

04-013

STUDY OF THE EFFICIENCY OF SPECIAL WASTE SELECTIVE COLLECTION IN RECYCLING CENTRES

Gallardo Izquierdo, Antonio; Edo Alcón, Natalia; Colomer Mendoza, Francisco J.;
Carlos Alberola, Mar
Universitat Jaume I

Within the municipal solid waste there are some kind of waste that due to their level of hazard, volume and generation frequency are classified as special waste. Some examples of this type of waste are rubble, furniture and old belongings, household appliances out of use, oil, batteries, etc. This materials collection due to legal or logistic issues should be done selectively. In the mid-nineties, the green points (or recycling centres) were created as a possible solution. They are facilities usually located on the outskirts of the towns and they are prepared to store these components. The citizens carry themselves their special waste to these points. To improve the collection service, other additional mobile green points have been located. The success of these facilities is based on the good service offered to the citizens and also on their adequate fixed or mobile location. In this paper, the authors present the results of the management efficiency of this special selective collection in towns of the Castellon region in Spain. For this purpose, a set of indicators have been elaborated to measure the efficiency of this type of facilities.

Keywords: *municipal solid waste; recycling centre; generation; selective collection*

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA EN LA RECOGIDA DE RESIDUOS DOMICILIARIOS ESPECIALES MEDIANTE PUNTOS LIMPIOS

Dentro de los residuos domiciliarios existe una fracción que por sus características de peligrosidad, volumen y frecuencia de generación se pueden clasificar de especiales, tales como escombros, muebles y enseres viejos, electrodomésticos fuera de uso, aceites, baterías, etc. La recogida de estos materiales, bien por normativa o por cuestiones de logística, debe hacerse de forma separada. Como solución, a mediados de los años noventa aparecieron los puntos limpios, que son instalaciones situadas normalmente en los extrarradios de las poblaciones y preparadas para el almacenamiento de estos componentes. El ciudadano transporta con medios propios sus residuos especiales a estos lugares. Para dar un mayor servicio a la sociedad, adicionalmente se están implantando los puntos limpios móviles. El éxito de estas instalaciones radica en dar un buen servicio al ciudadano y tener una adecuada ubicación fija o temporal. En esta ponencia se presentan los resultados del análisis de la eficiencia de la gestión de la recogida separada mediante puntos limpios, fijos y móviles, en pueblos de la zona norte de la provincia de Castellón. Para ello se ha desarrollado un conjunto de indicadores que sirven para medir la eficiencia de este tipo de instalaciones

Palabras clave: *residuos municipales especiales; puntos limpios; generación; recogida separada*

Correspondencia: Antonio Gallardo Izquierdo gallardo@uji.es

Agradecimientos: Agradecer la colaboración del Consorci Castello Nord y del Ayuntamiento de Castellón de la Plana por la información facilitada. También agradecer al Ayuntamiento de Madrid y al Área Metropolitana de Barcelona por la publicación de sus datos en las web.

1. Introducción

Dentro de los residuos domiciliarios existe una fracción que por sus características de peligrosidad, volumen y frecuencia de generación se pueden clasificar de especiales, tales como escombros, muebles y enseres viejos, electrodomésticos fuera de uso, aceites, baterías, etc. La recogida de estos materiales, bien por normativa o por cuestiones de logística, debe hacerse de forma separada.

Como solución, a mediados de los años noventa aparecieron los puntos limpios, que son instalaciones situadas normalmente en los extrarradios de las poblaciones y preparadas para el almacenamiento de estos materiales. Los ciudadanos acuden por sus propios medios a estos lugares. Allí, pueden depositar de forma selectiva una amplia gama de residuos sólidos de origen doméstico, que por su naturaleza no son susceptibles de ser depositados en los contenedores habituales.

Los puntos limpios complementan de esta forma el resto de sistemas de recogida selectiva y facilitan la recogida de una serie de residuos especiales o peligrosos, que de otra forma pueden acabar en vertederos incontrolados o en contenedores inapropiados. Para dar un mayor servicio a la sociedad, adicionalmente, se están implantando los puntos limpios móviles. Se trata de instalaciones o vehículos especialmente diseñados para acercar estos puntos de recogida a los ciudadanos. El éxito de estas instalaciones radica en dar un buen servicio, en cuanto a residuos admitidos, tener una adecuada ubicación, franja horaria e información ciudadana.

A nivel europeo, el concepto de punto limpio está muy extendido, a pesar de que existen diferencias entre países y regiones. Se trata también de una instalación cerrada donde los usuarios llevan residuos que no tienen cabida en otro circuito de recogida selectiva. En Francia toman el nombre de *déchetterie*, en Alemania de *recyclinghof*, en Italia de *ricicleria o stazioni ecologiche* y en Reino Unido de *recycling centre o civic amenitie*. La figura de punto limpio móvil también aparece en países como Francia, Bélgica, Suiza y Reino Unido. En este último además existen los puntos limpios de barrio, denominados *neighbourhood recycling sites* (Agència de Residus de Catalunya, 2006).

