

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

JUNIO 2016

Realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y la Universidad de Alcalá

Envase y Sociedad

Plataforma por la Sostenibilidad de los Envases




Fundación
Universidad de Alcalá
Cátedra de Medio Ambiente



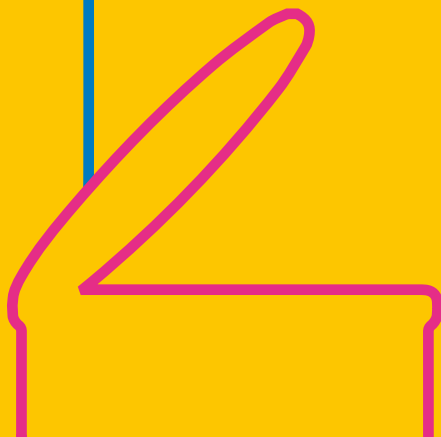
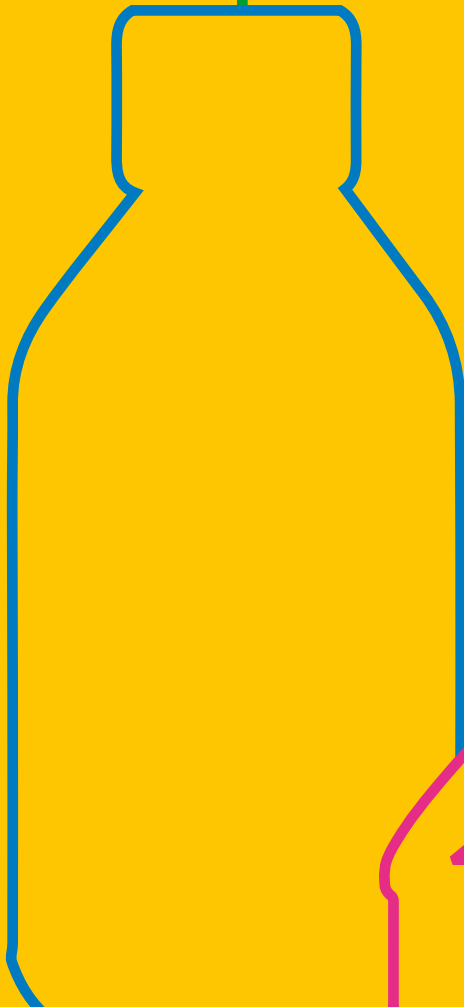
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



POLITÉCNICA


CÁTEDRA ECOSISTEMAS
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
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	30
5.4.	Fase de gestión y tratamiento de datos: sistema central	31
6.	Análisis económico	32
7.	Tasa de reciclado	37
8.	Tasa de reutilización	42
9.	Conclusiones	42

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 el máximo retorno 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.

Este sistema es universal, es decir se aplica a todos los tipos de envase doméstico de cualquier material.

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 Autónoma de Canarias 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 Autónoma de Canarias 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

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 Autónoma de Canarias es el tipo 5⁵, 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, pero en algunos casos se encuentran soterrados.

⁵Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Números de contenedores por fracción⁶

Para el caso de la fracción de envases ligeros, existe un total de 9.341 contenedores implantados, 7.592 para la fracción papel/cartón y 10.926 para la fracción vidrio.

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 5 plantas de clasificación de materiales existentes en Canarias 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.

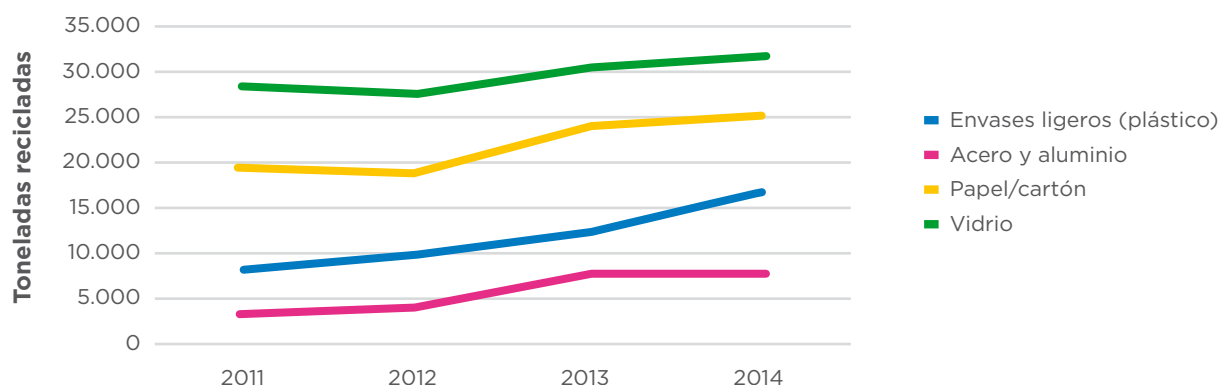
Con el sistema actual, prácticamente la totalidad de la población de la comunidad tiene acceso a la recogida selectiva (99,29%).

A continuación se muestra una tabla con la evolución de las toneladas recicladas con el sistema actual durante el periodo 2011-2014:

Tabla 1. Evolución de las toneladas recicladas por Ecoembes y Ecovidrio por materiales en Canarias⁶.

Material	Toneladas recicladas			
	2011	2012	2013	2014
Envases ligeros (plástico)	8.290	9.708	12.064	16.197
Acero y aluminio	3.123	4.001	7.313	7.492
Papel/cartón	19.173	18.674	23.928	24.819
Vidrio	28.128	27.356	30.159	31.371

Gráfico 1. Evolución de las toneladas recicladas por materiales en Canarias⁶.



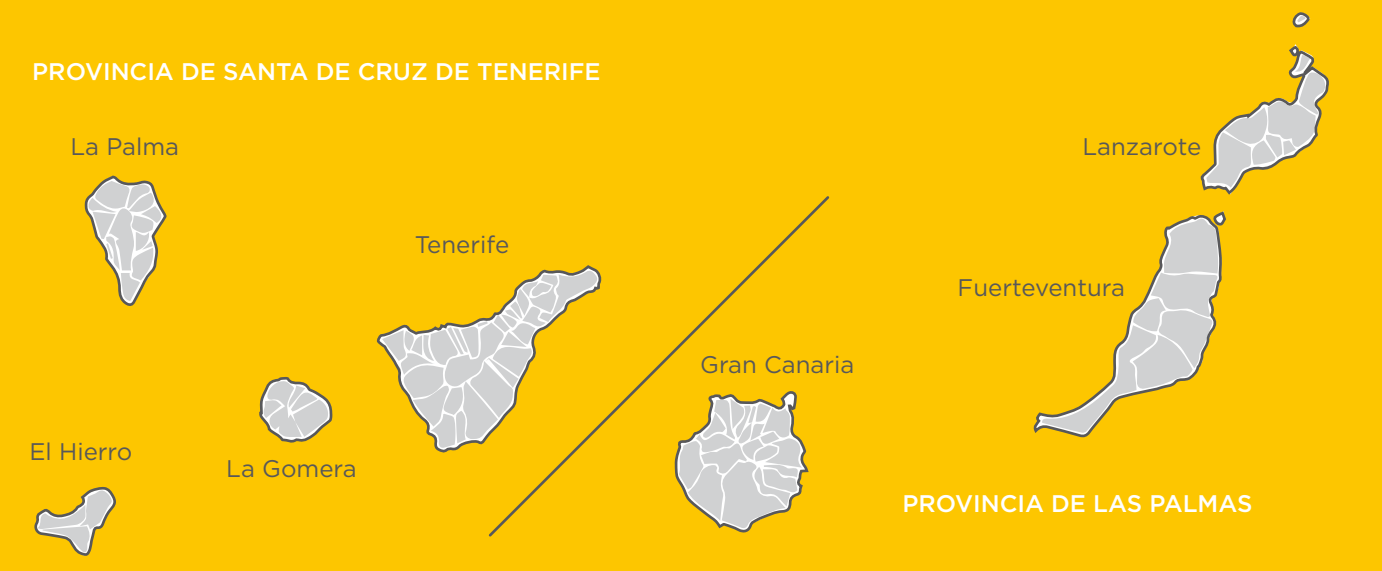
Tal y como se puede observar, la tendencia de toneladas recicladas en Canarias va en aumento en todos los materiales, destacando el caso de los envases ligeros (plástico) donde se ha incrementado en un 95% las toneladas recicladas en 2014 respecto al año 2011. Las previsiones de 2015 también son de crecimiento.

