

ESTUDIO SOBRE EL MODELO DE **GESTIÓN** DE **ENVASES** **DOMÉSTICOS** EN LA **COMUNIDAD** **VALENCIANA**

JUNIO 2016

Realizado por la Cátedra Ecoembes de
al Universidad Politécnica de Madrid, la
Universidad de Alicante y la Cátedra de
Medio Ambiente de la Universidad de Alcalá.

Envase y Sociedad



Plataforma por la Sostenibilidad de los Envases



POLITÉCNICA

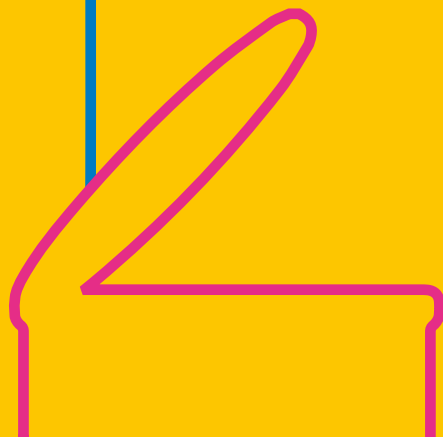
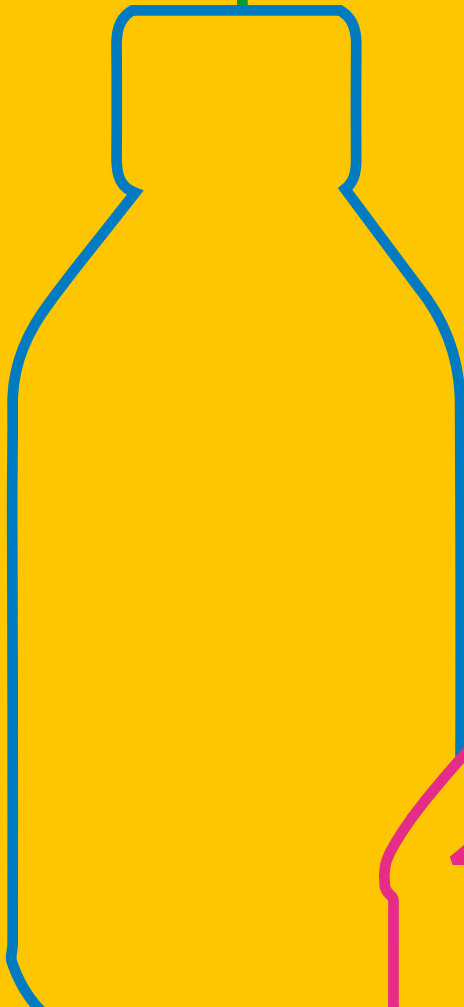


Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Fundación
Universidad de Alcalá
Cátedra de Medio Ambiente





ÍNDICE

1.	Introducción	4
1.1.	Sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP)	4
1.2.	Sistema de depósito, devolución y retorno (SDDR)	5
2.	Objetivos	6
3.	Modelo recogida separada actual	6
4.	Demografía	8
4.1.	Densidad de población	8
5.	Metodología	10
5.1.	Fase de comercio	11
5.1.1	Datos de partida	11
5.1.2	Envases por tipo de vía de recogida	12
5.1.3	Establecimientos con recogida automática	14
5.1.4	Establecimientos con recogida manual	16
5.2.	Transporte	17
5.2.1	Método recogedor a planta de conteo	20
5.2.2	Método recogedor a almacén intermedio	22
5.2.3	Método logística inversa	24
5.2.4	Método autocompactador	27
5.3.	Fase de clasificación: plantas de conteo	27
5.3.1	Ubicación de plantas de conteo	28
5.3.2	Distancias	29
5.4.	Fase de gestión y tratamiento de datos: sistema central	29
6.	Análisis económico	30
7.	Tasa de reciclado	35
8.	Conclusiones	38

1. INTRODUCCIÓN

En la Directiva 2004/12/CE, de Envases y Residuos de Envase, se indica la necesidad de establecer sistemas de devolución, recogida y valorización para la gestión de los envases y residuos de envase en cada uno de los Estados miembros. Dichos sistemas deben estar abiertos a la participación de todas las partes interesadas y estar diseñados para que se evite la discriminación de los productos importados y los obstáculos comerciales o las distorsiones de la competencia, además de permitir la máxima recuperación posible de los envases y residuos de envase.

Los agentes que operan en toda la cadena de valor del envase deben asumir una responsabilidad compartida a la hora de procurar que el impacto medioambiental de los envases y residuos de envase durante su ciclo de vida sea el mínimo posible¹.

La consecución de estos objetivos se puede lograr a través de distintos procedimientos, ya sea gracias a un *"compliance scheme"* o sistema colectivo, o bien mediante un sistema de depósito y reembolso.

1.1. SISTEMA COLECTIVO DE RESPONSABILIDAD AMPLIADA DEL PRODUCTOR (SCRAP)

El principal objetivo de un *"compliance scheme"* o sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor² (anteriormente conocido como Sistema Integrado de Gestión³ o SIG) es organizar la implementación de un sistema nacional de recogida y recuperación de residuos de envase, principalmente de todos los tipos de envase doméstico y comercial de cualquier material, para cumplir con la legislación vigente.

De este modo, los envasadores y distribuidores transmiten a un sistema específico de gestión su responsabilidad individual de recuperar sus envases usados y residuos de envase. El objetivo es asegurar la recuperación y reciclaje de los residuos de envase de la forma más eficiente, tanto económica como ambientalmente.

El funcionamiento de este sistema se basa en una acción conjunta de las empresas envasadoras, las administraciones públicas y los ciudadanos. Tiene como finalidad la recogida periódica de envases usados y residuos de envases, en el domicilio del consumidor o en sus proximidades, a través de la instalación de contenedores en la vía pública. El material recogido por vehículos especializados es llevado a plantas de clasificación de materiales en el caso de los envases ligeros, y directamente a recicladores o recuperadores en el caso de la fracción papel/cartón y la fracción vidrio..

¹ EUROPA. Directiva 2004/12/CE, relativa a envases y residuos de envase.

² El término Sistema Colectivo de Responsabilidad Ampliada del Productor se introduce en la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.

³ El término Sistema Integrado de Gestión se emplea en la Ley 11/1997, de envases y residuos de envase.

1.2. SISTEMA DE DEPÓSITO, DEVOLUCIÓN Y RETORNO (SDDR)

Un sistema de depósito y reembolso consiste en el recargo de una cantidad sobre el precio de un envase o embalaje cuando se compra y su reembolso cuando se devuelve⁴. Una vez se ha devuelto, el envase vacío está destinado a ser recuperado para su reciclaje (envases de un solo uso).

Este sistema sólo se encarga de gestionar una parte de los residuos de envase (envases de PET, acero y aluminio, entre 0,1 y 3 litros, que contengan agua, zumos, refrescos o cerveza). Por lo que debe convivir con un SCRAP que gestione de manera paralela los residuos de envases restantes.

Para el cálculo numérico de costes y tasa de reciclado del SDDR no se han contemplado los envases de bebida de vidrio domésticos de un sólo uso debido a que, según las consultas realizadas sobre el funcionamiento de la gestión de residuos de envases en otros países del entorno europeo, este tipo de residuos únicamente se gestionan mediante SDDR enfocado al reciclaje en Dinamarca, Finlandia, Estonia y Croacia.

En algunos casos, existe un sistema de depósito para envases de vidrio reutilizables de uso doméstico, pero dado que en España no se comercializa este tipo de envase en el hogar, no sería posible su análisis para el estudio que aplica.

Los bricks tampoco se han incluido en el estudio ya que no se ha encontrado ningún proveedor que actualmente comercialice *Reverse Vending Machines* para este tipo de envases.

Cabe destacar que, tras consultar las páginas web de los principales proveedores de máquinas de retorno de envases o *Reverse Vending Machine (RVM)* (Tomra, Envipco, Wincor Nixdorf, Ecomain, Digi, Reverse Vending, Opack, Eco Creation, Envirobank y Repant) no se ha encontrado ninguna máquina que sea capaz de procesar bricks o envases de PET de más de 3 litros de capacidad. Asimismo, las máquinas RVM que aceptan vidrio, mayoritariamente sólo lo procesan en su variante reutilizable, no como envase de un solo uso.

El funcionamiento de este sistema se basa en el pago previo de un depósito por parte de los consumidores que les es devuelto en el momento que devuelvan los envases a los establecimientos de venta de bebidas, bien mediante recogida manual (dependiente), bien mediante recogida automática (máquina RVM). Posteriormente los envases recogidos mediante recogida manual serán llevados sin compactar a una planta de conteo, y los envases recogidos mediante recogida automática **serán llevados a un reciclador o recuperador**

⁴ EXPRA Packaging EPR Glossary. 2014. EXPRA.

2. OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivo analizar el coste económico de la implantación de un SDDR en la Comunidad Valenciana y la posible mejora ambiental que supondría respecto a la situación actual (aumento de tasa de reciclaje).

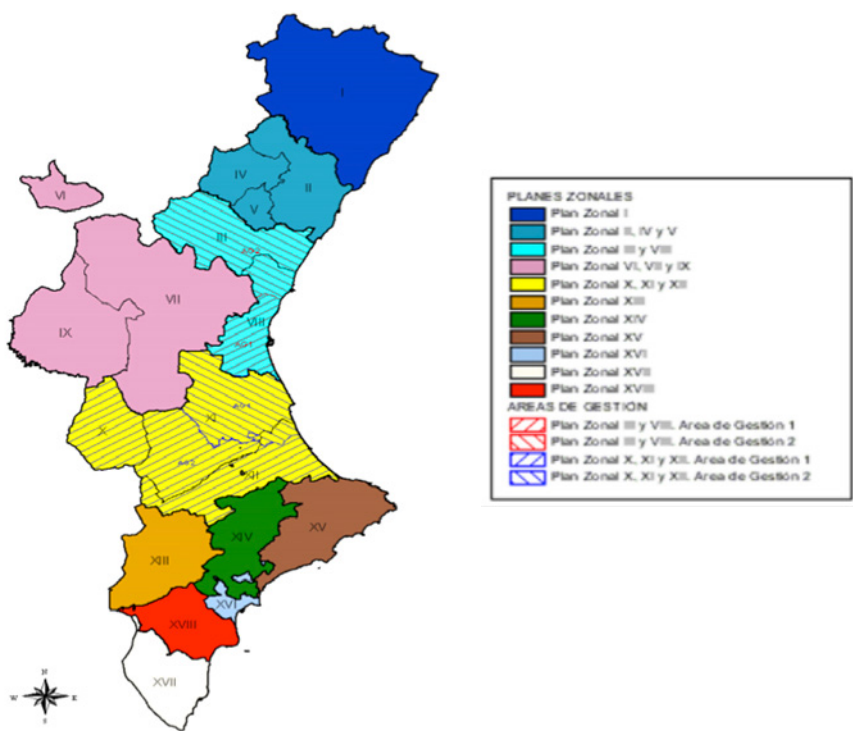
De manera previa se ha analizado la situación actual del modelo de recogida separada en la Comunidad Valenciana para que el lector pueda tener una visión global del modelo de recogida implantado y de sus instalaciones asociadas.

También se incluye una descripción de la distribución demográfica de la población, debido a que esta variable va a ser un factor determinante a la hora de calcular los costes asociados al transporte dentro del SDDR estudiado.