Los puntos limpios varían de tamaño en función a la población a la que atienden. Los más pequeños se suelen instalar en poblaciones menores de 10.000 habitantes. Son un recinto cerrado con valla y varios contenedores donde los ciudadanos depositan sus residuos previamente separados. Los de mayor tamaño están dimensionados para poblaciones de hasta 150.000 habitantes y disponen de personal propio, báscula de pesaje, muelles de descarga, etc. (Gallardo et al., 2006).

La legislación a nivel nacional para la regulación de estas instalaciones es inexistente. Sin embargo, a nivel autonómico, la Generalitat de Cataluña define en su Ley 6/1993 *deixalleria* o punto limpio como un centro de recepción y almacenamiento, selectivo, de residuos municipales que no son objeto de recogida domiciliaria. También determina que en los municipios de más de 5.000 habitantes la autoridad competente ha de establecer el servicio de "deixalleria" o punto limpio mediante la instalación de la planta o las plantas necesarias para la recogida de estos residuos especiales. Además, dispone de una norma donde se establecen las prescripciones técnicas para el diseño, construcción, gestión y explotación de estas instalaciones. En ella se definen 6 tipos de puntos limpios en función de la población servida, las características que deben cumplir y los residuos que se aceptan en los mismos. Entre los seis tipos se incluye el punto limpio móvil y los mini-puntos limpios de barrio.

En Reino Unido, Burnley et al. (2007) y Burnley (2007) estudiaron la composición de las diferentes corrientes de residuos sólidos urbanos (RSU), incluidas la de los puntos limpios. Se obtuvo que en estas instalaciones se recogen el 16% del total de los RSU generados en

el país y que la descarga media por visita es de 40 kg. Las fracciones mayoritarias son: los residuos de construcción y demolición (RCD), los de jardinería y los de madera y muebles, sumando un 52% de las entradas. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs) suponen casi un 7% y los peligrosos un 1,4%. Otro trabajo de investigación estudió la gestión de los residuos voluminosos generados en los hogares, obteniendo, entre otros resultados, que el 60% de los británicos depositaban este tipo de residuos en los puntos limpios y que, además, estos tenían un alto potencial para la reutilización (Curran et al., 2007). Mientras que Maynard et al. (2009) estudiaron cómo afectaba una serie de factores como el tipo de vehículo, diseño del punto limpio, época del año, etc. en el rendimiento y la cantidad de residuos recogidos.

Por otro lado, en Suecia, Krook y Eklund (2010) llevaron a cabo dos trabajos de investigación diferentes. En el primero estudiaron la influencia de los actores (usuarios, empleados, gerentes e intermediarios) en el funcionamiento eficiente de los puntos limpios y en la calidad de la clasificación de los materiales. Uno de los problemas que detectaron fue que son muchos los residuos clasificados incorrectamente. En este sentido, en su segundo trabajo, desarrollaron un método de monitoreo para el seguimiento de la clasificación de los residuos y para el desarrollo y evaluación de las medidas de mejora. En este mismo contexto, existen también estudios para la mejorar el diseño de los puntos limpios en Suecia a través de los principios de producción ajustada (Sundin et al., 2011).

En España, Gallardo (2000) analizó el funcionamiento de varias instalaciones y definió los aspectos a tener en cuenta para que un punto limpio funcione de manera eficiente. Por un lado, los horarios y días de apertura deben ser flexibles y adecuarse a las necesidades de los ciudadanos. Gallardo obtuvo que los días de mayor aportación son los sábados, con un 20% del total de las entradas semanales, y la franja horaria de mayor afluencia son las de 12-14 horas y de 16-20 horas. Además, en relación a la variación mensual, se observó una diferencia notable entre los municipios turísticos y el resto. Por otro lado, la ubicación es otro aspecto importante, se recomienda que el tiempo máximo del trayecto hasta el punto limpio sea de 15 minutos. Sin embargo, la distancia a recorrer puede variar en función de las condiciones de circulación, por lo que se estima una distancia de 2-5 kilómetros en zonas urbanas y de 5-10 kilómetros en rurales (Agència de Residus de Catalunya, 2009). En este sentido, el mismo autor, desarrolló una metodología para la ubicación de puntos limpios, aplicándola al término municipal de Castellón de la Plana (Gallardo et al., 2006).

El Ayuntamiento de Barcelona, en el año 2012, estudió el estado de la reutilización de los residuos procedentes de sus puntos limpios, las tendencias temporales que se dan en ellos y el potencial de reutilización de las fracciones de RAEEs, voluminosos, metales y plástico duro. En relación a las tendencias, se observó que el sábado es el día en el que se registran más entradas (al igual que Gallardo (2000)). Además, en las semanas posteriores a Navidad la cantidad de residuos depositados aumentó y se mantuvo elevada, siendo el día posterior a Reyes el que mayores entradas registró de todo el año. En cuanto al potencial de reutilización, obtuvieron que el 26% de las unidades recogidas podían ser reutilizadas directamente y un 50-60% podrían reutilizarse mediante su verificación, limpieza, reparación y/o aprovechamiento de piezas (Galofrè et al., 2012). Por último, otro trabajo llevado a cabo en Madrid, analizó la influencia de las campañas de educación ambiental en el uso de los puntos limpios de la ciudad. En él se obtuvo que tan solo el 18% de la población usaba este servicio, pero que gracias a las campañas de educación se aumentó la intención de utilizar esta vía de gestión y se mejoró la separación de los residuos (Díaz et al., 2012).

