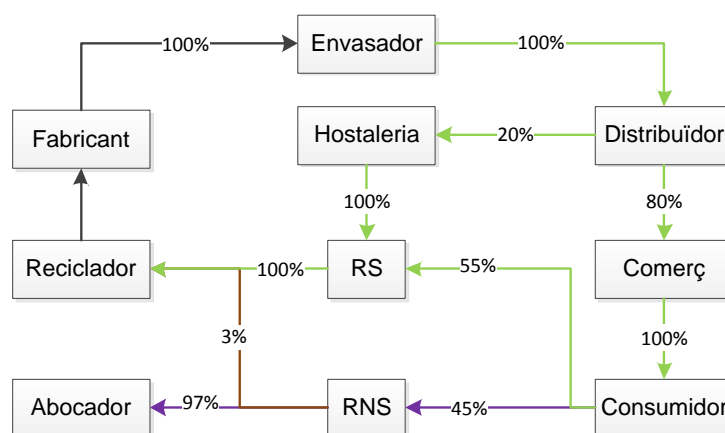


Figura 2. Diagrama de flux percentual de l'escenari A

Font: Elaboració pròpia

- **Escenari B - Hostaleria i llars a recollida selectiva amb optimització a les llars**

Mateix escenari que l'anterior però amb recollida selectiva del 100% a les llars.

- **Escenari C - Hostaleria a reutilització i llars a recollida selectiva**

Les ampolles de vidre consumides a l'hostaleria es recuperen per ser netejats (reutilització).

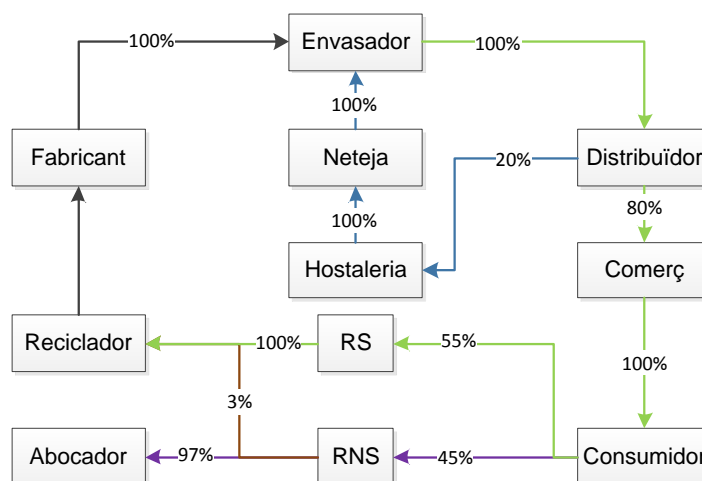


Figura 3. Diagrama de flux percentual de l'escenari C

Font: Elaboració pròpia

- **Escenari D - Hostaleria a reutilització i llars a recollida selectiva amb optimització**

Mateix cas que l'escenari C però amb recollida selectiva del 100% a les llars.

## Resultats de l'estudi

Taula 3. Resum dels resultats obtinguts a cada escenari

Cas pràctic	Sense recollida	SIG			
	Escenari 0	Escenari A	Escenari B	Escenari C	Escenari D
Hipotètic resultat econòmic RM (€)	4.648	-115	-2.465	377	-1.972
Nº envasos vidre a abocador	1.000.000	349.194	0	349.194	0
Penalitzacions per abocador (€)	2.880	1.006	0	1.006	0
Extracció matèries primes (tones)	298	154	154	123	123
Consum aigua (m <sup>3</sup> )	144	72	72	101	101
Consum energia (MWh)	408	351	351	295	295
Emissions (kg)	242.201	193.761	193.761	157.385	157.385
Vidre triturat sobrant (tones)	0	36	120	12	96
Contenidors verds necessaris	0	266	415	183	332

Font: Elaboració pròpia

A la *Taula 4* es detallen els costos, els ingressos, les penalitzacions i el resultat econòmic total de cada escenari.