3. MODELO RECOGIDA SEPARADA ACTUAL

De acuerdo con el Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana, el actual modelo de gestión de residuos urbanos se basa en la agrupación de municipios que realizan la gestión de sus residuos de manera integrada. En base a esto, el territorio se divide en 18 zonas: 5 correspondientes a la provincia de Castellón, 7 a la provincia de Valencia y 6 a la de Alicante. A su vez, estas 18 zonas se agrupan en 11 planes zonales, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen 1. Zonificación de la gestión de residuos urbanos en la Comunidad Valenciana⁵.



Atendiendo a los criterios establecidos por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para la caracterización de los modelos de separación de residuos urbanos, el modelo actual de recogida implantado en la Comunidad Valenciana es el tipo 5⁶, donde la separación se realiza en 4 fracciones: envases ligeros, papel/cartón, vidrio y resto (incluye fracción orgánica).

Estas recogidas principales u ordinarias se complementan con otras recogidas específicas de residuos voluminosos, de pilas, textil, aceites u otros.

Para llevar a cabo este modelo de recogida existen contenedores de carga lateral, trasera y superior. En la mayoría de los municipios, estos contenedores están ubicados en superficie, aunque también se encuentran soterrados en algunos casos.

Números de contenedores por fracción⁷

Para el caso de la fracción de envases ligeros, existe un total de 17.556 contenedores implantados. Para la fracción papel/cartón existen 16.754 y para la de vidrio 21.385.

El contenido de estos recipientes localizados en la vía pública es recogido por vehículos dotados de un compactador (excepto en el caso del vidrio). La fracción envases ligeros es llevada a una de las 4 plantas de clasificación de materiales existentes en la Comunidad Valenciana, para ser recogida posteriormente por un reciclador o recuperador.

En el caso de las fracciones de papel/cartón y vidrio, son gestionadas directamente por un reciclador/recuperador.

Con el sistema actual, prácticamente la totalidad de la población de la comunidad tiene acceso a la recogida selectiva (98,7%).

⁵ Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana.

⁶ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

⁷ Ecoembes y Ecovidrio.

4. DEMOGRAFÍA

La Comunidad Valenciana cuenta con una población total, a fecha 1 de febrero de 2014, de 5.004.844 habitantes, repartidos en una superficie de 23.255 km², siendo la octava Comunidad Autónoma en extensión.

Se compone de tres provincias: Valencia, Castellón y Alicante, siendo la ciudad de Valencia la capital autonómica. Con un total de 542 municipios de los cuales 266 son de Valencia, 135 están en la provincia de Castellón y 141 en la provincia de Alicante.

Las principales ciudades de la Comunidad Valenciana, en datos brutos de habitantes, son las tres capitales provinciales, donde Valencia cuenta con 786.424 habitantes, Alicante con 332.067 habitantes y Castellón con 173.841 habitantes. Cabe destacar la ciudad de Elche, siendo la tercera en número de habitantes por delante de Castellón, con 228.647 habitantes. Estas 4 ciudades representan el 30,39% de la población total de la Comunidad Valenciana.

4.1. DENSIDAD DE POBLACIÓN

En esta comunidad se dan grandes contrastes en cuanto a la densidad de población que oscilan entre los 95 hab/Km² en la provincia de Castellón, los 308 hab/Km² de la provincia de Alicante y los 866 hab/Km² de la provincia de Valencia (densidad media por provincias).

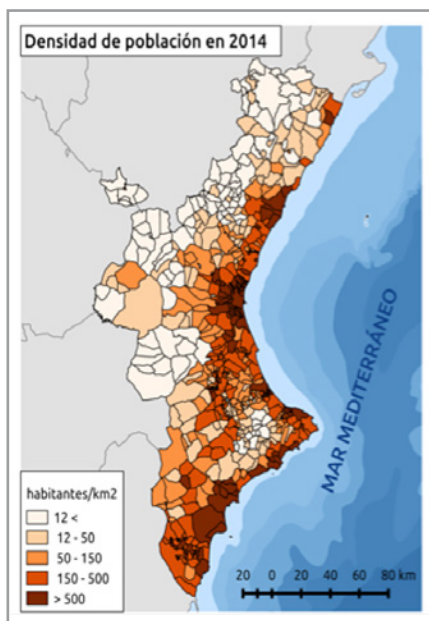
Las principales ciudades de la Comunidad Valenciana, ordenadas por número de habitantes, son las siguientes:

Tabla 1. Principales ciudades de la Comunidad Valenciana, según de población⁸.

Municipio	Provincia	Población 2014	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
Valencia	Valencia	786.424	134,51	5.846,53
Alicante	Alicante	332.067	201,66	1.646,62
Elche	Alicante	228.647	325,77	701,85
Castellón de la Plana	Castellón	173.841	109,73	1.584,15
Torre Vieja	Alicante	91.415	71,37	1.280,82
Orihuela	Alicante	83.417	367,17	227,18
Torrent	Valencia	80.551	69,44	1.159,84
Gandia	Valencia	76.497	61,12	1.251,59
Benidorm	Alicante	69.010	38,73	1.781,62
Paterna	Valencia	67.156	35,96	1.867,16
Sagunto	Valencia	65.003	132,58	490,27
Alcoy	Alicante	59.675	129,66	460,24
San Vicente del Raspeig	Alicante	55.946	40,67	1.375,53
Elda	Alicante	53.540	45,67	1.172,12
Villa-real	Castellón	50.755	55,27	918,27
Alzira	Valencia	44.518	110,87	401,5
Mislata	Valencia	43.281	2,4	1.8019,52
Dénia	Alicante	41.672	66,48	626,75
Burjassot	Valencia	37.641	3,45	1.0881,53
Ontinyent	Valencia	36.180	125,66	287,90

⁸Instituto Nacional de Estadística.

Imagen 2. Densidad de población de la Comunidad Valenciana por municipios. Fuente: INE.

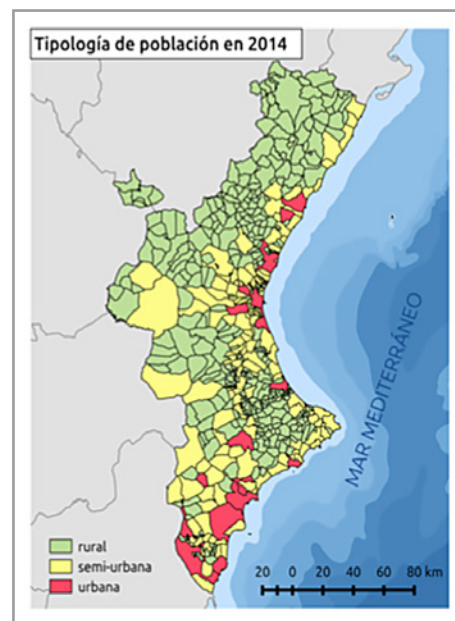


Tal y como se puede observar en el mapa de densidad de población expuesto, en la costa se da mayor presión demográfica con valores que llegan a los 500 hab/Km² y, sin embargo existen zonas del interior donde la densidad es menor de 12 habitantes por Km².

En las capitales provinciales los valores de densidad de población son de 1.646 y 1.584 hab/Km², para Alicante y Castellón de la Plana, respectivamente, y para el caso de Valencia, este valor asciende a 5.846 hab/Km².

A continuación se expone un mapa dónde se muestra la tipología poblacional de los municipios de la Comunidad Valenciana.

Imagen 3. Tipología poblacional de los municipios de la Comunidad Valenciana. Fuente: INE.



Tal y como se puede observar, en la Comunidad Valenciana predominan los municipios rurales, frente a los semiurbanos y urbanos.

El 57,4% de la superficie del territorio se corresponde con el medio rural (menos de 5.000 habitantes), acogiendo a un 9,4% de la población aproximadamente. Las zonas rurales se caracterizan por una baja densidad de población (35 hab/Km²) de media significativamente inferior a la nacional (92 hab/Km²).

El 34,77% de la superficie del territorio de la Comunidad Valenciana se corresponde con el medio semiurbano (entre 5.000 y 50.000 habitantes), acogiendo a un 45,2% de la población aproximadamente. Estas zonas semiurbanas se caracterizan por una densidad de población de 280 hab/Km².

El 7,82% de la superficie del territorio de la Comunidad Valenciana se corresponde con el medio urbano (más de 50.000 habitantes), acogiendo a un 45,4% de la población. Las zonas urbanas se caracterizan por una alta densidad de población que se sitúa en 1.250 hab/Km².

La mayor dispersión de la población en áreas rurales limita en gran medida sus posibilidades de desarrollo económico. El despoblamiento rural se ve acentuado en los municipios rurales de pequeño tamaño, hay 70 municipios con menos de 200 habitantes, siendo los municipios de Castell de Cabres y Palanques los más despoblados con 16 y 30 habitantes respectivamente, ambos en la provincia de Castellón.

5. METODOLOGÍA

Para proceder al cálculo de los costes potenciales que conllevaría la implantación de un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR), se ha dividido el proceso en varias fases con el fin de estudiar detalladamente cada una de ellas:

1. Fase de comercio: comprende desde la entrega del envase en el establecimiento hasta su recogida para el transporte.

2. Fase de transporte: dentro de esta fase se han evaluado 4 posibilidades que se analizarán más adelante.

3. Fase de clasificación (vía recogida manual): Plantas de conteo.

4. Fase de gestión y tratamiento de datos: sistema central.

Dado que la logística del sistema puede variar en función de la superficie comercial disponible, la mayor parte de las variables del estudio se han evaluado por tipo de establecimiento comercial de venta de bebidas. De esta manera, se han considerado las siguientes categorías:

- Hipermercados (>2500 m²)
- Supermercados grandes (1000 - 2499 m²)
- Supermercados medianos (400-999 m²)
- Supermercados pequeños (100-399 m²)
- Supermercados micro (<100 m²)
- Tiendas tradicionales

De acuerdo con el concepto de “superficie comercial disponible” y en base a las experiencias de otros países⁹, se han establecido dos tipos de vías de recogida de los envases:

1. Manual: se da en establecimientos de dimensiones reducidas, donde no es posible instalar una máquina RVM. El personal del establecimiento es el que se encarga de la recogida de los envases, de su almacenaje hasta el momento de su recogida para el transporte y del reembolso de la fianza.

2. Automática: se da en establecimientos donde existe espacio suficiente para la instalación de una o varias máquinas RVM. En este caso, la máquina se encarga de la recogida, clasificación (en algunos casos) y compactación de los envases, y el personal del establecimiento se encarga de devolver la fianza de acuerdo con el importe especificado en el ticket expedido por la máquina.

De acuerdo con la superficie comercial disponible en cada caso, se ha estimado el porcentaje de establecimientos que tendrían una recogida manual y los que tendrían una recogida automática.

Tabla 2. Porcentaje de establecimientos con recogida manual o automática¹⁰

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Con recogida manual	Con recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	0%	100%
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	0%	100%
Supermercados medianos (400-999 m ²)	0%	100%
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	70%	30%
Supermercados micro (<100 m ²)	100%	0%
Tiendas tradicionales	100%	0%

En el caso concreto de los supermercados pequeños, se ha considerado que un 70% de los mismos tendrían una vía de recogida manual y el 30% restante, una vía automática. De los establecimientos restantes, los de más de 400 m² tendrían recogida automática, y los de menos de 100 m² y establecimientos tradicionales, manual.

5.1. FASE DE COMERCIO

5.1.1 DATOS DE PARTIDA

En primer lugar, se han calculado las cantidades potenciales de envases que se encontrarían adheridas al SDDR en la Comunidad Valenciana.

Para ello, se parte de los datos proporcionados por Ecoembes de los materiales de envases ligeros puestos en el mercado por sus empresas adheridas en la Comunidad Valenciana¹¹.