⁶Ecoembes y Ecovidrio. Datos de 2014.

4. DEMOGRAFÍA

La Comunidad Autónoma de Canarias es un archipiélago del océano Atlántico que conforma una de las diecisiete comunidades autónomas de España.

Imagen 1. Comunidad Autónoma de Canarias



Se compone de siete islas principales: El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife, que forman la provincia de Santa Cruz de Tenerife; y Fuerteventura, Gran Canaria y Lanzarote, que constituyen la provincia de Las Palmas.

La Comunidad Autónoma de Canarias cuenta con una población (año 2014) de 2.104.815 habitantes, teniendo en cuenta que ocupa una superficie de 7.447 km², su densidad de población media es de 282,64 habitantes/km².

Con los datos poblacionales de los años 1990-2000 y 2010 podemos observar que la población ha aumentado en un 33 %.

La población se distribuye en un total de 88 municipios que se encuentran repartidos en las siguientes provincias:

Provincia de Las Palmas

La provincia de Las Palmas está compuesta de 34 municipios.

Estos municipios se distribuyen de la siguiente manera:

- Dentro de la Isla de Gran Canaria 21, de los cuáles el más habitado es Las Palmas de Gran Canaria, localizado al noreste de la isla.
- Dentro de la Isla de Fuerteventura 6, de los cuáles el más habitado es Puerto del Rosario.
- Dentro de la Isla de Lanzarote 7, de los cuáles el más habitado es Arrecife.

Provincia de Santa Cruz de Tenerife

La provincia de Santa Cruz de Tenerife está compuesta de 54 municipios.

Estos municipios se distribuyen de la siguiente manera:

- Dentro de la Isla de Tenerife 31, de los cuáles el más habitado es Santa Cruz de Tenerife, localizado al noreste de la isla.
- Dentro de la Isla de La Gomera 6, de los cuáles el más habitado es San Sebastián de la Gomera.
- Dentro de la Isla de La Palma 14, de los cuáles el más habitado es Santa Cruz de la Palma.
- Dentro de la Isla del Hierro 3, de los cuáles el más habitado es Valverde.

En cuanto a la clasificación de la población a fecha de 2014 cabe destacar que un 52,37% de la población es urbana, un 43,88% es semi-urbana y un 3,75% es rural⁷.

Tabla 2. Densidad de población por Isla (hab/km²)⁷.

Densidad población por isla (hab/km ²)	
Lanzarote	168
Fuerteventura	64
Gran Canaria	546
Tenerife	437
La Gomera	56
La Palma	118
El Hierro	40
Lanzarote	168
PROMEDIO	283

En cuanto a la densidad promedio de población, es de 283 hab/km². La isla con mayor densidad es Gran Canaria (546 hab/km²) y la de menor densidad, El Hierro (40 hab/km²). Por lo que puede afirmarse que existe una drástica diferencia entre las zonas más pobladas y las zonas rurales.

⁷ Instituto Canario de Estadística (ISTAC).

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 países⁸, 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 3. Porcentaje de establecimientos con recogida manual o automática⁹

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 Canarias.

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 Canarias¹⁰.

A estas cantidades se le aplican porcentajes, obtenidos a nivel nacional 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 ligeros¹¹. De este modo, se obtiene una aproximación de la cantidad de envases SDDR generados al año en Canarias (9.599,15 toneladas).

Aplicándole a la **cantidad de envases SDDR generados al año** la tasa de retorno estimada, en este caso un 90%⁹, resulta la cantidad de envases que se reciclarían a través del SDDR al año en Canarias (8.639 toneladas).

Por otra parte, es imprescindible saber el número de establecimientos comerciales que conformarían la red de puntos de devolución de envases de Canarias. A partir del Anuario de Nielsen 2014 se han obtenido los establecimientos comerciales existentes en Canarias 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 Canarias sobre el total de España y el total de supermercados micro y tiendas tradicionales en España¹².

Tabla 4. Número de establecimientos de venta de bebidas por tipología comercial en Canarias.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Número	%
Hipermercados (>2500 m ²)	30	1,0%
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	164	5,3%
Supermercados medianos (400-999 m ²)	259	8,4%
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	701	22,7%
Supermercados micro (<100 m ²)	542	17,6%
Tiendas tradicionales	1.387	45,0%
Total	3.083	100%

⁸ 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.envasesociedad.org/estudio-comparativo-de-los-modelos-de-gestion-de-envases-domesticos/>

⁹ 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.

¹⁰ 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.

¹¹ Caracterizaciones realizadas por Ecoembes en 2012.

¹² Anuario Nielsen 360°. 2014. Nielsen AC

Tal y como se puede observar en la tabla, actualmente en Canarias la tipología predominante de establecimiento de venta de alimentación y bebidas son las tiendas tradicionales (45,0%), seguidas de los supermercados pequeños (22,7%).

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. Desde una perspectiva conservadora, 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 Canarias (9.599 toneladas) y el peso medio de un envase (26,1 gramos¹³), se ha calculado el número de envases SDDR generados en Canarias al año ($9.599.148.252 \text{ g} / 26,1 \text{ g} = 367.783.458$ envases al año).
- Teniendo en cuenta la cuota nacional de mercado por tipología comercial¹², se ha obtenido el número de envases vendidos por categoría comercial.

Tabla 5. Número de envases vendidos al año por categoría comercial en Canarias

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Cuota de mercado	Nº envases vendidos al año
Hipermercados (>2500 m ²)	20,3%	74.660.042
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	34,0%	125.046.376
Supermercados medianos (400-999 m ²)	19,1%	70.246.640
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	15,0%	55.167.519
Supermercados micro (<100 m ²)	4,2%	15.446.905
Tiendas tradicionales	7,4%	27.215.976
Total	100%	367.783.458

¹² Anuario Nielsen 360º. 2014. Nielsen AC.

¹³ Evaluación de costes de introducción de un sistema de depósito, devolución y retorno en España. Enero 2012. Eunomia Research & Consulting.

- 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 6. Número de envases devueltos al año por categoría comercial en Canarias.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	% retorno	Nº envases devueltos al año
Hipermercados (>2500 m ²)	90%	67.194.038
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)		112.541.738
Supermercados medianos (400-999 m ²)		63.221.976
Supermercados pequeños (100-399 m ²)		49.650.767
Supermercados micro (<100 m ²)		13.902.215
Tiendas tradicionales		24.494.378
Total		331.005.112

- Tras estimar qué establecimientos optarían por una recogida manual de los envases y cuáles por una recogida automática (ver Tabla 3), se consigue el número de envases devueltos por categoría de establecimiento según la vía de recogida al año.

Tabla 7. 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)	-	67.194.038
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	112.541.738
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	63.221.976
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	34.755.537	14.895.230
Supermercados micro (<100 m ²)	13.902.215	-
Tiendas tradicionales	24.494.378	-
Total	73.152.130	257.852.982

- Dividiendo el dato anterior entre el número de establecimientos por categoría comercial (tabla 4) una vez aplicada la vía de recogida por la que opta (tabla 3). Da como resultado:

Tabla 8. 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)	-	2.239.801
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	686.230
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	244.100
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	70.828	70.828
Supermercados micro (<100 m ²)	25.650	-
Tiendas tradicionales	17.660	-

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 (con recogida automática 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.