*Taula 4. Resum de l'hipotètic resultat econòmic de la recollida municipal de cada escenari*

HIPOTÈTIC RESULTAT ECONÒMIC RM	Escenari 0	Escenari A	Escenari B	Escenari C	Escenari D
Cost recollida contenidors verds	0	7.908	12.356	5.437	9.885
Cost recuperació vidre Ecoparc	0	293	0	293	0
Cost neteja i reparació iglú	0	387	605	266	484
Cost tractament vidre	0	3.491	5.364	2.418	4.291
Cost amortització	0	1.073	1.676	738	1.341
<b>TOTAL COST RM</b>	<b>0</b>	<b>13.151</b>	<b>20.001</b>	<b>9.151</b>	<b>16.001</b>
Ingrés tarifa "Punt Verd"	7.528	7.528	7.528	6.022	6.022
Ingrés venda vidre	0	6.514	10.009	4.512	8.007
<b>TOTAL INGRÈS SIG</b>	<b>7.528</b>	<b>14.042</b>	<b>17.537</b>	<b>10.534</b>	<b>14.029</b>
Penalitzacions per abocador	2.880	1.006	0	1.006	0
<b>RESULTAT TOTAL</b>	<b>4.648</b>	<b>-115</b>	<b>-2.465</b>	<b>377</b>	<b>-1.972</b>

Font: Elaboració pròpia

### **Matriu DAFO de la reutilització al canal hostaleria**

*Taula 5. Matriu DAFO on s'analitza la reutilització dels envasos de vidre*

	<b>Fortaleses</b>	<b>Debilitats</b>
<b>Anàlisi Intern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducció d'un 20% de les extraccions de matèries primes.</li> <li>- Reducció d'un 16% de l'energia consumida.</li> <li>- Reducció d'un 19% de les emissions.</li> <li>- Reducció d'un 66% dels contenidors verds necessaris als carres.</li> <li>- Reducció d'un 227% del cost de recollida municipal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augment d'un 40% del consum d'aigua.</li> <li>- Aproximadament el 35% dels envasos acaben dipositats en abocadors controlats.</li> <li>- Les rentadora d'ampolles tenen un cost d'adquisició molt elevat.</li> <li>- Es necessària una major logística per recuperar els envasos de vidre ja utilitzats.</li> </ul>
	<b>Oportunitats</b>	<b>Amenaces</b>
<b>Anàlisi extern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Els envasos consumits a les llars tenen la possibilitat d'entrar al circuit de reutilització, obtenint-se un augment de la reducció de consums de recursos energètics, recursos naturals i emissions.</li> <li>- Utilitzar envasos que puguin ser acceptats en major proporció en els forns de fusió per reduir el possible coll d'ampolla que es pot produir a les fàbriques de vidre, i que alhora permeti obtenir majors beneficis ambientals.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No disposar de l'aigua necessària per netejar els envasos de vidre durant totes les èpoques de l'any.</li> <li>- No poder fer front al cost d'adquisició de les rentadores d'ampolla per falta de capital.</li> </ul>

Font: Elaboració pròpia

## **Conclusions de l'estudi comparatiu reutilització - reciclatge**

- 1) **Reutilització com a millor opció:** de l'estudi s'ha conclòs que la millor opció per tractar els residus d'envasos és la reutilització d'aquests.
- 2) **Envasos a abocadors controlats:** aproximadament el 35% dels envasos de vidre posats al mercat en el canal de distribució acaben dipositats en abocadors controlats.
- 3) **Consum d'aigua crític:** en el cas de la reutilització, el recurs natural crític és l'aigua.
- 4) **Cost de la recollida municipal:** s'ha comprovat que el cost de la recollida municipal disminueix amb la reutilització.
- 5) **Punt crític del SIG:** amb una taxa de recollida selectiva en contenidors verds del 100%, s'ha observat que el cost de recollida municipal s'incrementa considerablement.
- 6) **Possible formació de colls d'ampolla:** en el cas de les ampolles considerades, arriba un punt on es crea un coll d'ampolla a les fàbriques d'envasos de vidre perquè els forns de fusió no poden acceptar més quantitat de vidre triturat.
- 7) **Incentivar altres tipus d'envasos:** és interessant promoure o incentivar la utilització d'envasos de vidre que permetin ser acceptats en major proporció en els forns de fusió.
- 8) **Potencial de la implantació d'un SDDR:** la implantació d'un SDDR al nostre país és una opció interessant a estudiar.

## **PROPOSTA DE SDDR AL MUNICIPI DE BARCELONA**

### ***Abast i descripció de la proposta***

La finalitat de la proposta és maximitzar la recuperació dels envasos de vidre per a la seva reutilització. S'ha proposat que l'operador sigui una entitat sense ànim de lucre, que destini els beneficis a millorar el sistema i tingui com a missió la millora del medi ambient.

S'ha proposat establir dos centres de neteja dels envasos de vidre recuperats amb el SDDR. Un dels centres donaria abast a les empreses distribuïdores situades al nord-est, i el segon donaria servei als distribuïdors de begudes del sud-oest (veure *Figura 4*). D'aquesta manera, els camions de distribució un cop distribuït el seu producte i recollit els envasos retornats pels consumidors, podrien desar les ampolles al respectiu centre de neteja de camí de tornada a les empreses distribuïdores (veure *Figura 5*).