A estas cantidades se le aplican porcentajes, obtenidos a raíz de una serie de caracterizaciones realizadas en 2012 sobre la proporción de envases SDDR (envases de PET, acero y aluminio, entre 0,1 y 3 litros, que contengan agua, zumos,

refrescos o cerveza) presentes en la fracción de envases ligeros¹². De este modo, se obtiene una aproximación de la cantidad de envases SDDR generados al año en la Comunidad Valenciana (20.460 toneladas).

Aplicándole a la cantidad de envases SDDR generados al año la tasa de retorno estimada, en este caso un 90%¹⁰, resulta la **cantidad de envases que se reciclarían a través del SDDR al año** en la Comunidad Valenciana (18.414 toneladas)

Por otra parte, es imprescindible saber el número de establecimientos comerciales que conformarían la red de puntos de devolución de envases de la Comunidad Valenciana. A partir del Anuario de Nielsen 2014 se han obtenido los establecimientos comerciales existentes en la Comunidad Valenciana por tipología comercial (desde hipermercados hasta supermercados pequeños). Para las categorías de supermercados micro y tiendas tradicionales, se ha realizado una estimación basada en el peso de cada categoría comercial en la Comunidad Valenciana sobre el total de España y el total de supermercados micro y tiendas tradicionales en España¹³.

Tabla 3. Número de establecimientos de venta de bebidas por tipología comercial en la Comunidad Valenciana.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Número	%
Hipermercados (>2500 m ²)	43	0,8%
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	535	10%
Supermercados medianos (400-999 m ²)	589	11%
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	620	11,5%
Supermercados micro (<100 m ²)	1.007	18,7%
Tiendas tradicionales	2.577	48%
Total	5.371	100%

⁹ Se puede consultar el "Estudio comparativo de los modelos de gestión de envases domésticos en Alemania, Noruega, Bélgica y España". 2015. Elaborado por la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de Alcalá de Henares, en la web <http://www.envaseysociedad.org/estudio-comparativo-de-los-modelos-de-gestion-de-envases-domesticos/>

¹⁰ Media entre parámetros de los estudios: Evaluación de costes de introducción de un sistema de depósito, devolución y retorno en España. Enero 2012. Eunomia Research & Consulting; e Implantación de un SDDR obligatorio para envases de bebidas. Consecuencias económicas y de gestión. Junio 2011. Sismega S.L. Consultores.

¹¹ Estimación realizada por Ecoembes a partir de los datos de 2014 proporcionados por las empresas adheridas y los datos de consumo aportados por las consultoras Imedes y Nielsen.

¹² Caracterizaciones realizadas por Ecoembes en 2012.

¹³ Anuario Nielsen 360°. 2014. Nielsen AC

Tal y como se puede observar en la tabla, actualmente en la Comunidad Valenciana la tipología predominante de establecimiento de venta de alimentación y bebidas son las tiendas tradicionales (48,0%), seguidas de los supermercados micro (18,7%).

5.1.2 ENVASES POR TIPO DE VÍA DE RECOGIDA

En esta etapa se procede a establecer el número de envases devueltos a cada establecimiento, según la vía de recogida del comercio. Se ha considerado que el comportamiento del usuario en la devolución de los envases sería igual que en la compra, es decir, que se retornarán a cada categoría de establecimiento la misma cantidad de envases que se hayan puesto en el mercado.

Para obtener el número de envases devueltos a cada establecimiento se han seguido los siguientes pasos:

- A partir de la cantidad de envases SDDR generados al año en la Comunidad Valenciana (20.460 toneladas) y el peso medio de un envase (26,1 gramos¹⁴), se ha calculado el número de envases SDDR generados en la Comunidad Valenciana al año (20.460.378.267 gr/26,1 gr-envase = 783.922.539 envases al año).
- Teniendo en cuenta la cuota nacional de mercado por tipología comercial¹³, se ha obtenido el número de envases vendidos por categoría comercial.

Tabla 4. Número de envases vendidos al año por categoría comercial en la Comunidad Valenciana.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Cuota de mercado	Nº envases vendidos al año
Hipermercados (>2500 m ²)	20,3%	159.136.275
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	34,0%	266.533.663
Supermercados medianos (400-999 m ²)	19,1%	149.729.205
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	15,0%	117.588.381
Supermercados micro (<100 m ²)	4,2%	32.924.747
Tiendas tradicionales	7,4%	58.010.268
Total	100%	783.922.539

¹⁴ Evaluación de costes de introducción de un sistema de depósito, devolución y retorno en España. Enero 2012. Eunomia Research & Consulting; e Implantación de un SDDR obligatorio para envases de bebidas

- Suponiendo que la devolución de los envases se realiza en el mismo tipo de establecimiento donde se compraron y que la tasa de retorno es del 90%, se calcula el número de envases devueltos a cada tipología comercial.

Tabla 5. Número de envases devueltos al año por categoría comercial en la Comunidad Valenciana.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	% retorno	Nº envases devueltos al año
Hipermercados (>2500 m ²)	90%	143.222.648
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)		239.880.297
Supermercados medianos (400-999 m ²)		134.756.284
Supermercados pequeños (100-399 m ²)		105.829.543
Supermercados micro (<100 m ²)		29.632.272
Tiendas tradicionales		52.209.241
Total		705.530.285

- Tras estimar qué establecimientos optarían por una recogida manual de los envases y cuáles por una recogida automática (ver Tabla 2), se consigue el número de envases devueltos por categoría de establecimiento según la vía de recogida al año.

Tabla 6. Número de envases devueltos al año por categoría de establecimiento según vía de recogida.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Nº de envases devueltos al año	
	Vía con recogida manual	Vía con recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	-	143.222.648
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	239.880.297
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	134.756.284
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	74.080.680	31.748.863
Supermercados micro (<100 m ²)	29.632.272	-
Tiendas tradicionales	52.209.241	-
Total	155.922.193	549.608.092

- Dividiendo el dato anterior entre el número de establecimientos por categoría comercial (tabla 3) una vez aplicada la vía de recogida por la que optan (tabla 2). Da como resultado el número de envases devueltos por establecimiento según la vía de recogida al año.

Tabla 7. Número de envases devueltos al año por cada establecimiento por categoría según vía de recogida.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Nº de envases devueltos al año por establecimiento	
	Vía con recogida manual	Vía con recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	-	3.330.759
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	448.374
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	228.788
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	170.693	170.693
Supermercados micro (<100 m ²)	29.426	-
Tiendas tradicionales	20.260	-

5.1.3 ESTABLECIMIENTOS CON RECOGIDA AUTOMÁTICA

El SDDR presenta unos costes directos para los establecimientos, que varían dependiendo del método de recogida de envases que establezcan (automático o manual).

En el caso de los establecimientos que opten por la recogida automática, el comercio debe adquirir unas máquinas de retorno de envases o *Reverse Vending Machine (RVM)* que aceptan, clasifican y compactan los envases, devolviendo un recibo al usuario que debe canjear en la caja para percibir el depósito o fianza que pagó cuando compró la bebida.

Los costes a los que debe enfrentarse el establecimiento corresponden a las siguientes partidas:

Costes anual por máquina:

- capital total: 18.000 euros¹⁴ amortizados a 7 años a un tipo de interés del 5%,
- instalación de la máquina (1.000 euros¹⁴),
- adaptación del establecimiento (16% sobre el capital total de la máquina¹⁴),

- mantenimiento de la máquina (9% sobre el capital total¹⁴),
- rollo de papel para recibos (1% sobre el capital total¹⁴),
- consumo energético:
consumo por máquina (2 kWh¹⁵) x precio del kW (0,177 euros/kW⁶)
- coste del espacio ocupado:
espacio ocupado por máquina (6 m²)¹⁴ x coste promedio alquiler de superficie comercial en la Comunidad Valenciana (8,39 euros/m² al mes¹⁷).

Costes anual de personal:

tiempo dedicado a la limpieza y vaciado de cada una de las maquinas por el personal del comercio:

Tiempo dedicado (25 minutos al día/máquina¹⁰) x media de días de apertura de los comercios en la Comunidad Valenciana (313 días¹⁸) x coste laboral de un trabajador del sector servicios (categoría dependiente) en la Comunidad Valenciana (12,74 euros/hora¹⁹).

¹⁵ Implantación de un SDDR obligatorio para envases de bebidas. Consecuencias económicas y de gestión. Junio 2011. Sismega S.L. Consultores. (Único estudio que recoge datos sobre este parámetro).

¹⁶ Ministerio, Industria Energía y Turismo (datos 2014).

¹⁷ Precio medio de venta y alquiler de oficinas, locales comerciales y naves industriales. Anuario estadístico del mercado inmobiliario español 2011-2012. Acuña y Asociados.

¹⁸ Número máximo de horas de apertura para establecimientos. Normativa Horarios Comerciales Comunitat Valenciana (Generalitat Valenciana).

¹⁹ Coste laboral sector transporte (euros brutos anuales): Encuesta trimestral del coste laboral 2014 (INE). Coste laboral categoría dependiente (euros brutos por hora): promedio entre Encuesta trimestral del coste laboral sector servicios 2014 (INE) y Convenios laborales de las provincias correspondientes.

Determinación del número de máquinas RVM por establecimiento

Para determinar el número de máquinas que sería necesario instalar en cada tipo de establecimiento, se debe tener en cuenta la distribución de la afluencia de usuarios a los comercios a lo largo de la semana, estimando 52 semanas al año.

Se ha determinado que durante la semana hay un horario valle y un horario pico de afluencia de consumidores. El horario pico se corresponde con dos horas de máxima afluencia de lunes a viernes y todo el horario de apertura del sábado, siendo el resto del tiempo horario valle²⁰. Se estima que aproximadamente el 70% de los envases que se retornan a cada establecimiento, lo harán en horario pico²⁰. Se estima una media de apertura de los establecimientos de 15 horas al día¹⁸.

Tabla 8. Número de envases devueltos a la semana por cada establecimiento con recogida automática por categoría según horario.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas (con recogida automática)	Nº de envases devueltos por establecimiento a la semana	
	Horario pico (70% de los envases)	Horario valle (30% de los envases)
Hipermercados (>2500 m ²)	44.837	19.216
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	6.036	2.587
Supermercados medianos (400-999 m ²)	3.080	1.320
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2.298	985

Teniendo en cuenta una media de aportación de 15 envases por usuario cada vez que visita el establecimiento¹⁵ y los envases que se devuelven a cada establecimiento (en horario pico y en horario valle) a la semana, se deduce la media de usuarios que retornan envases a cada establecimiento con recogida automática a lo largo de la semana (media de usuarios a la semana= nº de envases devueltos / 15 envases por usuario).

Tabla 9. Media de usuarios a la semana por cada establecimiento con recogida automática por categoría según horario.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas (con recogida automática)	Media de usuarios por establecimiento a la semana	
	Horario pico	Horario valle
Hipermercados (>2500 m ²)	2.989	1.281
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	402	172
Supermercados medianos (400-999 m ²)	205	88
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	153	66

Se estima que un usuario dedica una media de 30 segundos a interaccionar con la interfaz de la máquina RVM e imprimir el recibo de los envases devueltos, más 10 segundos por envase devuelto (la capacidad nominal de la máquina es de 2 segundos por envase, a lo que hay que estimar el tiempo de gestión del propio usuario, además de un porcentaje de repeticiones por mala inserción), siendo el total de 3 minutos de media por usuario, ya que en cada visita aporta de media 15 envases [(30 seg + (10 seg/ envase x 15 envases)) / 60 seg/min]. Al multiplicar este tiempo por el número de usuarios a la semana que retornan envases, se obtiene el tiempo necesario dedicado a la devolución de envases en cada establecimiento con recogida automática (dividido en horario pico y horario valle).