Costes anuales por máquina:

- capital total: 18.000 euros¹³ amortizados a 7 años a un tipo de interés del 5%,
- instalación de la máquina (1.000 euros¹³),
- adaptación del establecimiento (16% sobre el capital total de la máquina¹³),

- mantenimiento de la máquina (9% sobre el capital total¹³),
- rollo de papel para recibos (1% sobre el capital total¹³),
- consumo energético:

consumo por máquina (2 kWh¹⁴) x precio del kW (0,177 euros/kW¹⁵)

- coste del espacio ocupado:

espacio ocupado por máquina (6 m²)¹⁴ x coste promedio alquiler de superficie comercial en Canarias (9,46 euros/m² al mes¹⁶).

Costes anual de personal:

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

Tiempo dedicado (25 minutos al día/máquina⁹) x media de días de apertura de los comercios en Canarias (319 días¹⁷) x coste laboral de un trabajador del sector servicios en Canarias (15,17 euros/hora¹⁸).

¹⁴ 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).

¹⁵ Ministerio, Industria Energía y Turismo (datos 2014).

¹⁶ Precio medio de venta y alquiler de oficinas, locales comerciales y naves industriales. Anuario estadístico del mercado inmobiliario español 2011-2012. Acuña y Asociados.

¹⁷ Consejería Empleo, Industria y Comercio. Gobierno de Canarias.

¹⁸ 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.

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 valle¹⁹. Se estima que aproximadamente el 70% de los envases que se retornan a cada establecimiento, lo harán en horario pico¹⁹. Se estima una media de apertura de los establecimientos de 10,5 horas al día¹⁷.

Tabla 9. 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)	30.151	12.922
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	9.238	3.959
Supermercados medianos (400-999 m ²)	3.286	1.408
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	953	409

Teniendo en cuenta una media de aportación de 15 envases por usuario cada vez que visita el establecimiento¹⁴ 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 10. 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)	2.010	861
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	616	264
Supermercados medianos (400-999 m ²)	219	94
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	64	27

Se estima que un usuario dedica una media de 30 segundos a interactuar 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 $[(30 \text{ s} + (10 \text{ s} \times 15 \text{ envases}) / 60 \text{ s/min}]$. 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).

¹⁹ 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 11. 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)	6.030	2.584
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.848	792
Supermercados medianos (400-999 m ²)	657	282
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	191	82

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 12. 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)	6
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2
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 de recogida manual (Tabla 8)/ capacidad de cada bolsa (171 envases por bolsa⁹)] x precio unitario de la bolsa (1 euro por bolsa¹⁴).

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 Canarias (9,46 euros/m² al mes¹⁶) x el espacio necesario para el almacenamiento de las bolsas (1 m² por bolsa¹³).

Coste de personal:

tiempo promedio que dedica el trabajador a la recogida y almacenaje de cada envase (19 segundos por envase⁹) x número de envases devueltos al año (Tabla 8) x coste laboral de un trabajador del sector servicios en Canarias (15,17 euros/hora¹⁸).

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 13. Porcentaje de establecimientos por método de transporte⁹.

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 transporte y el número de envases que se recogen por tipología comercial y método de transporte.

Tabla 14. Número de establecimientos por método de transporte.

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)	17	13	-	-
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	74	90	-
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	117	142	-
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	-	140	70	491
Supermercados micro (<100 m ²)	-	-	-	542
Tiendas tradicionales	-	-	-	1.387
Total	17	344	302	2.420

Tabla 15. Número de envases recogidos al año por método de transporte y categoría de establecimiento.

Establecimientos especializados en alimentación y bebidas	Número de envases por método de transporte			
	Compactador	Logística Inversa	Recogedor (almacén)	Recogedor--> Planta conteo
Hipermercados (>2500 m ²)	36.956.721	30.237.317	-	-
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	50.643.782	61.897.956	-
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	28.449.889	34.772.087	-
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	-	9.930.153	4.965.077	34.755.537
Supermercados micro (<100 m ²)	-	-	-	13.902.215
Tiendas tradicionales	-	-	-	24.494.378
Total	36.956.721	119.261.141	101.635.120	73.152.130

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

Tabla 16. 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

²⁰ Página web de Nissan (Modelo Nissan NT400 cabstar comfort 3,5 ton 136 CV, caja cerrada aluminio).

²¹ Promedio coste estaciones de servicio. Noviembre 2015.

²² Encuesta Trimestral de Coste Laboral 2014. Instituto Nacional de Estadística.

²³ Naviera Fred Olsen y Naviera Armas.

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 Canarias. 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 tanto la distancia promedio marítima (transporte por ferry entre islas), como la terrestre, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 17. Distancia promedio desde los núcleos a las plantas de conteo.

Distancia promedio desde los núcleos a la planta de conteo (km)	
Terrestre	22,3
Marítima	229,1

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 13), 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 (Tabla 8 / 52 semanas al año)/ capacidad de una bolsa (171 envases por bolsa)].

Tabla 18. 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)	8
Supermercados micro (<100 m ²)	3
Tiendas tradicionales	2

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

Tabla 19. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento con recogida manual puede destinar al almacenamiento de bolsas⁹.

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)¹³ y se divide entre el espacio de almacenamiento disponible (Tabla 19) para conocer la frecuencia mínima de recogida por establecimiento con recogida manual.

Tabla 20. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento con recogida manual.

Establecimientos de recogida manual	Número de veces por semana
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	6
Supermercados micro (<100 m ²)	2
Tiendas tradicionales	2

A partir de las variables expuestas en la Tabla 16 se ha calculado:

- el tiempo útil de recogida de los establecimientos con recogida manual (5,5 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 - planta de conteo (22,3 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 24 (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 14) / Nº establecimientos recogidos por un camión en una jornada (24 establecimientos)) x (frecuencia de recogida (Tabla 20) / Nº días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)).

Tabla 21. 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)	21
Supermercados micro (<100 m ²)	8
Tiendas tradicionales	19
Total	48

Se calculan los costes fijos, variables y de combustible por camión (32.125 euros anuales):

- capital total: 33.239 euros²⁰ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%,
- seguros e impuestos: 1.500 euros¹⁴
- coste combustible (AxBxCxD = 19.699 euros al año)

- A. distancia recorrida por jornada (230 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)¹³

D. precio combustible (1,06 euros/litro)²¹

- coste lubricantes (8% sobre el coste del combustible)¹⁴
- coste reparaciones y mantenimiento (8% sobre el coste del camión)¹⁴
- coste neumáticos (150 euros/ 40.000 km)¹⁴

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 Canarias (2.096 euros/mes²²). La suma de ambos costes da como resultado los **costes del equipo camión + conductor** (32.125 + 35.185 euros = 67.310 euros/ año).

A este coste hay que sumarle los **costes del ferry** para transporte interinsular de envases:

Coste de transporte del ferry (3,48 euros/tonelada/km²³) x distancia marítima (229,1 km) x toneladas de envases recogidas vía manual (1.909,3 tonelada/año) = 1.522.224 euros.

Hay que considerar que en la práctica a estas bolsas se les aplicarían tarifas por metro cúbico, no por tonelada, sin embargo no se han encontrados datos al respecto.

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

costes del ferry (1.522.224 euros) + los costes del equipo camión-conductor (67.310 euros) x por el número de camiones necesarios (48 camiones) = 4.753.104 euros /año.

²⁰ Página web de Nissan (Modelo Nissan NT400 cabstar comfort 3,5 ton 136 CV, caja cerrada aluminio).

²¹ Ministerio de Fomento. Promedio coste gasóleo para transportistas. 2015.

²² Encuesta Trimestral de Coste Laboral 2014. Instituto Nacional de Estadística.

²³ Naviera Fred Olsen y Naviera Armas.

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 13).

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 manual:

(Nº de envases devueltos a la semana por establecimiento (Tabla 8 / 52 semanas al año) / capacidad de una caja (2.150 envases compactados por caja⁹).

Tabla 22. 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)	6
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1
Total	9

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

Tabla 23. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento del método recogedor a almacén intermedio puede destinar al almacenamiento de cajas⁹.