Figura 4. Ubicació dels centres de neteja i distribuïdors amb què operaria

Font: Elaboració pròpia

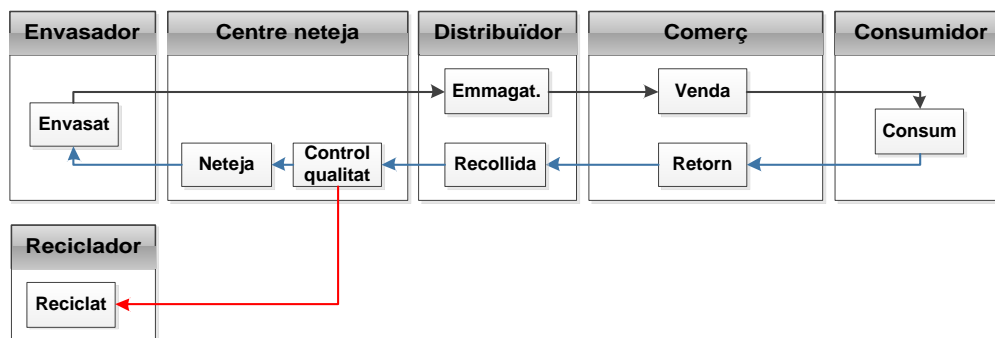


Figura 5. Diagrama esquemàtic del flux d'envasos de vidre de la proposta de SDDR

Font: Elaboració pròpia

Les empreses distribuïdores adherides al SDDR no haurien de pagar la tarifa del “Punt Verd” i, a més, s’ha proposat una compensació econòmica per aquestes de 0,01 € per cada envàs recollit i desat al centre de neteja. També s’ha proposat una compensació econòmica pels comerços de 0,01 € per cada envàs acceptat i recuperat dels consumidors.

Respecte a l’import en concepte de dipòsit, s’ha proposat un import de 0,25 €. Els envasos recuperats es destinarien a reutilització. Com s’ha esmentat, aquests es netejarien en els centres de neteja i posteriorment es vendrien als envasadors a un preu de 0,11 € per envàs.

S’ha estimat que el cost variable de la neteja de les ampolles de vidre és de 0,07 € per envàs (a la Figura 6 es representa un cost variable de 0,11 € per envàs perquè en aquest cas es té en compte el cost fix que s’imputaria a cada ampolla que es neteja).

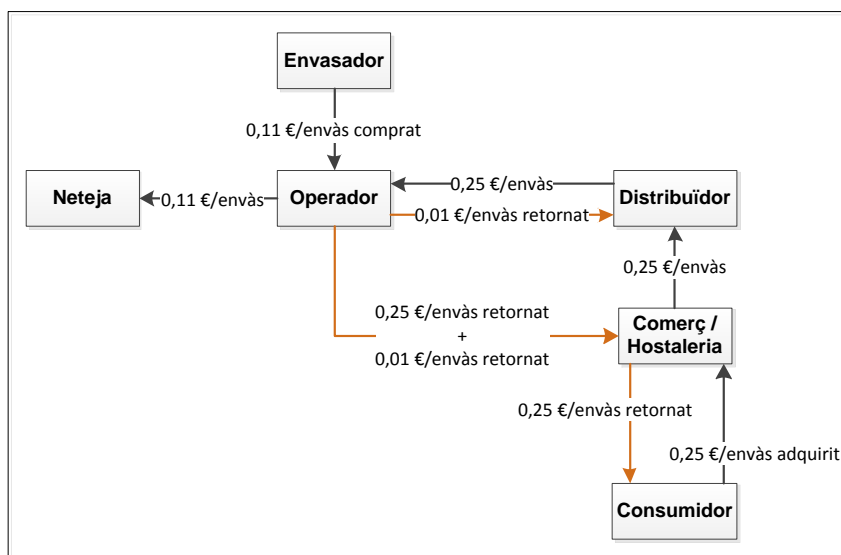


Figura 6. Diagrama esquemàtic del flux monetari de la proposta de SDDR  
 Font: Elaboració pròpia