²⁰ Media calculada a partir del estudio: Implantación de un SDDR obligatorio para envases de bebidas. Consecuencias económicas y de gestión. Junio 2011. Sismega S.L. Consultores.

Tabla 10. Tiempo semanal dedicado a la devolución de envases por cada establecimiento con recogida automática por categoría según horario.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas (con recogida automática)	Minutos por establecimiento a la semana	
	Horario pico	Horario valle
Hipermercados (>2500 m ²)	8.967	3.843
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.207	517
Supermercados medianos (400-999 m ²)	616	264
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	460	197

Para determinar el número de máquinas que son necesarias en cada establecimiento con recogida automática, se ha considerado el tiempo semanal que cada máquina está disponible para la devolución de los envases (tiempo de apertura del establecimiento - tiempo de limpieza y vaciado).

Dividiendo este tiempo de disponibilidad de la máquina RVM entre el tiempo dedicado a la devolución de envases en cada establecimiento calculado anteriormente, se obtiene como resultado el número de máquinas que sería imprescindible instalar en cada establecimiento para dar un servicio adecuado a los usuarios.

Cabe destacar que, en este caso, el horario pico es el limitante, puesto que es en este periodo donde más usuarios van a visitar el establecimiento y mayor número de envases se van a devolver por espacio de tiempo.

Tabla 11. Nº de máquinas RVM a instalar por establecimiento con recogida automática según categoría.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas (con recogida automática)	Nº de máquinas RVM por establecimiento
Hipermercados (>2500 m ²)	7
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1
Supermercados medianos (400-999 m ²)	1
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1

5.1.4 ESTABLECIMIENTOS CON RECOGIDA MANUAL

En el caso de los establecimientos con recogida manual, es el propio dependiente del comercio el que acepta los envases devueltos por los consumidores.

El personal del establecimiento debe identificar el envase (para que sea aceptado, el envase debe encontrarse en buen estado y sin compactar) como participante del SDDR, almacenarlo en una bolsa y devolver el depósito o fianza al consumidor. Cuando la bolsa de envases devueltos se llene, deberá cerrarla, etiquetarla y almacenarla hasta la posterior recogida por parte de un gestor de residuos para transportarla a la planta de conteo, donde serán contabilizados y clasificados todos los envases devueltos por esta vía.

Los costes a tener en cuenta son los siguientes:

Costes de las bolsas necesarias para el almacenaje de los envases:

[Nº de envases que se devuelven a cada establecimiento por la vía manual (una vez aplicada la vía de recogida por la que optan). Da como resultado el número de envases devueltos por establecimiento según la vía de recogida al año. (Tabla 7)/ capacidad de cada bolsa (171 envases por bolsa¹⁰)] x precio unitario de la bolsa (1 euro por bolsa¹⁵).

Coste del espacio ocupado por las bolsas de envases almacenadas:

pérdida de superficie para la venta de productos:

coste promedio de alquiler de superficie comercial en la Comunidad Valenciana (8,39 euros/m² al mes¹⁷) x el espacio necesario para el almacenamiento de las bolsas (1 m² por bolsa¹⁴).

Coste de personal:

tiempo promedio que dedica el trabajador a la recogida y almacenaje de cada envase (19 segundos por envase¹⁰) x número de envases devueltos al año (una vez aplicada la vía de recogida por la que optan. Da como resultado el número de envases devueltos por establecimiento según la vía de recogida al año (Tabla 7) x coste laboral de un trabajador del sector servicios (categoría dependiente) en la Comunidad Valenciana (12,74 euros/hora¹⁹).

5.2. TRANSPORTE

Existen diversas opciones para realizar el transporte de los envases devueltos. En todos los casos se contempla el transporte de los envases hasta un punto donde se encuentren cuantificados, clasificados y compactados en cantidad suficiente para que un reciclador los traslade a sus instalaciones, pero no se incluye el transporte desde este punto a las instalaciones del reciclador, puesto que actualmente este coste corre a cargo de los recicladores.

En un intento por simplificar las variables, se han estudiado 4 métodos:

- **Transporte por recogedor a planta de conteo:** un gestor de residuos realiza la recogida de los envases devueltos a los establecimientos con recogida manual para transportarlos a una

planta de conteo, donde serán clasificados por materiales, contabilizados y compactados.

- **Transporte por recogedor a almacén intermedio:** un gestor de residuos realiza la recogida de los envases devueltos a los establecimientos con recogida automática que no tienen espacio propio para almacenar grandes cantidades de envases ni pueden realizar una logística inversa. El gestor recoge los envases (ya clasificados y algo compactados por las máquinas RVM) y los traslada a sus instalaciones, donde serán compactados y almacenados en un autocompactor hasta alcanzar una cantidad suficiente para el transporte a reciclador.
- **Transporte por logística inversa:** se ha considerado la posibilidad del transporte por logística inversa, aunque se desconoce si la distribución sería capaz de llevar a cabo esta opción por diversos motivos (normas de seguridad alimentaria y sanidad, cuestiones logísticas, etc.).

En esta opción, el propio camión de reparto de productos realiza la recogida de los envases vacíos devueltos al pasar por cada establecimiento con recogida automática de su ruta. Este camión vuelve cargado con los envases (ya clasificados y algo compactados por las máquinas RVM), por lo que el conductor invierte un tiempo no previsto en su ruta para la carga y descarga de los envases y para la firma del albarán en cada establecimiento. Los envases son almacenados en las instalaciones del distribuidor o envasador (almacén central/ centro logístico), donde serán compactados y almacenados en un autocompactor hasta alcanzar una cantidad suficiente para el transporte a reciclador.

- **Autocompactor:** en el caso de los hipermercados existe la posibilidad de ubicar un autocompactor en sus propias instalaciones (almacén exterior), donde los envases (ya clasificados y algo compactados por las máquinas RVM) se almacenarán y se compactarán nuevamente hasta alcanzar la cantidad suficiente para el transporte a reciclador.

Una vez identificados los distintos métodos, se estima la proporción de establecimientos por tipología comercial que optarían por cada método.

Tabla 12. Porcentaje de establecimientos por método de recogida¹⁰.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Compactador	Logística Inversa	Recogedor (almacén)	Recogedor--> Planta conteo
Hipermercados (>2500 m ²)	55%	45%	-	-
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	45%	55%	-
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	45%	55%	-
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	-	20%	10%	70%
Supermercados micro (<100 m ²)	-	-	-	100%
Tiendas tradicionales	-	-	-	100%

A partir de esta tabla se establece el número de establecimientos por método de recogida y el número de envases que se recogen por tipología comercial y método de recogida.

Tabla 13. Número de establecimientos por método de recogida.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Número de establecimientos por método de transporte			
	Compactador	Logística Inversa	Recogedor (almacén)	Recogedor--> Planta conteo
Hipermercados (>2500 m ²)	24	19	-	-
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	241	294	-
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	265	324	-
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	-	124	62	434
Supermercados micro (<100 m ²)	-	-	-	1.007
Tiendas tradicionales	-	-	-	2.577
Total	24	649	680	4.018

Tabla 14. Número de envases recogidos al año por método de transporte y categoría de establecimiento.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Número de envases recogidos al año por método de transporte			
	Compactador	Logística Inversa	Recogedor (almacén)	Recogedor--> Planta conteo
Hipermercados (>2500 m ²)	78.772.456	64.450.192	-	-
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	107.946.134	131.934.163	-
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	60.640.328	74.115.956	-
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	-	21.165.909	10.582.954	74.080.680
Supermercados micro (<100 m ²)	-	-	-	29.632.272
Tiendas tradicionales	-	-	-	52.209.241
Total	78.772.456	254.202.563	216.633.073	155.922.193

Dentro de cada uno de los métodos se han considerado una serie de variables asociadas al transporte.

Tabla 15. Variables estimadas asociadas al transporte.

Variables	Valor estimado
Tiempo total de jornada conductor (h/día)	8
Tiempo descanso jornada conductor (h/día)	0,5
Velocidad media de desplazamiento del camión (km/h)	40
Distancia origen al primer establecimiento (km)	25
Tiempo de recogida y carga en camión/establecimiento (min)	3
Tiempo firma albaranes/documentación por establecimiento (min)	1
Tiempo desplazamiento entre dos puntos recogida (min)	10
Tiempo de descarga en planta (min)	10
Distancia de la planta de conteo al origen (km)	25

Por otro lado, como se detallará más adelante en el epígrafe 5.3, mediante programas de análisis de información geográfica se ha determinado la ubicación más idónea en términos de distancia para las plantas de conteo a instalar en la Comunidad Valenciana. En base a estas ubicaciones, se ha calculado una distancia promedio desde los núcleos de población a la ubicación de las plantas de conteo ponderada por los habitantes. Se ha calculado la distancia promedio terrestre, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 16. Distancia promedio desde los núcleos a las plantas de conteo.

Distancia promedio desde los núcleos a la planta de conteo (km)	
Terrestre	36,78

5.2.1 MÉTODO RECOGEDOR A PLANTA DE CONTEO

Este método únicamente se ha considerado en establecimientos con recogida manual (70% de los supermercados pequeños, 100% de los supermercados micro y 100% de las tiendas tradicionales. Tabla 12), dado que en el caso de los establecimientos con recogida automática no es necesario que los envases pasen por una planta de conteo.

En primer lugar, se debe determinar la **frecuencia mínima de recogida** de los establecimientos. Para ello, se parte del dato número de bolsas generadas por establecimiento con recogida manual [envases devueltos a la semana (una vez aplicada la vía de recogida por la que optan). Da como resultado el número de envases devueltos por establecimiento según la vía de recogida al año (Tabla 7) / 52 semanas por año / capacidad de una bolsa (171 envases por bolsa)].

Tabla 17. Nº de bolsas semanales generadas por establecimiento con recogida manual.

Establecimientos de recogida manual	Nº de bolsas generadas a la semana por establecimiento
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	19
Supermercados micro (<100 m ²)	4
Tiendas tradicionales	3

Se estima el espacio promedio que cada tipología de establecimiento con recogida manual puede destinar al almacenamiento de estas bolsas.

Tabla 18. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento con recogida manual puede destinar al almacenamiento de bolsas¹⁰.

Establecimientos de recogida manual	Espacio de almacén (m ²)
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1,5
Supermercados micro (<100 m ²)	1,5
Tiendas tradicionales	1,5

A continuación, se multiplica el número de bolsas generadas por la superficie que ocupa cada bolsa llena (1 m²)¹⁴ y se divide entre el espacio de almacenamiento disponible (Tabla 18) para conocer la frecuencia mínima de recogida por establecimiento con recogida manual.

Tabla 19. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento con recogida manual.

Establecimientos de recogida manual	Número de veces por semana
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	14
Supermercados micro (<100 m ²)	3
Tiendas tradicionales	2

A partir de las variables expuestas en la Tabla 15 se ha calculado:

- el tiempo útil de recogida de los establecimientos con recogida manual (5,16 h/día):

Tiempo útil de recogida = tiempo total de jornada (8 h) - [tiempo de descanso (0,5 h) + tiempo de trayecto origen al primer establecimiento (25km / 40 km por h) + trayecto último establecimiento a planta de conteo (36,78 km / 40 km por h) + tiempo de descarga en la planta de conteo (10 min) + trayecto planta de conteo a origen (25km / 40 km por h)].