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 caja¹³) 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 24. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Veces a la semana
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	3
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1

En segundo lugar, se calculan los **costes** que asume el establecimiento en relación al **espacio de almacenamiento ocupado** (espacio de almacén (Tabla 23) x coste alquiler superficie comercial (9,46 euros/ m² al mes) x 12 meses) y la **inversión en cajas** (Nº de cajas necesarias (Tabla 26) x precio unitario de cada caja (141 euros¹³)).

Tabla 25. Coste espacio ocupado por las cajas por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Euros /año
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	341
Supermercados medianos (400-999 m ²)	170
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	170

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 26. 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)	12
Supermercados medianos (400-999 m ²)	4
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2

Tabla 27. Inversión en cajas por establecimiento del método recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Euros por establecimiento
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.731
Supermercados medianos (400-999 m ²)	564
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	282

De la misma manera que en el caso anterior, a partir de las variables expuestas en la Tabla 16 se ha calculado el tiempo útil de recogida de los establecimientos con método recogedor a almacén intermedio (en este caso 6,15 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 (26 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:

$(N^{\circ} \text{ total de establecimientos a recoger (Tabla 14)} / N^{\circ} \text{ establecimientos recogidos por un camión en una jornada (26 establecimientos)}) \times (\text{frecuencia de recogida (Tabla 24)} / N^{\circ} \text{ días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)}).$

Tabla 28. Nº de camiones necesarios para el método de transporte recogedor a almacén intermedio.

Establecimientos	Nº camiones necesarios
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	0
Total	4

Se calculan los costes fijos, variables y de combustible del camión (31.417 euros anuales):

- capital total: 33.239 euros²⁰ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%,
- seguros e impuestos: 1.500 euros¹⁴
- coste combustible (AxBxCxD = 19.087 euros al año)
 - A. distancia recorrida por jornada (223 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)¹³
 - D. precio combustible (1,06 euros/litro)²¹
- coste lubricantes (8% sobre el coste del combustible)¹⁴
- coste reparaciones y mantenimiento (8% sobre el coste del camión)¹⁴
- coste neumáticos (150 euros/ 40.000 km)¹⁴

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 Canarias (2.096 euros/mes¹⁸). La suma de ambos costes multiplicada por el número de camiones necesarios da como resultado los **costes totales del equipo camión + conductor** para este método (31.417 + 35.185 euros= 66.602 euros/año x 4 camiones = 266.408 euros/año).

En este caso, no se tiene en cuenta la distancia marítima ya que se considera que dentro de cada isla existe al menos un almacén interno.

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

- **Nº de vaciados de las máquinas RVM:** *Nº de envases devueltos a cada establecimiento (Tabla 15) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).*

Tabla 29. 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)	319
Supermercados medianos (400-999 m ²)	114
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	33
Total	466

- **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 caja¹⁴.

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

Nº vaciados autocompactor = volumen generado / volumen del autocompactor (22 m³)¹⁴.

Tabla 30. 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)	2,5
Supermercados medianos (400-999 m ²)	0,9
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	0,2
Total	3,6

- **Coste anual del autocompactor** (3.906 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 3,6 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte del método recogedor a almacén intermedio** (1.772.100 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 14).
- 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 14).

5.2.3 MÉTODO LOGÍSTICA INVERSA

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 13).

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 método de logística inversa (*(Nº de envases devueltos a la semana por establecimiento (Tabla 8 / 52 semanas al año) / la capacidad de una caja (2.150 envases por caja)*).

Tabla 31. 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)	20
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	6
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1
Total	29

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

Tabla 32. Espacio promedio que cada tipología de establecimiento del método logística inversa puede destinar al almacenamiento de cajas⁹.

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 caja¹³) y se divide entre el espacio de almacenamiento disponible para conocer la frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método logística inversa.

Tabla 33. Frecuencia mínima de recogida por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Veces a la semana
Hipermercados (>2500 m ²)	5
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	4
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1

En segundo lugar, se calculan los **costes** que asume el establecimiento en relación al **espacio de almacenamiento ocupado** (*espacio de almacén (Tabla 32) x coste alquiler superficie comercial x 12 meses*) y la **inversión en cajas** (*Nº de cajas necesarias (Tabla 35) x precio unitario de cada caja (141 euros¹³)*).

Tabla 34. Coste espacio ocupado por las cajas por establecimiento del método de logística inversa.

Establecimientos	Euros /año
Hipermercados (>2500 m ²)	568
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	227
Supermercados medianos (400-999 m ²)	170
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	170

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

Establecimientos	Nº cajas necesarias a la semana
Hipermercados (>2500 m ²)	41
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	13
Supermercados medianos (400-999 m ²)	5
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	2

Tabla 36. Inversión en cajas por establecimiento del método logística inversa.

Establecimientos	Euros por establecimiento
Hipermercados (>2500 m ²)	5.781
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	1.833
Supermercados medianos (400-999 m ²)	705
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	282

De la misma manera que en el caso anterior, a partir de las variables expuestas en la Tabla 16 se ha calculado el tiempo útil de recogida de los establecimientos con recogida automática (6,15 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 (26 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:

$(N^{\circ} \text{ total de establecimientos a recoger (Tabla 14)} / N^{\circ} \text{ establecimientos recogidos por un camión en una jornada (26 establecimientos)}) \times (\text{frecuencia de recogida (Tabla 33)}) / N^{\circ} \text{ días laborables a la semana que se efectúan recogidas (6 días)}$.

Tabla 37. N° de camiones necesarios para el método de transporte de logística inversa.

Establecimientos	Número camiones necesarios
Hipermercados (>2500 m ²)	1
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2
Supermercados medianos (400-999 m ²)	2
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	1
Total	6

En este caso, solo se contemplan los **costes relativos al 20% de los costes de personal**, (7.037 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 (7.037 euros x 6 camiones = 42.222 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 15) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).

Tabla 38. N° vaciados máquina RVM por establecimiento del método de logística inversa al año.

Establecimientos	Número vaciados máquina RVM al año
Hipermercados (>2500 m ²)	1.042
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	319
Supermercados medianos (400-999 m ²)	113
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	33
Total	1.507

- **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 caja¹⁴.

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

$N^{\circ} \text{ vaciados autocompactor} = \text{volumen generado} / \text{volumen del autocompactor (22 m}^3)^{14}$.

Tabla 39. N° vaciados autocompactor por establecimiento del método de logística inversa al año.

Establecimientos	Número vaciados autocompactor al año
Hipermercados (>2500 m ²)	8,0
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	2,5
Supermercados medianos (400-999 m ²)	0,9
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	0,2
Total	11,6

- **Coste anual del autocompactador :** (4.586 euros al año por establecimiento):

Coste anual alquiler autocompactador (300 euros al mes x 12 meses) + coste anual del vaciado (85 euros por vaciado x 11,6 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte del método de logística inversa** (2.023.196 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 14).
- el 20% del salario de la plantilla equivalente necesaria.
- coste de alquiler y vaciado del autocompactador x Nº de establecimientos de cada categoría que optarán por este método (Tabla 14).

5.2.4 MÉTODO AUTOCOMPACTADOR

Este método únicamente se ha considerado en establecimientos con método autocompactador (55% de los hipermercados. Tabla 13).

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

- **Nº de vaciados de las máquinas RVM:** *Nº de envases devueltos a cada establecimiento (Tabla 15) / la capacidad de las cajas (2.150 envases por caja).*

Tabla 40. Nº vaciados máquina RVM por establecimiento del método autocompactador al año

Establecimientos	Número vaciados máquina RVM al año
Hipermercados (>2500 m ²)	1.042

- **Nº de vaciados del autocompactador:** los envases devueltos a la máquina son compactados en las cajas, ocupando un volumen promedio de 0,17 m³ por caja¹⁴.

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

Nº vaciados autocompactador = volumen generado / volumen del autocompactador (22 m³)¹⁴.

Tabla 41. Nº vaciados autocompactador por establecimiento del método autocompactador al año.

Establecimientos	Número vaciados autocompactador al año
Hipermercados (>2500 m ²)	8,05

- **Coste anual del autocompactador:** (4.284 euros al año por establecimiento):

Coste anual alquiler autocompactador (300 euros al mes x 12 meses) + coste anual del vaciado (85 euros por vaciado x 8,05 vaciados anuales).