### Presentació dels escenaris

- **Escenari E - SDDR amb retorn del 90 % (finalitat reutilització)**

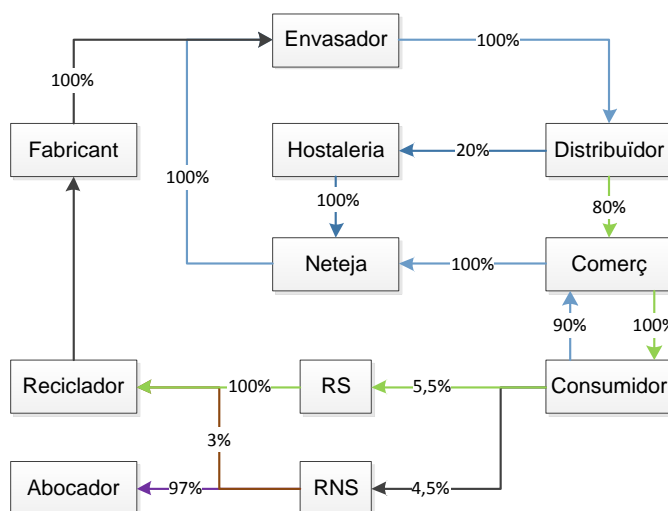


Figura 7. Diagrama de flux percentual de l'escenari E  
 Font: Elaboració pròpia

- **Escenari F - SDDR amb retorn del 55 % (finalitat reutilització)**

Mateix cas que l'anterior amb una taxa de retorn dels envasos del 55%.

- **Escenari G - SDDR amb retorn del 100 % (finalitat reutilització)**

És el mateix cas que l'escenari E però amb una taxa de retorn del 100%.

- **Escenari H - SDDR amb retorn del 90 % (finalitat reciclatge)**

En aquest darrer escenari, els envasos recuperats es destinen a reciclatge.

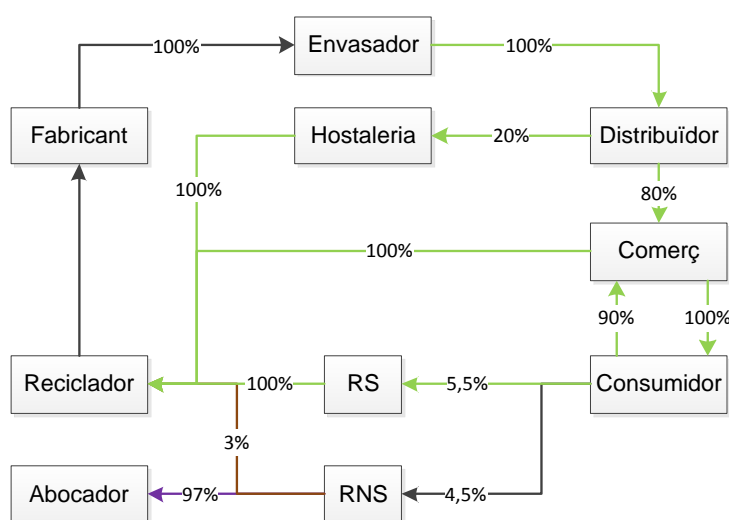


Figura 8. Diagrama de flux percentual de l'escenari H

Font: Elaboració pròpia

## Resultats de l'estudi

A continuació es mostra una taula amb els resultats obtinguts de l'estudi de la proposta:

Taula 7. Resum dels resultats obtinguts a cada escenari

Cas pràctic	Proposta SDDR			
	Escenari E	Escenari F	Escenari G	Escenari H
Hipotètic resultat econòmic RM (€)	40.400	104.800	22.000	25.680
Nº envasos vidre a abocador	34.919	157.137	0	34.919
Penalitzacions per abocador (€)	101	453	0	101
Extracció matèries primes (tones)	12	55	0	154
Consum aigua (m <sup>3</sup> )	203	163	215	72
Consum energia (MWh)	92	175	69	351
Emissions (kg)	26.430	77.357	11.880	193.761
Vidre triturat sobrant (tones)	1	5	0	112
Contenidors verds necessaris	18	82	0	18

Font: Elaboració pròpia

Per una altra banda, a la *Taula 8* es detallen els costos, els ingressos i el resultat total hipotètic del SDDR.