- el tiempo promedio de recogida en cada uno de los establecimientos (14 min por establecimiento):

Tiempo de recogida y carga en camión (3 min) + tiempo firma de albaranes (1 min) + tiempo de desplazamiento entre dos puntos de recogida (10 min)

De esta manera se ha obtenido que el número de establecimientos para este método de transporte que podría recoger un camión durante su jornada es 22 (tiempo útil de recogida/tiempo promedio de recogida en cada establecimiento), ya que en este caso el factor limitante es el tiempo y no el volumen de la caja del camión.

Para calcular el **número de camiones necesarios** para realizar la recogida de los establecimientos se aplica la siguiente fórmula:

(Nº total de establecimientos a recoger (Tabla 13) / Nº establecimientos recogidos por un camión en una jornada (22 establecimientos)) x (frecuencia de recogida (Tabla 19) / Nº días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)).

Tabla 20. Nº de camiones necesarios para el método de transporte recogedor a planta de conteo.

Establecimientos de recogida manual	Número de camiones necesarios
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	46
Supermercados micro (<100 m ²)	22
Tiendas tradicionales	39
Total	107

Se calculan los costes fijos, variables y de combustible por camión (32.534 euros anuales):

- capital total: 33.239 euros²¹ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%,
- seguros e impuestos: 1.500 euros¹⁵
- coste combustible (AxBxCxD = 20.051 euros al año)

- A. distancia recorrida por jornada (234 km/ día)
- B. jornadas de trabajo al año (de lunes a sábado) (299 días= 365 días/ año- 52 domingos - 14 festivos)
- C. consumo combustible del camión carga al 10% (0,27 litros/km)¹⁴
- D. precio combustible (1,06 euros/litro) de acuerdo con los datos del Ministerio de Fomento (precio medio gasóleo 2015 para transportistas)²².

- coste lubricantes (8% sobre el coste del combustible)¹⁵
- coste reparaciones y mantenimiento (8% sobre el coste del camión)¹⁵
- coste neumáticos (150 euros/ 40.000 km)¹⁵

El coste de personal se ha calculado teniendo en cuenta la plantilla equivalente necesaria para cubrir los puestos de trabajo de los conductores (1,4 empleados por puesto) y el coste laboral mensual de un conductor en la Comunidad Valenciana (2.108 euros/mes¹⁹). La suma de ambos costes da como resultado los **costes del equipo camión + conductor** (32.534 euros + 35.382 euros = 67.916 euros/ año).

De esta manera, los **costes totales del transporte por el método de recogedor a planta de conteo** se corresponden con:

costes del equipo camión-conductor (67.916 euros) x por el número de camiones necesarios (107 camiones) = 7.267.012 euros /año.

²¹ Página web de Nissan (Modelo Nissan NT400 cabstar comfort 3,5 ton 136 CV, caja cerrada aluminio).

²² Ministerio de Fomento. Promedio coste gasóleo para transportistas. Noviembre 2015

5.2.2 MÉTODO RECOGEDOR A ALMACÉN INTERMEDIO

Este método únicamente se ha considerado en establecimientos con recogida automática (55% de los supermercados grandes y de los medianos y 10% de los supermercados pequeños. Tabla 12).

Cabe destacar que en este caso es necesario contemplar el uso de unas cajas especializadas para poder transportar las balas de envases compactados por la máquina RVM.

En primer lugar, se debe determinar la **frecuencia mínima de recogida** de los establecimientos. Para ello, se parte del dato número de cajas generadas por establecimiento con recogida automática:

(Nº de envases devueltos a la semana por establecimiento (Tabla 7 / 52 semanas al año) / capacidad de una caja (2.150 envases compactados por caja¹⁰).

Tabla 21. Nº de cajas generadas a la semana por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Nº cajas / semana
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	4
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2
Total	8

El espacio promedio que cada tipología comercial puede destinar al almacenamiento de estas cajas se estima en la siguiente tabla.

Tabla 22. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento del método recogedor a almacén intermedio puede destinar al almacenamiento de cajas¹⁰.

Establecimientos	Espacio de almacén (m ²)
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	3
Supermercados medianos (400-999 m ²)	1,5
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1,5

A continuación, se multiplica el número de cajas generadas por la superficie que ocupa cada caja (1 m² por caja¹⁴) y se divide entre el espacio de almacenamiento disponible para conocer la frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Tabla 23. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Veces a la semana
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2

En segundo lugar, se calculan los **costes** que asume el establecimiento en relación al **espacio de almacenamiento ocupado** (*espacio de almacén (Tabla 22) x coste alquiler superficie comercial en Comunidad Valenciana (8,39 euros/m² al mes) x 12 meses*) y la **inversión en cajas** (*Nº de cajas necesarias (Tabla 25) x precio unitario de cada caja (141 euros¹⁴)*).

Tabla 24. Coste espacio ocupado por las cajas por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Euros /año
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	302
Supermercados medianos (400-999 m ²)	151
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	151

A la hora de calcular el coste de las cajas, se ha computado doble de cajas puesto que cada vez que se realiza la recogida, el gestor se lleva las cajas llenas de envases y deben quedar cajas vacías en el establecimiento que se irán llenando hasta la próxima recogida.

Tabla 25. Nº de cajas necesarias a la semana por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Nº cajas necesarias a la semana
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	8
Supermercados medianos (400-999 m ²)	4
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	4

Tabla 26. Inversión en cajas por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Euros por establecimiento
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.128
Supermercados medianos (400-999 m ²)	564
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	564

De la misma manera que en el caso anterior, a partir de las variables expuestas en la Tabla 15 se ha calculado el tiempo útil de recogida de los establecimientos con método recogedor a almacén intermedio (en este caso 5,79 h/día), así como el tiempo promedio de recogida en cada uno de los establecimientos (14 min por establecimiento) para obtener el número de establecimientos que podría recoger un camión durante su jornada (25 establecimientos por jornada). Ya que en este caso el factor limitante es el tiempo, y no el volumen de la caja del camión.

Para calcular el **número de camiones necesarios** para realizar la recogida de los establecimientos se aplica la siguiente fórmula:

$(N^{\circ} \text{ total de establecimientos a recoger (Tabla 13)} / N^{\circ} \text{ establecimientos recogidos por un camión en una jornada (25 establecimientos)}) \times (\text{frecuencia de recogida (Tabla 23)} / N^{\circ} \text{ días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)})$.

Tabla 27. Nº de camiones necesarios para el método de transporte recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Nº camiones necesarios
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	4
Supermercados medianos (400-999 m ²)	4
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1
Total	9

Se calculan los costes fijos, variables y de combustible del camión (31.826 euros anuales):

- capital total: 33.239 euros²¹ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%,
- seguros e impuestos: 1.500 euros¹⁵
- coste combustible (AxBxCxD = 19.440 euros al año)
 - A. distancia recorrida por jornada (227 km / día)
 - B. jornadas de trabajo al año (de lunes a sábado) (299 días= 365 días/ año- 52 domingos - 14 festivos)
 - C. consumo combustible del camión carga al 10% (0,27 litros/km)¹⁴
 - D. precio combustible (1,06 euros/litro)²²
- coste lubricantes (8% sobre el coste del combustible)¹⁵
- coste reparaciones y mantenimiento (8% sobre el coste del camión)¹⁵
- coste neumáticos (150 euros/ 40.000 km)¹⁵

El coste de personal se ha calculado teniendo en cuenta la plantilla equivalente necesaria para cubrir los puestos de trabajo de los conductores (1,4 empleados por puesto) y el coste laboral mensual de un conductor en la Comunidad Valenciana (2.108 euros/ mes¹⁹). La suma de ambos costes multiplicada por el número de camiones necesarios da como resultado los **costes totales del equipo camión + conductor** (31.826 euros + 35.382 euros = 67.208 euros/año x 9 camiones = 604.872 euros/año).

A continuación se calculan los **costes relativos al autocompactor**:

- **Nº de vaciados de las máquinas RVM:** *Nº de envases devueltos a cada establecimiento (Tabla 14) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).*

Tabla 28. Nº vaciados máquina RVM por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio al año.

Establecimientos	Número vaciados máquina RVM al año
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	209
Supermercados medianos (400-999 m ²)	106
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	79
Total	394

- **Nº de vaciados del autocompactor:** los envases devueltos a la máquina son compactados en las cajas, ocupando un volumen promedio de 0,17 m³ por caja¹⁵.

Volumen generado = Volumen promedio (0,17 m³) x Nº cajas (vaciados) de las máquinas.

Nº vaciados autocompactor = volumen generado / volumen del autocompactor (22 m³)¹⁵.

Tabla 29. Nº vaciados autocompactor por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio al año.

Establecimientos	Número vaciados autocompactor al año
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1,6
Supermercados medianos (400-999 m ²)	0,8
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	0,6
Total	3,05

- **Coste anual del autocompactor** (3.859 euros al año por establecimiento):

Coste anual alquiler autocompactor (300 euros al mes x 12 meses) + coste anual del vaciado (85 euros por vaciado x 3,05 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte del método recogedor a almacén intermedio** (3.936.742 euros al año) se corresponden con:

- (costes del espacio ocupado + inversión en cajas) x Nº de establecimientos de cada categoría que optarán por este método (Tabla 13).
- coste equipo camión-conductor x Nº de camiones necesarios.
- coste de alquiler y vaciado del autocompactor x Nº de establecimientos de cada categoría que optarán por este método (Tabla 13).

5.2.3 MÉTODO LOGÍSTICA INVERSA

En este método únicamente se ha considerado en establecimientos con recogida automática (45% de los hipermercados, supermercados grandes y medianos y 20% de los supermercados pequeños. Tabla 12).

Al igual que ocurre con el método anterior, en este caso también es necesario contemplar el uso de unas cajas especializadas para poder transportar las balas de envases compactados por la máquina RVM.

En primer lugar, se debe determinar la **frecuencia mínima de recogida** de los establecimientos. Para ello, se parte del dato número de cajas generadas por establecimiento con recogida automática (*(Nº de envases devueltos a la semana por establecimiento (Tabla 7 / 52 semanas al año) / la capacidad de una caja (2.150 envases por caja)).*

Tabla 30. Nº de cajas semanales generadas por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Nº de cajas generadas a la semana por establecimiento
Hipermercados (>2500 m ²)	30
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	4
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2

El espacio promedio que cada tipología comercial puede destinar al almacenamiento de estas cajas se estima en la siguiente tabla.

Tabla 31. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento del método logística interna puede destinar al almacenamiento de cajas¹⁰.

Establecimientos	Espacio de almacén (m ²)
Hipermercados (>2500 m ²)	5
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2
Supermercados medianos (400-999 m ²)	1,5
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1,5

A continuación, se multiplica el número de cajas generadas por la superficie que ocupa cada caja (1 m² por caja¹⁴) y se divide entre el espacio de almacenamiento disponible para conocer la frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método logística inversa.

Tabla 32. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Veces a la semana
Hipermercados (>2500 m ²)	6
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	3
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2

En segundo lugar, se calculan los **costes** que asume el establecimiento en relación al **espacio de almacenamiento ocupado** (*espacio de almacén (Tabla 31) x coste alquiler superficie comercial x 12 meses*) y la **inversión en cajas** (*Nº de cajas necesarias (Tabla 34) x precio unitario de cada caja (141 euros¹⁴)*).

Tabla 33. Coste espacio ocupado por las cajas por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Euros /año
Hipermercados (>2500 m ²)	503
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	201
Supermercados medianos (400-999 m ²)	151
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	151

A la hora de calcular el coste de las cajas, se ha computado doble de cajas puesto que cada vez que se realiza la recogida, el gestor se lleva las cajas llenas de envases y deben quedar cajas vacías en el establecimiento que se irán llenando hasta la próxima recogida.