Los **costes totales del transporte por el método autocompactador** son:

coste anual del autocompactador x Nº de establecimientos que optarán por este método (17 establecimientos. Tabla 14).

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 festivos²⁴ (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).

²⁴ 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 conteo¹³, 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 millones de envases) = capacidad nominal de la máquina (200 envases/minuto²⁵) x el tiempo efectivo (4.912 h/año)

Nº de máquinas necesarias (2 máquinas) = total de envases recogidos por vía manual (73 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 Autónoma de Canarias, se han obtenido **2 máquinas de conteo** (2 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 máquina¹³ amortizados a 8 años a un tipo de interés del 5%
- coste de instalación por máquina: 20.000 euros¹³,
- 60 metros de cinta transportadora: (1.500 euros/m²)¹³ x 60 metros.
- 2 prensas multimaterial por planta de conteo: 45.000 euros por prensa¹⁴ 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 año¹⁴).

- **Coste de explotación por planta** (70.496 euros anuales¹⁴): 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%:

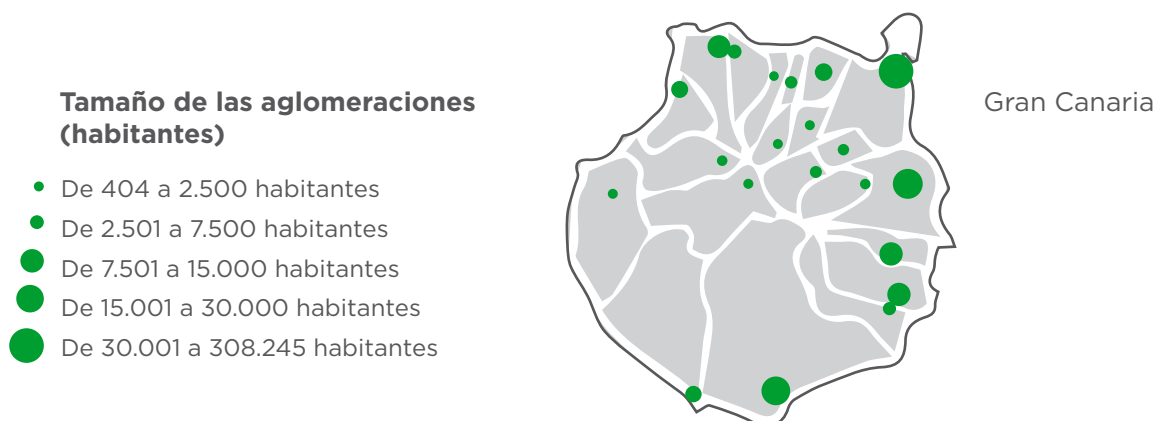
(350 euros/m²)¹⁴ x 1.100 m² por planta de conteo¹³.

5.3.1 UBICACIÓN DE PLANTAS DE CONTEO

Se propone ubicar las dos plantas de conteo en las dos islas principales de la comunidad; una en Gran Canaria y otra en Tenerife.

A continuación se muestra la distribución de la población en las dos islas principales mencionadas anteriormente.

Imagen 2. Aglomeraciones urbanas en la provincia de Las Palmas



²⁵Página web de Anker Andersen.

Imagen 3. Aglomeraciones urbanas en la provincia de de Santa Cruz de Tenerife



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

Imagen 4. Ubicación de la Planta de Conteo en Gran Canaria

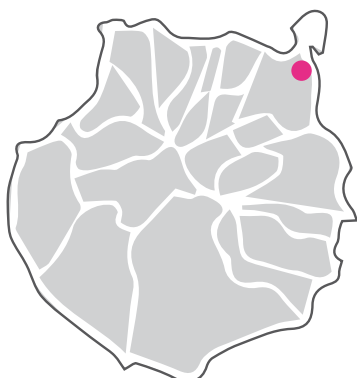
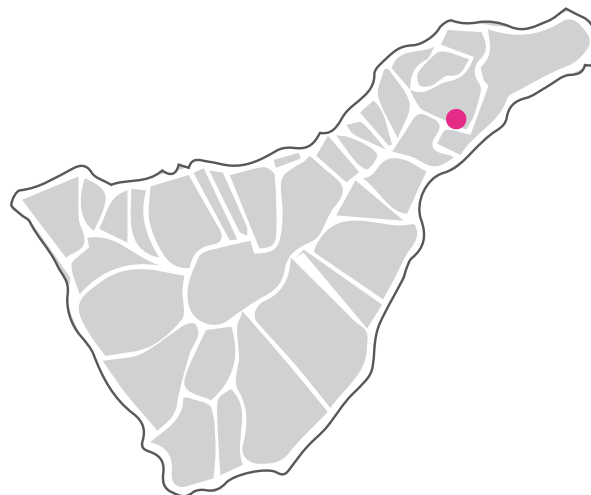


Imagen 5. Ubicación de la Planta de Conteo en Tenerife



Tal y como se puede observar, en Gran Canaria se propone ubicar la planta de conteo en Las Palmas de Gran Canaria y en Tenerife en La Laguna.

Una vez establecidas las ubicaciones de las plantas de conteo se ha procedido al cálculo de la distancia promedio terrestre y marítima desde cada núcleo a la planta de conteo más próxima.

5.3.2 DISTANCIAS

Terrestre

El cálculo de distancias se ha llevado a cabo mediante un promedio por islas de las distancias entre los principales núcleos de población a la planta de conteo en el caso de las islas capitalinas, donde están ubicadas las plantas. Mientras que las demás islas se ha calculado la distancia de los núcleos de población a los puertos de las islas, a las que también se le ha sumado la distancia del puerto de la isla capitalina hasta la planta de conteo.

Tabla 42. Distancia terrestre promedio en la provincia de Las Palmas de Gran Canaria.

Distancia terrestre promedio por isla (km)	
Gran Canaria	20,91
Fuerteventura	28,99
Lanzarote	15,12
Distancia terrestre promedio	21,67

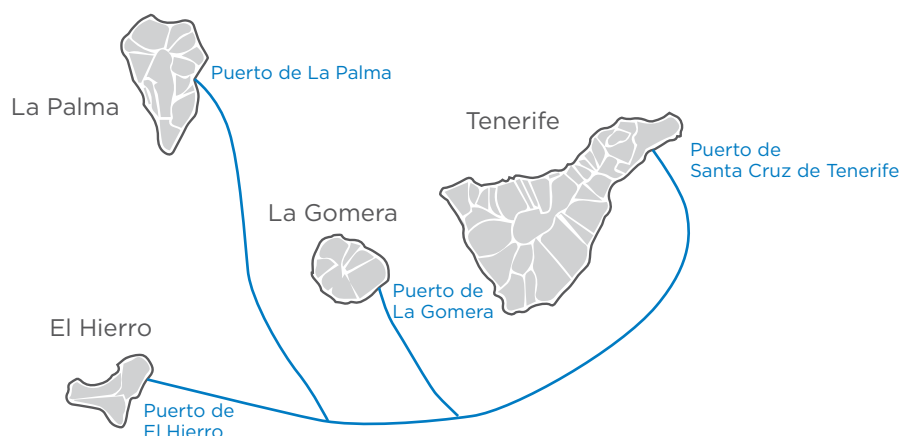
Tabla 43. Distancia terrestre promedio en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Distancia terrestre promedio por isla (km)	
Tenerife	30,82
La Gomera	22,03
La Palma	21,81
El Hierro	17,43
Distancia terrestre promedio	23,02

Marítima

Distancia desde los puertos de las islas no capitalinas, hasta la isla donde está ubicada la planta de conteo, de acuerdo con las rutas marítimas expuestas a continuación.