*Taula 8. Resum de l'hipotètic resultat econòmic del SDDR a cada escenari*

HIPOTÈTIC RESULTAT ECONÒMIC SDDR	Escenari E	Escenari F	Escenari G	Escenari H
Cost compensació retorn comerç	7.200	4.400	8.000	7.200
Cost compensació retorn distribuïdor	9.200	6.400	10.000	9.200
Cost neteja envasos	64.400	44.800	70.000	0
<b>TOTAL COST SDDR</b>	<b>80.800</b>	<b>55.600</b>	<b>88.000</b>	<b>16.400</b>
Ingrés import depòsit	250.000	250.000	250.000	250.000
Retorn import depòsit	230.000	160.000	250.000	230.000
Ingrés venda a envasadors	101.200	70.400	110.000	0
Ingrés venda vidre triturat	0	0	0	22.080
<b>TOTAL INGRÈS SDDR</b>	<b>121.200</b>	<b>160.400</b>	<b>110.000</b>	<b>42.080</b>
<b>RESULTAT SDDR</b>	<b>40.400</b>	<b>104.800</b>	<b>22.000</b>	<b>25.680</b>

*Font: Elaboració pròpia*

### **Conclusions de l'estudi del la proposta de SDDR**

- 1) **Implantació del SDDR proposat:** des del punt de vista ambiental és recomanable implantar un SDDR al municipi de Barcelona pels envasos de vidre.
- 2) **Logística i inversió inicial:** amb la implantació d'un SDDR es necessària una logística més elaborada per minimitzar els costos de recollida i garantir el correcte funcionament del sistema. A més, s'ha de realitzar una forta inversió inicial per l'adquisició de les rentadores d'ampolles.
- 3) **Impacte als consumidors:** el sistema tant sols tindria un impacte econòmic sobre els consumidors que no retornessin els envasos.
- 4) **Impacte als comerços:** la proposta presentada en el present projecte no afectaria greument a comerciants ja que no haurien de realitzar cap inversió inicial elevada.
- 5) **Impacte a les empreses distribuïdores:** respecte a l'impacte sobre les empreses distribuïdores, tampoc es considera que els afectés negativament.
- 6) **Característiques dels envasos retornats:** s'ha proposat acceptar només el retorn dels envasos que no estiguin trencats per poder destinar-los a reutilització.
- 7) **Estudi de viabilitat econòmica:** és necessari realitzar un estudi exhaustiu de viabilitat.

## Matriu DAFO

S'ha elaborat una matriu DAFO del SDDR un cop comparat i analitzat l'escenari A, en que tots envasos de vidre de 33 cl es destinen al reciclatge, i l'escenari E on s'ha realitzat una proposta d'implantació d'un SDDR al municipi de Barcelona prenent com a taxa de retorn l'estimada a l'informe d'Eunomia.

Taula 9. Matriu DAFO on s'analitza la implantació d'una proposta de SDDR

	<b>Fortaleses</b>	<b>Debilitats</b>
<b>Anàlisi Intern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducció d'un 90% dels envasos de vidre que acaben dipositats en abocadors.</li> <li>- Reducció d'un 92% de les extraccions de matèries primes.</li> <li>- Reducció d'un 74% de l'energia consumida.</li> <li>- Reducció d'un 86% de les emissions atmosfèriques.</li> <li>- Reducció d'un 93% dels contenidors verds necessaris als carrers.</li> <li>- Qui contamina, paga.</li> <li>- Dóna abast tant al sector de l'hostaleria com a les llars.</li> <li>- Augment de la reutilització dels envasos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augment d'un 182% del consum d'aigua.</li> <li>- Elevada inversió inicial en la màquina de rentadora d'ampolles.</li> <li>- És necessària la construcció o lloguer de centres per a la gestió i neteja dels envasos retornats.</li> <li>- És necessari un espai d'emmagatzemat als comerços.</li> <li>- Només es pot retornar els envasos quan els comerços estan oberts, amb la possible formació de cues.</li> <li>- Seria necessari un nou etiquetat dels envasos i un control exhaustiu del sistema per evitar frau.</li> </ul>
	<b>Oportunitats</b>	<b>Amenaces</b>
<b>Anàlisi extern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperar els envasos no aptes per a reutilització, obtenint una separació en origen de millor qualitat (separació per colors, sense tap...).</li> <li>- Promoure el reciclatge de la resta de fraccions de residus.</li> <li>- Total transparència i control de dades que permetin estudiar el sistema un cop implantat per optimitzar-lo i millorar-lo.</li> <li>- Creació de llocs de treball pel recompte dels envasos retornats, per gestionar el propi sistema, etc.</li> <li>- Un cop assentat el model de gestió, implantar un sistema TIC per controlar el retorn dels envasos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No tenir la capacitat d'afrontar el consum d'aigua necessari per netejar els envasos de vidre en alguna època de l'any.</li> <li>- No tenir la capacitat de netejar tots els envasos per falta de maquinària, amb la conseqüent aparició de colls d'ampolla.</li> <li>- No tenir la capacitat de controlar i gestionar correctament el flux monetari del sistema.</li> <li>- No tenir la capacitat de finançar el sistema.</li> <li>- Impossibilitat de realitzar la inversió inicial.</li> <li>- Que els comerços no tinguin la capacitat de recuperar els envasos per falta d'espai o mitjans.</li> <li>- Oposició dels comerços a recuperar els envasos retornats pels consumidors.</li> <li>- Que els envasadors i les empreses distribuïdores no s'adhereixin al sistema.</li> <li>- Rebuig dels consumidors a un SDDR.</li> <li>- Falta d'informació a la ciutadania.</li> <li>- Incompatibilitat SIG-SDDR.</li> <li>- Possibles canvis de normativa que afectin al SDDR implantat.</li> </ul>