Tabla 34. Nº de cajas necesarias a la semana por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Nº cajas necesarias a la semana
Hipermercados (>2500 m ²)	60
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	9
Supermercados medianos (400-999 m ²)	5
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	4

Tabla 35. Inversión en cajas por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Euros por establecimiento
Hipermercados (>2500 m ²)	8.460
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.269
Supermercados medianos (400-999 m ²)	705
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	564

De la misma manera que en el caso anterior, a partir de las variables expuestas en la Tabla 15 se ha calculado el tiempo útil de recogida de los establecimientos con recogida automática (5,79 h/día), así como el tiempo promedio de recogida en cada uno de los establecimientos (14 min por establecimiento) para obtener el número de establecimientos que podría recoger un camión durante su jornada (25 establecimientos por jornada). Ya que en este caso el factor limitante es el tiempo, y no el volumen de la caja del camión.

Para calcular el **número de camiones necesarios** para realizar la recogida de los establecimientos se aplica la siguiente fórmula:

$(N^{\circ} \text{ total de establecimientos a recoger} / N^{\circ} \text{ establecimientos recogidos por un camión en una jornada (25 establecimientos)}) \times (\text{frecuencia de recogida (Tabla 32)} / N^{\circ} \text{ días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)})$.

Tabla 36. N° de camiones necesarios para el método de transporte logística inversa.

Establecimientos	Número camiones necesarios
Hipermercados (>2500 m ²)	1
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	5
Supermercados medianos (400-999 m ²)	4
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2
Total	12

En este caso, solo se contemplan los **costes relativos al 20% de los costes de personal**, (7.076 euros anuales), dado que el personal debe dedicar tiempo no contemplado en su jornada usual de reparto a la carga y descarga de los envases (3 minutos por establecimiento) y firma de albaranes (1 minuto por establecimiento). No se han considerado ni los costes de combustible, ni los costes de inversión de los vehículos de recogida.

La multiplicación de los costes relativos al 20% de los costes de personal por el número de camiones necesarios da como resultado los **costes de personal totales** para este método (7.076 euros x 12 camiones = 84.912 euros).

A continuación se calculan los **costes relativos al autocompactor**:

- **N° de vaciados de las máquinas RVM:** *N° de envases devueltos a cada establecimiento (Tabla 14) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).*

Tabla 37. N° vaciados máquina RVM por establecimiento del método logística inversa al año.

Establecimientos	Número vaciados máquina RVM al año
Hipermercados (>2500 m ²)	1.549
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	209
Supermercados medianos (400-999 m ²)	106
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	79
Total	1.943

- **N° de vaciados del autocompactor:** los envases devueltos a la máquina son compactados en las cajas, ocupando un volumen promedio de 0,17 m³ por caja¹⁵.

$\text{Volumen generado} = \text{Volumen promedio (0,17 m}^3) \times N^{\circ} \text{ cajas (vaciados) de las máquinas}$

$N^{\circ} \text{ vaciados autocompactor} = \text{volumen generado} / \text{volumen del autocompactor (22 m}^3)^{15}$.

Tabla 38. N° vaciados autocompactor por establecimiento del método logística inversa al año.

Establecimientos	Número vaciados autocompactor al año
Hipermercados (>2500 m ²)	12,0
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1,6
Supermercados medianos (400-999 m ²)	0,8
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	0,6
Total	15

- **Coste anual del autocompactor :** (4.875 euros al año por establecimiento):

Coste anual alquiler autocompactor (300 euros al mes x 12 meses) + coste anual del vaciado (85 euros por vaciado x 15 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte del método de logística inversa** (4.093.513 euros al año) se corresponden con:

- (costes del espacio ocupado + inversión en cajas) x Nº de establecimientos de cada categoría que optarán por este método (Tabla 13).
- el 20% del salario de la plantilla equivalente necesaria.
- coste de alquiler y vaciado del autocompactor x Nº de establecimientos de cada categoría que optarán por este método (Tabla 13).

5.2.4 MÉTODO AUTOCOMPACTADOR

En este método únicamente se ha considerado en establecimientos con recogida automática (Tabla 12).

En este caso, basta con calcular los **costes relativos al autocompactor**. Para ello, hay que realizar las siguientes operaciones:

- **Nº de vaciados de las máquinas RVM:** *Nº de envases devueltos por establecimiento (Tabla 7) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).*

Tabla 39. Nº vaciados máquina RVM por establecimiento del método autocompactor al año.

Establecimientos	Número vaciados máquina RVM al año
Hipermercados (>2500 m ²)	1.549

- **Nº de vaciados del autocompactor:** los envases devueltos a la máquina son compactados en las cajas, ocupando un volumen promedio de 0,17 m³ por caja¹⁵.

Volumen generado = Volumen promedio (0,17 m³) x Nº cajas (vaciados) de las máquinas

Nº vaciados autocompactor = volumen generado / volumen del autocompactor (22 m³)¹⁵.

Tabla 40. Nº vaciados autocompactor por establecimiento del método autocompactor al año.

Establecimientos	Número vaciados autocompactor al año
Hipermercados (>2500 m ²)	11,97

- **Coste anual del autocompactor:** (4.620 euros al año por establecimiento):

Coste anual alquiler autocompactor (300 euros al mes x 12 meses) + coste anual del vaciado (85 euros por vaciado x 11,97 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte por el método autocompactor** (109.205 euros al año) son:

coste anual del autocompactor x Nº de establecimientos que optarán por este método (24 establecimientos (Tabla 13)).

5.3. FASE DE CLASIFICACIÓN: PLANTAS DE CONTEO

Los envases recogidos manualmente son trasladados a las plantas de conteo, donde serán contabilizados, clasificados y compactados, para posteriormente ser recogidos por un reciclador.

En primer lugar, se debe calcular el **número de plantas de conteo necesarias** (estimando que cada planta contendrá una máquina de conteo) para gestionar los envases devueltos vía manual. Para ello, se siguen los siguientes pasos:

- **Días de trabajo de la planta:** se establece que la planta estará abierta todos los días del año excepto 14 días festivos²³ (365 días al año - 14 días = 351 días).
- **Horario de trabajo de la planta:** la planta trabajará a dos turnos de 8 horas cada uno (16 h/día).

²³ Estatuto de los trabajadores

- **Tiempo efectivo de funcionamiento de la máquina de conteo:** se dedican 2 horas al día a la limpieza y mantenimiento de las máquinas de conteo¹⁴, por lo que el tiempo efectivo (h/año) se calcula de la siguiente manera:

Tiempo efectivo planta de conteo (4.912 h/año) = días de trabajo de la planta al año (351 días) x (horario de trabajo (16 h/día)- tiempo de mantenimiento (2 h/día)).

- **Máquinas de conteo necesarias:** se calculan aplicando la siguiente fórmula:

Capacidad anual de conteo por máquina (58´9 millones de envases) = capacidad nominal de la máquina (200 envases/minuto²⁴) x el tiempo efectivo (4.912 h/año)

Nº de máquinas necesarias (3 máquinas) = total de envases recogidos por vía manual (156 millones d envases) / la capacidad de conteo/máquina (58,9 millones de envases).

Siguiendo la metodología de cálculo expuesta, en el caso de la Comunidad Valenciana, se han obtenido **3 máquinas de conteo** (3 plantas de conteo).

Para calcular el **coste total de las plantas de conteo**, se suman las siguientes partidas y se multiplica por el número de máquinas obtenido anteriormente (se asume una máquina de conteo por planta):

- **Coste de maquinaria por planta:**
 - coste capital total por máquina de conteo: 200.000 euros por máquina¹⁴ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%
 - coste de instalación por máquina: 20.000 euros¹⁴,
 - 60 metros de cinta transportadora: (1.500 euros/m²)¹⁴ x 60 metros.
 - 2 prensas multimaterial por planta de conteo: 45.000 euros por prensa¹⁵ x 2 prensas.
- **Coste de personal por planta:** se necesitan 4 operarios por planta, para ello se aplica la siguiente fórmula:

4 operarios x plantilla equivalente (1,6) x coste empresa de un operario (27.150 euros al año¹⁵).
- **Coste de explotación por planta** (70.496 euros anuales¹⁵): incluyen los consumos energéticos, el vestuario, el material de prevención para los operarios, el mantenimiento de la urbanización y de los distintos equipos.

- **Coste de obra civil** amortizado a 20 años a un interés del 5%:

(350 euros/m²)¹⁵ x 1.100 m² por planta de conteo¹⁴.

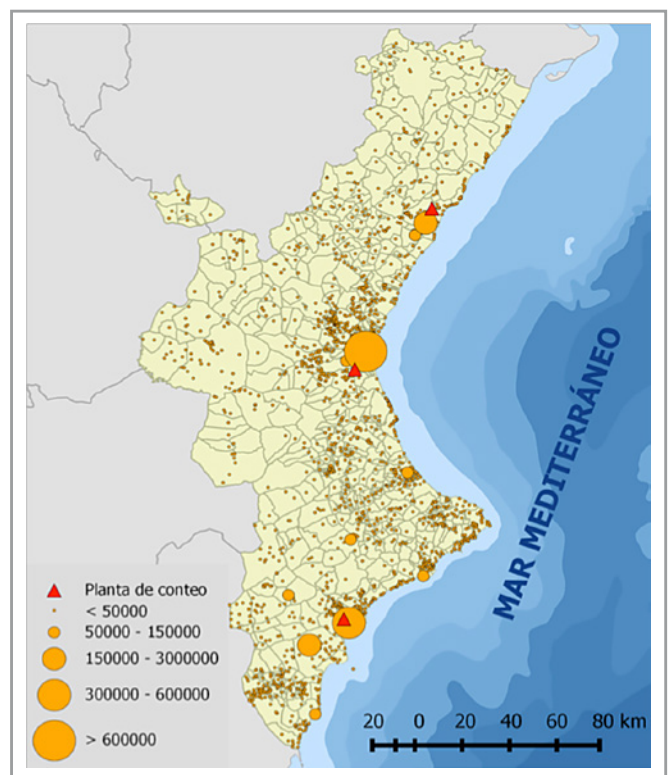
5.3.1 UBICACIÓN DE PLANTAS DE CONTEO

Se propone ubicar una planta de conteo en cada provincia (Alicante, Castellón y Valencia), sumando un total de 3.

Para establecer una posible ubicación dentro de cada una de las provincias se ha calculado la distancia media ponderada por la población de cada municipio y de esta manera se ha seleccionado el punto más equidistante de cada una de las provincias mencionadas.

En el siguiente mapa se puede ver que el peso de las capitales provinciales y otras ciudades importantes es decisivo en la ubicación de las plantas de conteo.

Imagen 4. Ubicación de las plantas de conteo en la Comunidad Valenciana.



²⁴ Página web de Anker Andersen.

5.3.2 DISTANCIAS

En el modelo planteado, las ubicaciones de las plantas de conteo estimadas en el apartado anterior sirven para realizar el cálculo de los costes de recogida y transporte de los envases devueltos a través del SDDR.

El cálculo de distancias corresponde al promedio de la distancia desde el centro de cada uno de los municipios hasta la planta de conteo más próxima ponderado por los habitantes de cada uno de los municipios.

Tabla 41. Distancia promedio en la Comunidad Valenciana.