Imagen 6. Rutas marítimas en la provincia de Santa Cruz de Tenerife²⁶



²⁶Elaboración propia (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Imagen 7. Rutas marítimas en la provincia de Las Palmas de Gran Canaria²⁶

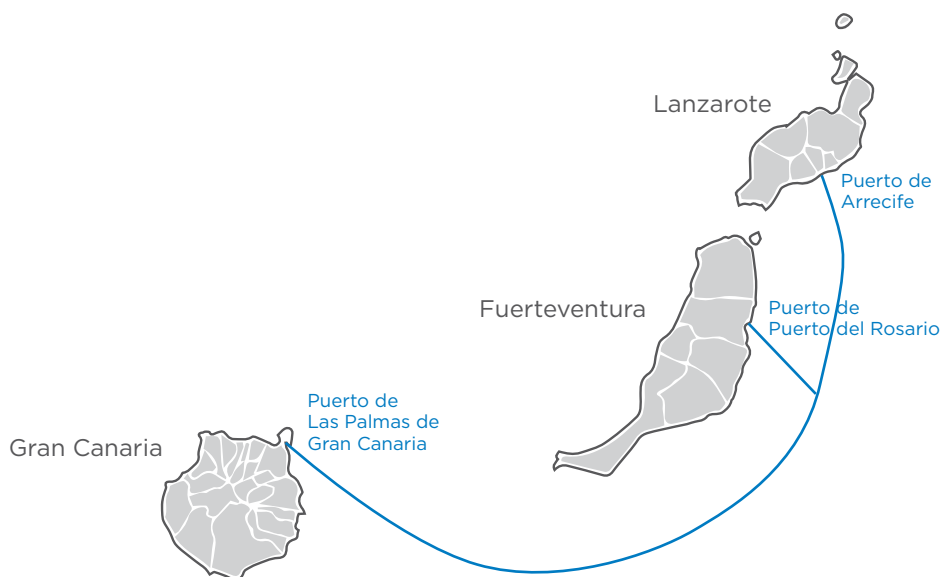


Tabla 44. Distancia marítima promedio en la provincia de Las Palmas de Gran Canaria.

Distancia marítima promedio por isla (km)	
Fuerteventura	220,25
Lanzarote	255,99
Distancia marítima promedio	238,12

Tabla 45. Distancia marítima promedio en la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

Distancia marítima promedio por isla (km)	
El Hierro	216,90
La Palma	282,95
La Gomera	160,36
Distancia marítima promedio	220,07

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 2013²⁷.

²⁷ Informe Anual Infinitum 2013.

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

De acuerdo con los datos de partida, en la Comunidad Autónoma de Canarias se estima que se van a generar al año un total de 9.599.148 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 (8.639.233 kg/año).

Como ya se ha comentado anteriormente, estos envases van a tener dos vías de recogida dependiendo de la superficie comercial disponible en cada caso; una manual, y otra automática.

En el caso de la recogida manual es el dependiente del comercio el que se encarga de recepcionar los envases sin compactar, devolver el depósito al cliente y almacenar las bolsas de envases hasta su recogida.

En el caso de la recogida automática el comercio se hace cargo de la instalación de una máquina RVM que recepcionará, clasificará y compactará

los envases, devolviendo un ticket al cliente por el valor del depósito que deberá ser canjeado por el dependiente.

Desde una perspectiva conservadora, se ha estimado que los envases van a ser devueltos en el mismo establecimiento donde fueron adquiridos. 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:

Tabla 46. Número de envases devueltos por establecimiento según la vía de recogida al año.

Categoría de establecimientos de alimentación y bebidas	Vía con recogida manual	Vía con recogida automática
Hipermercados (>2500 m ²)	-	2.239.801
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	686.230
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	244.100
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	70.828	70.828
Supermercados micro (<100 m ²)	25.650	-
Tiendas tradicionales	17.660	-

Tal y como se puede observar, la mayor parte de los envases serán devueltos en los establecimientos con recogida automática, para ello será necesario que estos comercios instalen el número de máquinas RVM necesarias para cubrir las necesidades de los clientes en los momentos de mayor afluencia (2 horas al día y la jornada completa del sábado).

De acuerdo con la metodología seguida, el número de máquinas RVM a instalar será de 6 unidades por hipermercado, 2 en los supermercados grandes y una unidad por establecimiento en los comercios de recogida automática restantes (supermercados medianos y pequeños). Asimismo, a este coste habrá que sumarle el coste laboral del tiempo invertido diariamente por el dependiente en el vaciado y limpieza de las máquinas.

En cuanto a la vía de recogida manual, se han considerado los costes de las bolsas, de la parte proporcional de la jornada del dependiente dedicada al reconocimiento y almacenaje de los envases y de la superficie de almacén dedicada a las bolsas llenas.

Con todo ello, se ha llegado a los siguientes costes anuales en la fase de comercio (sin tener en cuenta el transporte) por establecimiento:

Tabla 47. 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)	-	76.000
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	-	25.333
Supermercados medianos (400-999 m ²)	-	12.667
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	6.442	12.667
Supermercados micro (<100 m ²)	2.333	-
Tiendas tradicionales	1.606	-

Tal y como se puede observar, en esta primera fase, los costes asumidos por los establecimientos con recogida automática superan a los de los establecimientos con recogida manual. Esto se debe a que la instalación de máquinas RVM supone una alta inversión para los comercios.

Sin embargo, en la fase de transporte, los costes son más elevados en el caso de los comercios de recogida manual (transporte a planta de conteo), ya que la mercancía a transportar es muy voluminosa (envases sin compactar) y las distancias a recorrer hasta la planta de conteo son elevadas, tal y como se ha detallado en el epígrafe 5.3.2.

Tabla 48. Coste anual de cada método de transporte.

Tipo de transporte	Coste anual (€/año)
Recogedor - Planta de Conteo (recogida manual)	4.753.104
Recogedor a almacén intermedio	1.772.100
Logística inversa	2.023.196
Autocompactor	70.690

Dentro de los métodos de transporte restantes, el más económico es el método del autocompactor que se da en hipermercados que disponen de grandes superficies para la instalación de un autocompactor (se estima que el 55% de los hipermercados optará por este método).

A estos costes habría que sumarles los costes de instalación de las plantas de conteo (se estima la instalación de 2 plantas), que en el caso de la Comunidad Autónoma de Canarias, alcanzan la cifra de 683.222 euros anuales.

Tabla 49. Coste anual de las distintas fases del sistema

Fases del sistema	Coste anual (€/año)
Fase de comercio establecimiento con recogida automática	12.379.167
Fase de comercio establecimiento con recogida manual	6.653.188
FASE DE COMERCIO	19.032.355
Transporte a planta de conteo	4.753.104
TRANSPORTE RECOGIDA MANUAL	4.753.104
Transporte con recogedor a almacén intermedio	1.772.100
Transporte con logística inversa	2.023.196
Transporte con autocompactor	70.690
TRANSPORTE RECOGIDA AUTOMÁTICA	3.865.986
TRANSPORTE TOTAL	8.619.090
PLANTAS DE CONTEO	683.222
COSTE DIRECTO	28.334.667

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.

Los **costes directos** del sistema ascienden a una cifra total de **28.334.667 euros anuales**. 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 (**940.711 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 50. Valor de venta por tonelada para cada tipo de material⁹

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

Estos precios se multiplican por las toneladas recuperadas de cada material, lo que da como resultado los ingresos por venta del material.

Tabla 51. Toneladas recuperadas por materiales en Canarias

Tipo de material	Toneladas anuales recuperadas
PET	6.052,5
Acero	2.374,6
Aluminio	212
Total	8.639,1

Tabla 52. Ingresos por venta de material.

Tipo de material	Ingresos (euros/año)
PET	1.767.330
Acero	463.047
Aluminio	159.000
Total	2.389.377

- 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 (corresponde a la propuesta más actual de los promotores del SDDR, en este caso del gobierno regional de la Comunidad Valenciana). Al multiplicar esta cantidad por los envases no devueltos, se obtienen los ingresos por esta vía.

Tabla 53. Ingresos por envases no devueltos.