Font: Elaboració pròpia

## EXTRAPOLACIÓ DE LA PROPOSTA DE SDDR A TOT EL MUNICIPI DE BARCELONA I ESTUDI DE VIABILITAT

### *Estudi del punt d'equilibri*

En primer lloc, s'ha analitzat el número mínim d'ampolles de vidre que s'haurien d'adherir al SDDR per tal que aquest model de gestió de residus d'envasos no presenti pèrdues, és a dir, que el total de costos (costos fixos + costos variables) siguin iguals al total dels ingressos (ingressos per envasos no retornats + ingressos per venda d'envasos nets). Aquest número mínim d'envasos que s'han d'adherir és el que s'anomena punt d'equilibri.

*Taula 10. Número mínim d'envasos a adherir anualment segons taxa de retorn i preu de venda dels envasos nets*

Taxa de retorn	Preu de venda dels envasos de vidre nets (€)						
	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
0%	4.910.000	4.860.000	4.810.000	4.770.000	4.720.000	4.680.000	4.630.000
10%	5.420.000	5.340.000	5.260.000	5.180.000	5.110.000	5.040.000	4.970.000
20%	6.040.000	5.920.000	5.790.000	5.670.000	5.560.000	5.450.000	5.350.000
30%	6.840.000	6.640.000	6.450.000	6.270.000	6.100.000	5.940.000	5.790.000
40%	7.870.000	7.560.000	7.270.000	7.010.000	6.760.000	6.530.000	6.320.000
50%	9.260.000	8.780.000	8.340.000	7.940.000	7.580.000	7.250.000	6.950.000
60%	11.270.000	10.470.000	9.770.000	9.160.000	8.630.000	8.150.000	7.720.000
70%	14.370.000	12.960.000	11.800.000	10.830.000	10.000.000	9.300.000	8.690.000
80%	19.850.000	17.010.000	14.890.000	13.230.000	11.910.000	10.830.000	9.930.000
90%	<b>32.060.000</b>	<b>24.760.000</b>	<b>20.170.000</b>	<b>17.010.000</b>	<b>14.700.000</b>	<b>12.960.000</b>	<b>11.580.000</b>
100%	83.340.000	45.460.000	31.250.000	23.810.000	19.240.000	16.130.000	13.890.000

*Font: Elaboració pròpia*

El punt d'equilibri es troba al voltant dels 25 milions d'ampolles (veure *Taula 10*).

Per tant, durant la vida útil de les rentadores d'ampolles s'haurien de tractar un mínim de 250 milions d'envasos de vidre per tal que el sistema no presentés pèrdues econòmiques.

En aquesta situació tant els costos com els ingressos totals serien aproximadament de 30 milions d'euro.