Distancia terrestre promedio por provincia (km)	
Alicante	39,35
Castellón	36,39
Valencia	34,45
Distancia terrestre promedio	36,78

Con todo ello, la distancia promedio de cada uno de los municipios que componen la Comunidad Valenciana a la planta de conteo más próxima, sería de 36,78 km.

5.4. FASE DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS: SISTEMA CENTRAL

Para la gestión del sistema se requiere la existencia de una entidad que se responsabilice del proceso. Se precisarán oficinas, equipos materiales, personal y un software informático potente para administrar toda la información de los envases devueltos y clasificados, ya sea por vía manual o automática, y los flujos de los depósitos entre los agentes implicados. Además, también son los responsables de las campañas de comunicación para dar a conocer el sistema y las obligaciones de cada parte integrante.

Los costes de este sistema central se han estimado en un 3,32% de los costes directos, haciendo una media entre el 5% considerado por la consultora Sismega y el 1,63% estimado por la consultora Eunomia en sus respectivos estudios económicos.

Cabe señalar que Infinitum, la entidad responsable de gestionar el sistema de depósito para envases de bebida de un solo uso en Noruega desde hace 18 años, destinó alrededor de un 5% de los costes directos a esta partida en el año 2013²⁵.

²⁵ Informe Anual Infinitum 2013.

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

En este estudio se ha planteado un modelo que estima el coste económico que supondría la implantación del Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) en la Comunidad Valenciana.

De acuerdo con los datos de partida, se estima que se van a generar al año un total de 20.460.378 kg de envases susceptibles de ser gestionados por el SDDR. De esta cantidad un 90% será devuelto por los consumidores a los establecimientos comerciales de venta de bebidas (18.414.340 kg/año).

Una de las principales variables que van a influir en los costes de implantación del SDDR es si la vía de recogida es manual o automática.

La recogida manual de los envases consiste en que el dependiente del comercio es el que se encarga de recoger los envases sin compactar, devolver el depósito al cliente y almacenar las bolsas hasta su recogida.

En el caso de la vía de recogida automática, el comercio asume la instalación de una máquina RVM, que se ocupará de recoger, clasificar y compactar los envases. Finalmente, devuelve a los clientes un ticket por el valor del depósito y un dependiente deberá canjear el ticket por su valor económico.

Se ha estimado que los envases van a ser devueltos en el mismo establecimiento donde se vendieron. De esta manera, y de acuerdo con la cuota de mercado por establecimiento comercial, publicada en el anuario de Nielsen de 2010 y el número de establecimientos de cada categoría, a cada establecimiento comercial le serán devueltos el siguiente número de envases, (como ya se vio en la tabla 6):

Tabla 42. Número de envases devueltos por establecimiento según la vía al año.

Categoría de establecimientos de alimentación y bebidas	Vía con recogida manual	Vía con recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	-	143.222.648
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	239.880.297
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	134.756.285
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	74.080.680	31.748.869
Supermercados micro (<100 m ²)	29.632.272	-
Tiendas tradicionales	52.209.241	-

Tal y como puede observarse, la mayor parte de los envases van a ser devueltos por la vía automática, ya que es en los grandes establecimientos de alimentación y bebidas dónde más volumen de ventas se produce actualmente.

Dentro la fase de comercio de la vía de recogida automática, se han contabilizado los gastos de instalación de las máquinas RVM necesarias para satisfacer el volumen de trabajo en horarios pico de mayor afluencia (2 horas al día y jornada del sábado). Considerando el volumen de envases y residuos

de envase devueltos a los establecimientos y el horario promedio de apertura de los mismos, se ha considerado que sería necesario instalar 7 máquinas RVMs en Hipermercados de más de 2.500 m² y 1 para el resto de establecimientos de la Comunidad Valenciana con superficies superiores a 100 m². Además también se ha tenido en cuenta el coste laboral relativo al tiempo invertido por el dependiente en el vaciado y mantenimiento de las máquinas, entre otros gastos derivados de su funcionamiento (rollos de papel, gasto energético, etc.).

Por otra parte, en los establecimientos con vía de recogida manual (establecimientos de menos de 100 m² de superficie y 70% de los supermercados pequeños) los costes de la fase de comercio contemplados comprenden el tiempo que el dependiente dedica al reconocimiento y almacenaje de los envases en bolsas, así como el gasto derivado del espacio adicional necesario para almacenar las bolsas hasta el momento de la recogida.

De esta manera, dentro de la fase de comercio, se han obtenido los siguientes costes:

Tabla 43. Coste de la fase de comercio por establecimiento según vía de recogida (€/año/establecimiento).

Categoría de establecimientos de alimentación y bebidas	€/año por establecimiento	
	Vía recogida manual	Vía recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	-	88.977
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	12.711
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	12.711
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	13.220	12.711
Supermercados micro (<100 m ²)	2.277	-
Tiendas tradicionales	1.569	-

Evidentemente, en aquellos comercios en los que es necesario instalar máquinas RVM los costes de implantación de la fase de comercio serán significativamente superiores. Sin embargo, a estas estimaciones hay que añadir los costes del método de transporte expuestos a continuación.

Tabla 44. Coste anual de cada método de transporte.

Tipo de transporte	Coste anual (€/año)
Recogedor - Planta de Conteo (recogida manual)	7.267.012
Recogedor a almacén intermedio	3.936.742
Logística inversa	4.093.513
Autocompactor	109.205

En la Tabla 44 se puede apreciar que el tipo de transporte más económico es el que utiliza un autocompactor en el mismo comercio. Esta opción sería la escogida por un 55% de los hipermercados, que son los establecimientos que tendrían el espacio suficiente para instalar el autocompactor y las máquinas RVM.

Por el contrario, el método de transporte más caro sería el de los envases recogidos mediante la vía de recogida manual en los pequeños comercios. Para la recogida de los envases sin compactar y su transporte hasta la planta de conteo serían necesarios 107 camiones.

Se ha estimado que para clasificar y compactar el volumen de envases recogidos manualmente (15 millones de envases anuales) en la Comunidad Valenciana sería necesaria la instalación de 3 plantas de conteo, una por cada provincia y que se ubicaría a una distancia óptima de los núcleos de población, minimizando así los gastos de transporte. El coste total de instalar dichas plantas de conteo en la Comunidad Valenciana ascendería a 1.024.832 €/año.

Tabla 45. Coste anual de las distintas fases del sistema.

Fases del sistema	Coste anual (€/año)
Fase de comercio establecimiento con recogida automática	20.477.459
Fase de comercio establecimiento con recogida manual	12.075.683
FASE DE COMERCIO	32.553.142
Transporte a planta de conteo	7.267.012
TRANSPORTE RECOGIDA MANUAL	7.267.012
Transporte con recogedor a almacén intermedio	3.936.742
Transporte con logística inversa	4.093.513
Transporte con autocompactador	109.205
TRANSPORTE RECOGIDA AUTOMÁTICA	8.139.460
TRANSPORTE TOTAL	15.406.472
PLANTAS DE CONTEO	1.024.832
COSTE DIRECTO	48.984.446

Como se puede ver, la fase de mayor peso es la fase de comercio. Y dentro de la fase de transporte, como ya se ha comentado, el método de transporte a planta de conteo.

De este modo, considerando los gastos instalación en los comercios, los gastos de transporte y los derivados de la instalación de las plantas de conteo necesarias, los **costes directos** de implantar un SDDR en la Comunidad Valenciana ascenderían a **48.984.446 €/año**.

También habría que considerar los costes asociados al sistema central (alquiler de oficinas, equipos materiales, personal, software informático, etc.), que representan un 3,32% de los costes directos (**1.626.284 euros anuales**).

Por otro lado, el sistema percibe ingresos por dos vías:

- **Venta del material devuelto:** Se establece un precio de venta por tonelada para cada tipo de material.

Tabla 46. Valor de venta por tonelada para cada tipo de material¹⁰

Tipo de material	Euros por tonelada
PET	292
Acero	195
Aluminio	750

Estos precios se multiplican por las toneladas recuperadas de cada material (se puede consultar la explicación en el epígrafe 5.1.1), lo que da como resultado los ingresos por venta del material.

Tabla 47. Toneladas recuperadas por materiales en la Comunidad Valenciana

Tipo de material	Toneladas anuales recuperadas
PET	12.901
Acero	5.061
Aluminio	452
Total	18.414

Tabla 48. Ingresos por venta de material.

Tipo de material	Ingresos (euros/año)
PET	3.767.092
Acero	986.895
Aluminio	339.000
Total	5.092.987

- **Depósitos no devueltos:** se estima que un 10% de los envases no serán devueltos a los establecimientos, por lo que el depósito que se pagó al comprar el producto no se devuelve al consumidor y permanece en el sistema para financiarlo. Se establece un depósito de 0,10€ por envase, de acuerdo con las declaraciones públicas en diferentes medios de la Generalitat Valenciana. Al multiplicar esta cantidad por los envases no devueltos, se obtienen los ingresos por esta vía.

Tabla 49. Ingresos por envases no devueltos.

Establecimientos de venta de bebidas	Nº de envases no devueltos	Ingresos (euros anuales)
Hipermercados (>2500 m ²)	15.913.628	1.591.363
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	26.653.366	2.665.337
Supermercados medianos (400-999 m ²)	14.972.920	1.497.292
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	11.758.838	1.175.884
Supermercados micro (<100 m ²)	3.292.475	329.247
Tiendas tradicionales	5.801.027	580.103
Total	78.392.254	7.839.226

Por tanto, los **ingresos** totales del sistema serían de **12.932.213 euros anuales**.

Con todo ello, los costes netos ((costes directos + costes sistema central) - ingresos) del sistema serían de **37.678.517 euros anuales**.

Tabla 50. Principales costes e ingresos del SDDR.

Costes directos (CD)	Costes sistema central (CSC)	Ingresos (I)	Costes netos CN = (CD + CSC) - I
48.984.446	1.626.284	12.932.213	37.678.517

Con el objetivo de hacer una comparativa de los posibles costes del SDDR en la Comunidad Valenciana y el SCRAP actual, se han calculado los costes por kilogramo gestionado, envase gestionado y familia de ambos sistemas.

Para calcular los costes por envase y por kilogramo del SCRAP actual se han utilizado las tarifas de Punto Verde 2011-2016 publicadas en la página web de Ecoembes²⁶ y las toneladas adheridas al sistema de depósito (se puede consultar la explicación en el epígrafe 5.1.1).

Tabla 51. Tarifas Punto Verde de Ecoembes.

Tipo de material	Euros/kg
PET	0,377
Acero	0,085
Aluminio	0,102

Para calcular los costes referentes al SDDR se han utilizado la cantidad de materiales adheridos al sistema en kilogramos mencionada en el epígrafe 5.1.1 y el número de envases adheridos al sistema mencionado en el epígrafe 5.1.2.

Por otro lado, se estima que cada familia consume al año de media 704 envases de bebida (262 envases por miembro x 2,69 miembros por familia)²⁷, por lo que cada familia tendría que asumir un gasto extra medio de 37,6 euros anuales (704 envases x 0,0534 euros por envase) si se implantase el SDDR en la Comunidad Valenciana (además de adelantar una fianza). Actualmente a cada familia le supone 5,33 euros anuales (704 envases x 0,0076 euros por envase) que los envases que consume sean gestionados correctamente.

Tabla 52. Comparativa entre coste estimado para el SDDR y coste del SCRAP actual.

Tipo de coste	Coste anual (€/año)	
	Estimación SDDR	SCRAP actual ²⁸
Por kg gestionado	2,05	0,29
Por envase gestionado	0,0534	0,0076
Por familia	37,60	5,33

Como se puede ver, el coste estimado para el SDDR es **7,1 veces superior** al coste del sistema actual.