Establecimientos de venta de bebidas	Nº de envases no devueltos	Ingresos (euros anuales)
Hipermercados (>2500 m ²)	7.466.004	746.600
Supermercados grandes (1000 - 2499 m ²)	12.504.638	1.250.464
Supermercados medianos (400-999 m ²)	7.024.664	702.466
Supermercados pequeños (100-399 m ²)	5.516.752	551.675
Supermercados micro (<100 m ²)	1.544.691	154.469
Tiendas tradicionales	2.721.598	272.160
Total	36.778.347	3.677.834

Por tanto, los **ingresos** totales del sistema serían de **6.067.211 euros anuales**.

Con todo ello, los costes netos ((costes directos + costes sistema central) -ingresos) del sistema serían de **23.208.167 euros anuales**.

Tabla 54. Principales costes e ingresos del SDDR.

Costes directos (CD)	Costes sistema central (CSC)	Ingresos (I)	Costes netos CN = (CD + CSC) - I
28.334.667	940.711	6.067.211	23.208.167

Con el objetivo de hacer una comparativa de los posibles costes del SDDR en la Comunidad Autónoma de Canarias 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 Ecoembes²⁸ y las toneladas adheridas al sistema.

Tabla 55. Tarifas Punto Verde de Ecoembes.

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

Tabla 56. Comparativa entre coste estimado para el SDDR y coste del SCRAP actual.

Tipo de coste	Coste anual (€/año)	
	Estimación SDDR	SCRAP actual ²⁹
Por kg gestionado	2,69	0,29
Por envase gestionado	0,0701	0,0076
Por familia	49,36	5,33

Como se puede ver, el coste estimado para el SDDR es **9,3 veces superior** al coste del sistema actual.

Se estima que cada familia consume al año de media 704 envases de bebida (262 envases por miembro x 2,69 miembros por familia)³⁰, por lo que cada familia tendría que asumir un gasto extra medio de 49,36 euros anuales (704 envases x 0,0701 euros por envase) si se implantase el SDDR en Canarias (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.

²⁸Elaboración Página web de Ecoembes <https://www.ecoembes.com/es/empresas/empresas-adheridas/tarifas-punto-verde>

²⁹Costes 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 Autónoma de Canarias (INE 2014).

³⁰Datos publicados por la consultora Nielsen en 2010.

7. TASA DE RECICLADO

El objetivo que se persigue en este apartado es calcular el incremento en puntos porcentuales que se produciría en la tasa de reciclado del conjunto de los envases ligeros de origen doméstico con respecto a la tasa actual, tras la implantación del Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR). Sería debido al cambio de canal de los envases de bebida de un solo uso de PET, acero y aluminio de entre 0,1 y 3 litros, que contengan agua, zumos, refrescos y cerveza. Una tasa de retorno “optimista” para dichos envases se estima en el 90%.

Las toneladas de material que se adherirían al SDDR y al SCRAP en Canarias se obtienen a partir los envases ligeros adheridos a Ecoembes, y al material susceptible de entrar en el SDDR. Dichos datos se han obtenido en las caracterizaciones realizadas por Ecoembes en 2012.

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

Para calcular la tasa global de reciclado que se espera obtener (TR_E), se suman dos valores. En primer lugar la tasa de retorno estimada para el SDDR (90%) por el porcentaje que representan los envases SDDR (16,9%). El segundo sumando corresponde a la tasa de reciclado estimada para el SCRAP (51,5%), por el porcentaje de envases gestionados vía SCRAP (83,1%). Se estima que los ciudadanos van a tener el mismo comportamiento actual.

La diferencia entre la tasa actual de reciclado de envases ligeros (TR_A) y la tasa esperada de reciclado de envases ligeros (TR_E), sería el incremento obtenido como consecuencia de la implantación del SDDR.

Para calcular la tasa de reciclado de envases ligeros global que se espera obtener en la Comunidad Valenciana (TRE), 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 (51,5%¹⁰) 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, 51,5% 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 (51,5%) 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.

Tabla 57. Cálculo del incremento esperado en la tasa de reciclado sobre la tasa actual.

VARIABLES CONSIDERADAS	SDDR	SCRAP
Porcentaje de materiales sobre el total de envases ligeros	16,9%	83,1%
Tasa de retorno estimada	90%	TRA = 51,5%
Tasa de reciclado total esperada (TRE)	$(16,9\% \times 90\%) + (83,1\% \times 51,5\%) = 58\%$	
Aumento de la tasa de reciclado respecto a la actual	$TR_E - TR_A = 58\% - 51,5\% = 6,5\%$	

En base a la tasa de retorno del 90%, la cantidad de material susceptible de ser gestionada por un SDDR sería de 9,6 toneladas al año, y la que se estima fuera reciclada, sería de 8,6 toneladas al año, tal como se refleja en la tabla 58.

Tabla 58. Cantidad de material SDDR generado y reciclado a través del SDDR.

CANTIDAD DE MATERIAL SDDR	PET	Acero	Aluminio	Total SDDR
Generado (kg/año)	6.725.095	2.638.496	235.557	9.599.148
Reciclable a través del SDDR (kg/año)	6.052.585	2.374.647	212.001	8.639.233

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.

A continuación se expone una tabla comparativa donde se puede ver los kilogramos reciclados de envases ligeros por habitante, tanto del SCRAP actual como de las estimaciones realizadas para el SDDR.

Para obtener los kilogramos reciclados por habitante a través del sistema actual se multiplican los kilogramos adheridos al sistema actualmente en Canarias (56.951.512 kilogramos)³¹ y se multiplica por la tasa de reciclado actual en esta comunidad (51,5%). 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 (9.599.148 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 59. Kilogramos reciclados por habitante por cada uno de los sistemas por materiales en Canarias.

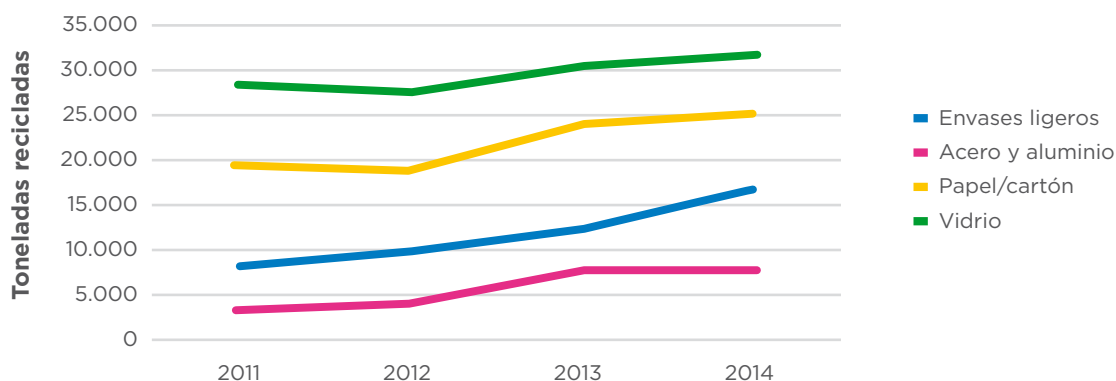
POBLACIÓN	HABITANTES	kg por habitante	
		SCRAP	SDDR
Censada ³¹	2.098.649	13,97	2,97

³¹ 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 material** que con el SCRAP actual, dado que se trata de un sistema universal que gestiona todo tipo de envases ligeros domésticos.

Tal como se ha visto en el epígrafe 3, las cantidades recicladas de los distintos materiales han ido en aumento a lo largo del periodo 2011-2014, por lo que las previsiones para 2015 también son de crecimiento.

Gráfico 2. Evolución de las toneladas recicladas por materiales en Canarias⁶



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

Tabla 60. Tendencia de la tasa actual de reciclado en Canarias durante el periodo 2012-2014³²

Año	Tasa de reciclado	Aumento tasa de reciclado en puntos porcentuales	Aumento acumulado tasa de reciclado en puntos porcentuales
2011	33,3%	-	-
2012	36,7%	3,4	3,4
2013	47,2%	10,5	13,9
2014	51,5%	4,3	18,2
Aumento promedio anual		6,1	

Como se puede observar, durante el periodo 2012-2014, **con el sistema actual se ha producido un aumento promedio anual de 6,1 puntos porcentuales**, muy similar que al que se produciría con la implantación del SDDR (6,5 puntos porcentuales) considerando un escenario conservador (tasa de retorno del 90%). Asimismo, el aumento acumulado es de 18,2 puntos porcentuales, es decir, la tasa de reciclado de 2014 ha supuesto un incremento del 55% sobre la tasa de 2011.