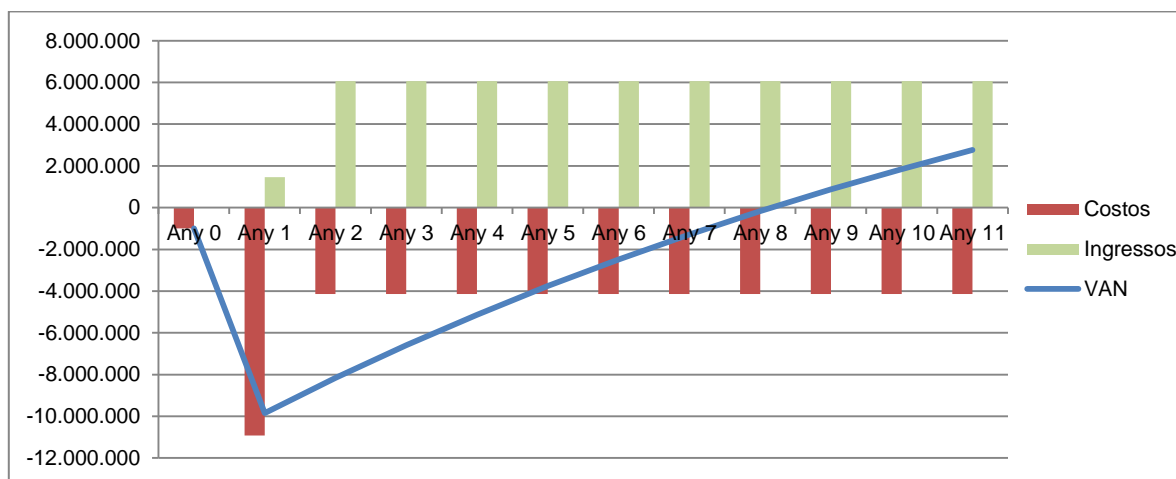
## Viabilitat econòmica

Per analitzar la viabilitat econòmica de la proposta de SDDR s'ha considerat una taxa d'interès del 7% i una inversió inicial d'un milió d'euros. A més, s'ha establert un cost d'estructura de l'entitat gestora de 100.000 € anuals, cost que cobriria la pròpia gestió i seguiment del sistema.

7%	Any 0	Any 1	Any 2	Any 3	Any 4	Any 5	Any 6	Any 7	Any 8	Any 9	Any 10	Any 11	TOTAL
<b>FONS INVERTITS</b>	<b>1.000.000</b>	<b>10.000.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11.000.000</b>
- Inversió inicial	1.000.000												1.000.000
- Rentadora d'ampolles		10.000.000											10.000.000
<b>FONS GENERATS</b>	<b>0</b>	<b>540.400</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>19.740.400</b>
+ Ingres venda		460.400	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	5.060.000	51.060.400
+ Ingres no retorn		1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	11.000.000
- Cost comp. comerç		360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	360.000	3.960.000
- Cost comp. distribuïdor		460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	460.000	5.060.000
- Cost neteja		0	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	3.220.000	32.200.000
- Cost estructura empresa		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	1.100.000
<b>CASH FLOW</b>	<b>-1.000.000</b>	<b>-9.459.600</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>1.920.000</b>	<b>8.740.400</b>
<b>CASH FLOW ACTUALIZAT</b>	<b>-1.000.000</b>	<b>-8.840.748</b>	<b>1.677.002</b>	<b>1.567.292</b>	<b>1.464.759</b>	<b>1.368.933</b>	<b>1.279.377</b>	<b>1.195.680</b>	<b>1.117.457</b>	<b>1.044.353</b>	<b>976.031</b>	<b>912.178</b>	<b>2.762.315</b>
<b>VAN</b>	<b>-1.000.000</b>	<b>-9.840.748</b>	<b>-8.163.745</b>	<b>-6.596.453</b>	<b>-5.131.694</b>	<b>-3.762.761</b>	<b>-2.483.384</b>	<b>-1.287.704</b>	<b>-170.247</b>	<b>874.106</b>	<b>1.850.136</b>	<b>2.762.315</b>	

<b>VAN</b>	<b>2.762.315 €</b>
<b>Pay-back</b>	<b>8-9 anys</b>
<b>TIR</b>	<b>14,1%</b>

La inversió s'hauria de realitzar durant el primer any d'implantació (veure *Figura 9*).



*Figura 9. VAN*

*Font: Elaboració pròpia*

S'ha comprovat que per a un retorn del 60% la inversió es recuperaria en dos o tres anys, obtenint-se un VAN d'aproximadament 23,8 milions d'euros i un TIR del 58,5%.

Per tant, s'ha comprovat que la implantació d'un SDDR per envasos de vidre al municipi de Barcelona és viable econòmicament.

### ***Viabilitat ambiental***

S'ha estimat que la quantitat d'aigua necessària per netejar els 50 milions d'envasos que es tractarien amb la implantació del SDDR seria d'uns 10.155 m<sup>3</sup>.

Per avaluar la viabilitat ambiental de la implantació del SDDR, s'ha realitzat una comparació amb el volum d'una piscina olímpica i el consum anual d'aigua d'un habitant de Barcelona.

S'ha comprovat que els 10.155 m<sup>3</sup> d'aigua necessaris per a la neteja de les ampolles de vidre equivalen aproximadament a quatre piscines olímpiques o bé correspon al consum d'aigua anual de 254 habitants de Barcelona.

Un cop s'han analitzat les dades, s'ha conclòs que la implantació de la proposta de SDDR és viable ambientalment ja que la quantitat d'aigua necessària per netejar els 50 milions d'ampolles de vidre correspondria al consum de 254 habitants del municipi de Barcelona, és a dir, el 0,02% de la població.