²⁶ Elaboración Página web de Ecoembes <https://www.ecoembes.com/es/empresas/empresas-adheridas/tarifas-punto-verde>.

²⁷ Datos publicados por la consultora Nielsen en 2010.

²⁸ Costes obtenidos a partir de las tarifas Punto Verde por materiales publicadas por Ecoembes para el periodo 2011-2016, las toneladas de envases adheridas al sistema, el número de miembros por familia publicado por el INE y la población de la Comunidad Valenciana (INE 2014).

7. TASA DE RECICLADO

La elevada generación de residuos es uno de los problemas ambientales más graves a los que se enfrenta la sociedad. Los residuos generan problemas de contaminación e indican la mala gestión de valiosos y escasos recursos naturales.

En cuanto al caso que nos ocupa, como ya se ha mencionado, el SDDR gestiona sólo una parte de los envases ligeros; envases de bebida de un solo uso de plásticos PET, acero y aluminio de entre 0,1 y 3 litros, que contengan agua, zumos, refrescos y cerveza.

En las últimas décadas, en nuestro país se ha avanzado en gran medida en la gestión de fracciones de recogida separada.

En primer lugar, a partir de la cantidad de material de envases ligeros adherido a Ecoembes en la Comunidad Valenciana y los porcentajes de material susceptible de entrar en el SDDR (sobre el total de envases ligeros) obtenidos en las caracterizaciones realizadas por Ecoembes en 2012, se obtienen las toneladas de material que se encontrarían adheridas al SDDR y al SCRAP, así como los porcentajes que representan dichas cantidades sobre el total de envases ligeros.

Por otra parte, se estima una tasa de retorno para el SDDR de un 90% y la tasa de reciclado para el SCRAP resultante igual a la tasa de reciclado actual en Comunidad Valenciana.

Para calcular la tasa de reciclado de envases ligeros global que se espera obtener en la Comunidad Valenciana (TR_e), se realizan las siguientes operaciones:

- Se multiplica la tasa de retorno estimada para el SDDR (90%) por el porcentaje que representan los envases SDDR sobre el total (envases de bebida de un solo uso de PET, acero y aluminio de entre 0,1 y 3 litros (16,9%)
- Se multiplica la tasa de reciclado estimada para el SCRAP resultante (74%²⁹) por el porcentaje que representan los envases gestionados vía SCRAP sobre el total (83,1%). Se considera que los ciudadanos van a tener el mismo comportamiento que tienen actualmente, es decir, que la tasa se mantendría igual a la actual, 74% en 2014.
- Se suman los valores obtenidos de las anteriores operaciones para obtener la tasa esperada de reciclado.
- La diferencia entre la tasa actual de reciclado de envases ligeros (74%) y la tasa esperada de reciclado de envases ligeros (TR_e), sería el incremento obtenido como consecuencia de la implantación del SDDR.

Ello supone asumir dos hipótesis optimistas:

- Que el SDDR para alcanzar una tasa de recuperación del 90% requeriría algunos años hasta que la madurez del sistema pudiera conseguir dichos resultados.
- Que el SDDR no perjudicará el actual comportamiento del ciudadano respecto al reciclado voluntario de los envases que seguiría gestionando el SCRAP. Cabe la posibilidad de que haya ciudadanos que reaccionen a la obligatoriedad del SDDR y reduzcan su participación de la fracción voluntaria de los envases.

²⁹ Tasa de reciclado actual en la Comunidad Valenciana en 2014. Ecoembes

Tabla 53. Cálculo del incremento esperado en la tasa de reciclado sobre la tasa actual.

Variables consideradas	SDDR	SCRAP paralelo al SDDR
Porcentaje de materiales sobre el total de envases ligeros	16,9%	83,1%
Tasa de retorno estimada	90%	TRA= 74%
Tasa de reciclado total esperada (TR _E)	$(16,9\% \times 90\%) + (83,1\% \times 74\%) = 76,7\%$	
Aumento en puntos porcentuales de la tasa de reciclado respecto a la actual	TR_E - TR_A = 76,7% - 74% = 2,7%	

En base a los resultados obtenidos, y estimando una tasa de retorno del 90% como ya se ha comentado, la cantidad de material susceptible de ser gestionado por el SDDR y la cantidad de material devuelto a los establecimientos por los ciudadanos, sería la siguiente:

Tabla 54. Cantidad de material SDDR generado y reciclado.

Cantidad de material SDDR	PET	Acero	Aluminio	Total SDDR
Generado (kg/año)	14.334.395	5.623.899	502.085	20.460.378
Reciclado (kg/año)	12.900.956	5.061.509	451.876	18.414.340

Teniendo en cuenta la tasa de reciclado y la cantidad de material adherido al sistema actual de gestión, en este estudio se ha estimado que la implantación del Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) en la Comunidad Valenciana produciría un **incremento en la tasa de reciclado de 2,7 puntos porcentuales** sobre la tasa de reciclado actual.

Es importante aclarar que la cantidad de material reciclado a través del SDDR no supondría una cantidad adicional a la cantidad reciclada a través del sistema actual, ya que gran parte de este material se está recuperando ya con el SCRAP en funcionamiento.

Para obtener los kilogramos reciclados por habitante a través del sistema actual se multiplican los kilogramos adheridos al sistema actualmente en la Comunidad Valenciana (121.390.924 kilogramos)¹¹ y se multiplica por la tasa de reciclado actual en esta comunidad (74%). Y se divide este dato por el número de habitantes.

Para obtener los kilogramos que se reciclarían a través del SDDR se multiplican los kilogramos adheridos al sistema de depósito (20.460.378 kilogramos. Consultar epígrafe 5.1.1) y se multiplica por la tasa de reciclado estimada para este sistema (90%). Y al igual que en el caso anterior se divide entre el número de habitantes.

Tabla 55. Kilogramos reciclados por habitante por cada uno de los sistemas por materiales en Comunidad Valenciana.

Población	Habitantes	Kg por habitante	
		SCRAP (Ecoembes)	SDDR
Censada ³⁰	4.980.689	18,03	3,70

³⁰ Instituto Nacional de estadística (1 de enero de 2015).

Tal y como se puede observar, con el SDDR **se recicla aproximadamente la quinta parte de materiales** que con el SCRAP actual gestionado por Ecoembes, dado que se trata de un sistema universal que gestiona todo tipo de envases domésticos (excepto vidrio, que es gestionado por Ecovidrio).

Asimismo, como ya se ha mencionado anteriormente, **la estimación de kilogramos reciclados por habitante a través del SDDR expuesta en la tabla anterior no supondría una cantidad adicional** a la cantidad de material reciclado a través del sistema actual.

A continuación se expone una tabla donde se muestra la tendencia de la tasa de reciclado actual en Comunidad Valenciana, correspondiente a los envases depositados en el contenedor de envases ligeros y de papel/cartón.

Tabla 56. Tendencia de la tasa actual de reciclado en Comunidad Valenciana durante el periodo 2012-2014³¹

Año	Aumento tasa de reciclado en puntos porcentuales	Aumento acumulado tasa de reciclado en puntos porcentuales
2012	2,7	2,7
2013	0,7	3,4
2014	7,6	11
Aumento promedio anual	3,7	

Como se puede observar, durante el periodo 2012-2014, **con el sistema actual se ha producido un aumento promedio anual en los últimos tres años de 3,7 puntos porcentuales**, superior que al que se produciría con la implantación del SDDR (2,7 puntos porcentuales). Asimismo, el aumento acumulado es de 11 puntos porcentuales, es decir, la tasa de reciclado de 2014 ha supuesto un incremento del 17% sobre la tasa de 2011.

Tal y como se ha comentado en el epígrafe 1.2, de acuerdo con el funcionamiento del SDDR en otros países donde ya se encuentra implantado⁹, una vez devuelto, el envase vacío está destinado a ser recuperado para su posterior reciclaje (envases de un solo uso). Por lo que, dentro de este sistema no se reutiliza ningún envase, y por tanto, **la tasa de reutilización del sistema analizado es 0.**

³¹ Ecoembes.

8. CONCLUSIONES

En este estudio se han valorado dos aspectos relacionados con la implantación de un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) en la Comunidad Valenciana. Fundamentalmente, se ha planteado un escenario en el que se han estimado los costes económicos necesarios para la implantación y el incremento en la tasa de reciclaje que el SDDR podría producir en la región.

En el apartado económico, se ha estimado que en la Comunidad Valenciana los costes netos de implantar un SDDR podrían suponer un total de **37,6 millones de euros netos anuales**³², a los que habría que sumar el mantenimiento del sistema actual, destinado a reciclar aquellos envases que no pueden ser procesados por el SDDR, tal y como se corrobora en el “Estudio para la cuantificación del impacto en la gestión municipal de la implantación de un sistema de depósito, devolución y retorno (SDDR) para envases de bebidas para la Federación Española de Municipios y Provincias”³³. Dentro de esta estimación se han incluido distintos parámetros obtenidos de experiencias anteriores de SDDR, así como parámetros socio-demográficos y de estructura comercial propios de la Comunidad Valenciana.

Los mayores costes se darían en aquellos establecimientos que opten por un sistema de recogida manual de los envases, normalmente comercios tradicionales, supermercados y pequeño comercio en general. Los costes de transporte del SDDR pueden ascender a 7.267.012€ para el pequeño comercio, pero esta inversión es necesaria para transportar los envases recogidos a las plantas de conteo donde se comenzarían a procesar los envases recogidos por la vía manual. Además, el coste total de instalar dichas plantas de conteo en la Comunidad Valenciana ascendería a 1.024.832 € /año. La ubicación de las plantas de conteo y los gastos de transporte se han calculado teniendo en cuenta las distintas características del poblamiento de cada provincia. En la Comunidad Valenciana se dan grandes contrastes en cuanto a la densidad de población, que oscilan entre los 95 hab/Km² en la provincia de Castellón, los 308 hab/Km² de la provincia de Alicante hasta los 866 hab/Km² de la provincia de Valencia.

En este estudio se ha estimado que con esta inversión **se aumentaría la tasa de reciclado en 2,7 puntos porcentuales** sobre la tasa actual. Sin embargo, esto se traduciría en un incremento de **7,1 veces del gasto anual** de gestión del sistema, lo que implicaría un aumento del coste por familia, pasando de 5,33 € del actual SCRAP a 37,60 € anuales con el sistema estudiado. Resulta evidente que este gasto no es proporcional al incremento en la tasa de reciclado.

Asimismo, implicaría un cambio en los hábitos de reciclaje de la población y además gestionaría envases que actualmente ya están siendo gestionados por un único sistema.

Por último, cabe destacar que actualmente **con el SCRAP existente se está alcanzando un aumento promedio anual en los últimos tres años en la tasa de reciclado de 3,7 puntos porcentuales**, superior a lo que contribuiría el SDDR en la tasa de reciclado (2,7 puntos porcentuales).

³² Dentro de estos costes se incluyen los costes de explotación y los costes de implantación amortizados a 7 años y con un tipo de interés del 5%.

³³ Estudio para la cuantificación del impacto en la gestión municipal de la implantación de un sistema de depósito, devolución y retorno (SDDR) para envases de bebidas para la Federación Española de Municipios y Provincias. 31 de Diciembre de 2013.

http://www.femp.es/files/3580-1235-fichero/Informe_final_SDDR.pdf

ESTUDIO SOBRE EL MODELO DE **GESTIÓN** DE **ENVASES DOMÉSTICOS**
EN LA **COMUNIDAD VALENCIANA**