Realizando una comparativa entre el crecimiento medio anual de la tasa de reciclado en Canarias y el crecimiento en el resto de comunidades autónomas y a nivel nacional, se ha constatado que **el aumento de la tasa en Canarias es más acelerado que en el resto de comunidades**. Por este motivo, y con el objeto de valorar de manera homogénea el peso real potencial de un SDDR respecto al aumento de la tasa de reciclado en puntos porcentuales, se proponen tres posibles escenarios a futuro:

³² Ecoembes.

Hipótesis 1: crecimiento lineal

En esta **hipótesis, la más optimista**, se estima que el crecimiento medio anual anteriormente calculado (6,1 puntos porcentuales por año) se va a mantener hasta alcanzar la tasa de reciclado nacional actual en el año 2018, de acuerdo con la tabla expuesta a continuación.

Tabla 61. Previsión de la tasa actual de reciclado en Canarias a partir de 2015 con crecimiento sostenido

	2015	2016	2017	2018
Evolución (+6,1)	57,6%	63,7%	69,8%	75,9%
Tasa SDDR	5,5%	4,4%	3,4%	2,4%

Tal y como se puede observar, considerando la hipótesis planteada y la metodología de cálculo de la tasa de reciclado asociada al SDDR explicada anteriormente, el incremento en puntos porcentuales que aportaría la implantación de un SDDR en Canarias sería inversamente proporcional al aumento de la tasa de reciclado asociada al SCRAP, por lo que de seguir con la tendencia actual, en 2018 el SDDR únicamente provocaría un incremento de 2,4 puntos porcentuales sobre la tasa de reciclado asociada al SCRAP.

Hipótesis 2: crecimiento ajustado a la media nacional

Esta segunda **hipótesis es la más conservadora** y estima que el crecimiento será similar al que se ha producido en el resto de España. Por ello, se aplica la misma tasa de crecimiento anual a Canarias, que la que se experimentó en el resto de España una vez alcanzado el 51,5% que se consiguió en Canarias en 2014.

Tabla 61. Previsión de la tasa actual de reciclado en Canarias a partir de 2015 con crecimiento sostenido

Tasa de reciclado	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tasa nacional	51,5	53,3	56,1	62	65,1	65,9	68,3	70,3	71,9	73,7
Tasa SDDR	-	6,2%	5,7%	4,7%	4,2%	4,1%	3,7%	3,3%	3,1%	2,7%

Con esta hipótesis, se alcanzaría la media de reciclaje estatal a principio de 2023.

Hipótesis 3: crecimiento acelerado

Esta es la **hipótesis más objetiva**, ya que en función de las tendencias de crecimiento experimentadas hasta la fecha en Canarias, se prevé que la velocidad de aumento de la tasa de reciclaje en las islas sea superior a la experimentada en el resto de España.

De acuerdo con los datos disponibles, en Canarias en 2011 la tasa de reciclaje de envases ligeros y papel y cartón era del 33,3% llegando en 2014 al 51,5%. Esto supone un crecimiento medio anual de 6,1 puntos porcentuales en la tasa de reciclaje, como se ha explicado anteriormente.

En España, para pasar del 33% al 51,5% se necesitaron cuatro años en lugar de tres, desde 2001 hasta 2005. Esto supuso un crecimiento medio anual de 4,5 puntos porcentuales en la tasa de reciclaje.

Es decir, el crecimiento de la tasa de reciclaje en Canarias se está produciendo un 38,5% más rápido de lo que se produjo de media en el resto de España.

Si se toma de referencia la línea de crecimiento en España desde la tasa del 51,5%, que se produjo en 2005, y se aplicara un coeficiente de aumento del 38,5%, se puede estimar la línea de crecimiento para Canarias (ver Tabla 63).

Tabla 63. Previsión de la tasa actual de reciclado en Canarias a partir de 2015 con crecimiento acelerado.

Año	Nacional		Canarias		
	Tasa reciclaje nacional (%)	Incremento (puntos porcentuales)	Incremento (con coeficiente de mayoración del 38,5%)	Tasa canaria (%)	Tasa de SDDR
2005	51,5	-	-	-	-
2006	53,3	1,8	2,5	-	-
2007	56,1	2,8	3,9	-	-
2008	62	5,9	8,2	-	-
2009	65,1	3,1	4,3	-	-
2010	65,9	0,8	1,1	-	-
2011	68,3	2,4	3,3	-	-
2012	70,3	2	2,8	-	-
2013	71,9	1,6	2,2	-	-
2014	73,7	1,8	2,5	51,5	6,5
2015	-	-	-	54,0	6,1
2016	-	-	-	57,9	5,4
2017	-	-	-	66,0	4
2018	-	-	-	70,3	3,3
2019	-	-	-	71,4	3,1
2020	-	-	-	74,8	2,6

Con esta hipótesis se concluye que **a principios de 2020 se igualaría a la tasa media española y el SDDR solo aportaría 2,6 puntos porcentuales.**

8. TASA DE REUTILIZACIÓN

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 implantado³³, 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.**

9. CONCLUSIONES

Tal y como se ha visto, la implantación del SDDR en la Comunidad Autónoma de Canarias supondría una inversión total de **23,2 millones de euros netos anuales**³³ (considerando los ingresos por venta de material y por los depósitos no devueltos). A esta cifra habría que sumar el coste del sistema actual, que debería seguir gestionando la mayor parte del envase doméstico. Una conclusión también refrendada 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”³⁴. Esto es debido a que a través del SDDR sólo se detrae una pequeña parte de los envases que se gestionan en la actualidad.

Se traduciría por tanto en un incremento de **9,3 veces el gasto anual** de gestión del sistema, lo que implicaría un aumento del coste por familia, que pasaría de 5,33 euros anuales con el actual SCRAP, a **49,36 euros anuales** con el SDDR (además de tener que asumir la obligación de adelantar una fianza).

Los mayores costes se producirían en aquellos **establecimientos con recogida manual. Se estima que un 78% de los establecimientos tendría recogida manual.** Esto se debe principalmente a los costes asociados al transporte de los envases sin compactar desde los establecimientos hasta las plantas de conteo.

Como se ha visto en el epígrafe 4, la mitad de la población de la comunidad se concentra en zonas rurales o semiurbanas, muy dispersas en la mayoría de los casos. Canarias tiene una densidad promedio de 283 habitantes por km² con drásticas diferencias de densidad de población entre las zonas más pobladas de la comunidad y las zonas rurales. Estos datos junto con la orografía irregular de la comunidad hacen que **la logística del transporte del sistema represente gran parte de los costes.**

³³ 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%.

³⁴ 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

Suponiendo que el 90% de los envases gestionados por el SDDR fueran devueltos por los ciudadanos, y considerando la **hipótesis de crecimiento acelerado expuesta en el apartado 7, a principios de 2020 la tasa de reciclado de Canarias se habría igualado a la media actual nacional y la aportación del SDDR representaría 2,6 puntos porcentuales.** En caso de considerar la de crecimiento lineal, esta situación se alcanzaría **en 2018.**

Dentro de este sistema no se reutiliza ningún envase, y por tanto, **la tasa de reutilización del sistema analizado es 0.**

A todo esto habría que añadir que la implantación del SDDR frente al actual sistema, implicaría un cambio en los hábitos de la población, ya que los ciudadanos tendrían que separar la fracción envases ligeros en dos bolsas distintas, y destinar más espacio al tener que almacenar los envases sin compactar. También obligaría a los ciudadanos a tener dos canales diferentes de depósito, el actual, yendo a contenedores a cualquier hora, y el nuevo de SDDR, acudiendo a comercios en horario de apertura.

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