## CONCLUSIONS FINALS

- 1) **Situació actual:** avui en dia aproximadament el 35% dels envasos comercialitzats pel canal de distribució acaben dipositats en abocadors controlats.
- 2) **Potencial dels envasos de vidre:** s'ha considerat que les ampolles de vidre tenen un potencial molt elevat per ser gestionats amb un SDDR.
- 3) **Reutilització com a millor opció de tractar els envasos de vidre:** la fabricació d'envasos produeix grans consums energètics i elevades emissions atmosfèriques.
- 4) **Preu dels envasos fabricats fortament vinculats al preu del combustible:** el preu dels envasos fabricats presenta una forta relació amb el preu del combustible.
- 5) **Implantació d'un SDDR manual:** s'ha proposat un SDDR per envasos de vidre, on la devolució dels envasos es duu a terme de forma manual.
- 6) **Importants beneficis ambientals:** amb la implantació del SDDR proposat es redueix dràsticament el consum d'energia i les emissions atmosfèriques. A més, cal afegir la important reducció d'envasos dipositats en abocadors controlats.
- 7) **Viabilitat econòmica i ambiental:** la proposta de SDDR plantejada per envasos de vidre al municipi de Barcelona és viable econòmica i ambientalment.
- 8) **Recuperació de la inversió:** la inversió es recuperaria en 8 o 9 anys tenint en compte que la finalitat no és maximitzar el benefici, sinó millorar el nostre entorn i medi ambient.
- 9) **Retorn d'envasos crític:** la proposta presentada no és viable econòmicament per un retorn d'envasos proper al 100%, malgrat que aquesta taxa de retorn és poc probable.
- 10) **Preu de venda crític dels envasos nets:** s'ha estimat que el preu de venda crític és de 10 cèntims d'euro per envàs.
- 11) **Finançament amb import per no retorn:** amb una taxa de retorn del 68% els ingressos per envasos no retornats finançarien la totalitat dels costos variables. Si el retorn estigués al voltant del 60%, es finançaria tant els costos fixos com els variables.
- 12) **Possibilitat de millorar la separació en origen:** la implantació d'un SDDR permetria millorar la separació en origen.
- 13) **Recolzament de l'actual normativa a la proposta de SDDR:** "Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente".

## RECOMANACIONS A L'AMB

- 1) **Implantació d'un SDDR en un curt termini de temps:** és recomanable la implantació d'un SDDR per envasos de vidre al municipi de Barcelona.
- 2) **Gestor sense ànim de lucre:** és molt recomanable que el gestor del SDDR sigui una entitat sense ànim de lucre, que treballi per afavorir al medi ambient i als ciutadans.
- 3) **Prova pilot:** és recomanable dur a terme una prova pilot del SDDR a implantar.
- 4) **Expansió dels envasos afectats pel SDDR:** un cop implantat el sistema amb èxit, es podrien adherir altres productes envasats amb vidre.
- 5) **Devolució de l'import en concepte de dipòsit:** s'ha proposat que la devolució es dugui a terme realitzant un descompte en la compra al moment de fer-la efectiva.
- 6) **Reciclatge com a etapa inicial:** és recomanable destinar els envasos de vidre recuperats a reciclatge en un període d'un o dos anys.
- 7) **Augment del preu de venda del vidre triturat:** cal puntualitzar que seria recomanable vendre el vidre triturat a un major preu ja que aquest seria de millor qualitat al separar-se prèviament i estar més nets d'impureses.
- 8) **Estudi de rentadores d'envasos:** seria important analitzar el mercat de rentadores d'envasos per escollir la maquinaria més adient a instal·lar.
- 9) **Instal·lació de maquinària de neteja progressiva:** alhora d'introduir la reutilització com a finalitat dels envasos recuperats, és recomanable fer-ho progressivament.
- 10) **Envasos amb alt potencial de reciclatge:** seria recomanable incentivar la utilització d'envasos de vidre que admetin una alta proporció de vidre reciclat en els forns de fusió.
- 11) **Ubicació adient dels centres de neteja:** és recomanable estudiar les possibles ubicacions dels centres de neteja per establir la més adient a prop dels distribuïdors.
- 12) **Etiquetatge dels envasos:** és important que l'etiquetatge dels envasos de vidre es pugui treure fàcilment amb la neteja per poder instal·lar una maquinaria de menor cost.
- 13) **Gran nombre de punts de retorn:** s'hauria d'imposar que tot establiment que comercialitzi productes envasats amb vidre, acceptés la devolució dels envasos per assegurar que tots els ciutadans disposen d'un punt de recollida accessible.