En esta ponencia se presentan los resultados del análisis de la eficiencia de la gestión de la recogida separada mediante puntos limpios, fijos y móviles, en pueblos de la zona norte de la provincia de Castellón. Además, los resultados obtenidos se han comparados con otros sistemas similares implantados en España.

2. Materiales y método

Para el estudio de la eficiencia de los puntos limpios se ha elegido el territorio del Consorci Castelló Nord de residuos de la provincia de Castellón. Está situado al norte y limita con Tarragona, comprende 49 pueblos, con una población de entre 15 y 29.000 habitantes, en total suma 21.647 habitantes. Las redes de recogidas existentes son las siguientes:

- Recogida de residuos de la fracción mezcla a nivel de acera.
- Recogida en áreas de aportación de: papel/cartón, vidrio y envases.
- Recogida separada de especiales como pilas, medicamento, ropa, etc. en contenedores dispuestos en la calle o en locales públicos y privados.
- Recogida en puntos limpios. Existen puntos limpios fijos y móviles en los que se recogen diferentes tipos de residuos especiales.

Tras la recopilación y depuración de los datos, se han analizado los siguientes aspectos relacionados con la eficiencia del sistema:

- Modelo de gestión
- Análisis de los datos de recogida
- Análisis de la composición de los residuos.
- Comparación de los datos obtenidos con otros sistemas similares.

3. Resultados y discusión

3.1 Modelo de gestión

La ejecución y gestión del sistema de recogida selectiva mediante puntos limpios (PPLL) en la zona norte de Castellón la lleva a cabo el consorcio público Consorci Castelló Nord (CCN), formado por varias entidades públicas y los ayuntamientos. Éste realiza la gestión a través de una concesión a una empresa privada. El consorcio tiene por objetivo la ejecución de las previsiones del plan zonal de residuos de la Zona I, de Plan Zonal de Residuos de la Generalitat Valenciana.

El sistema de recogida está formado por 41 PPLL fijos. La normativa valenciana tiene regulada este tipo de instalaciones (ORDEN de 4 de octubre de 2001, del conseller de Medio Ambiente, por la que se aprueba el Plan Zonal de residuos de la Zona I), en el que clasifica el PL, llamado ecoparque, en función del número de habitantes del municipio, en 4 tipos y para cada uno especifica las características que deben cumplir. Además de estas instalaciones el CCN también dispone de seis PPLL móviles, es decir, camiones diseñados para este fin y que recorren 34 de los 49 pueblos del consorcio.

En el CCN, los diez municipios con una población superior a 2.000 habitantes poseen un PL, cuyo horario de apertura es, como mínimo, de lunes a sábado y en algunos casos parte del domingo. Además, en estas poblaciones existe un servicio extra de PL móvil un día a la semana. Los municipios cuya población es menor, la recogida de este tipo de residuos puede realizarse mediante un PL fijo o móvil. Si se trata de un PL fijo el horario de apertura varía en función del tamaño del municipio, para municipios comprendidos entre 1.000 y 2.000 habitantes es de cinco o seis días a la semana con un horario más reducido (media jornada). En el caso de municipios menores a 1.000 habitantes su horario de apertura es solo de cuatro días a la semana, a media jornada.

Por otro lado, en 15 municipios de menos de 2.000 habitantes existen PPLL denominados áreas de aportación en las que se recogen solo RCD, voluminosos y madera. Éstos no disponen de personal propio y están abiertos los 7 días de la semana. Estas poblaciones tienen también el servicio de PL móvil que puede variar de uno a cuatro días a la semana. Los municipios menores de 500 habitantes son 11, y la recogida solo se realiza mediante PL móviles.

El grado de cobertura es del 100% de la población y en 23 municipios es redundante (disponen de PL fijo y móvil)

Respecto a la difusión de la información del sistema, se realiza a nivel de ayuntamientos y mediante una web institucional del consorcio, en la que se ofrece información sobre horarios y tipos de residuos a depositar en las instalaciones. Para incentivar la participación ciudadana, el Consorcio gratifica la aportación de residuos a los PPLL mediante un programa de “ecopuntos”, por los cuales los ciudadanos pueden desde recibir regalos hasta descuentos en la tasa de tratamiento de residuos.

Finalmente, los residuos recogidos van a instalaciones de tratamiento en un 99,19%, el resto va directamente a eliminación. En el caso del Área Metropolitana de Barcelona, el porcentaje de residuos que va a eliminación directa es un 15%.

3. 2 Recogida de residuos

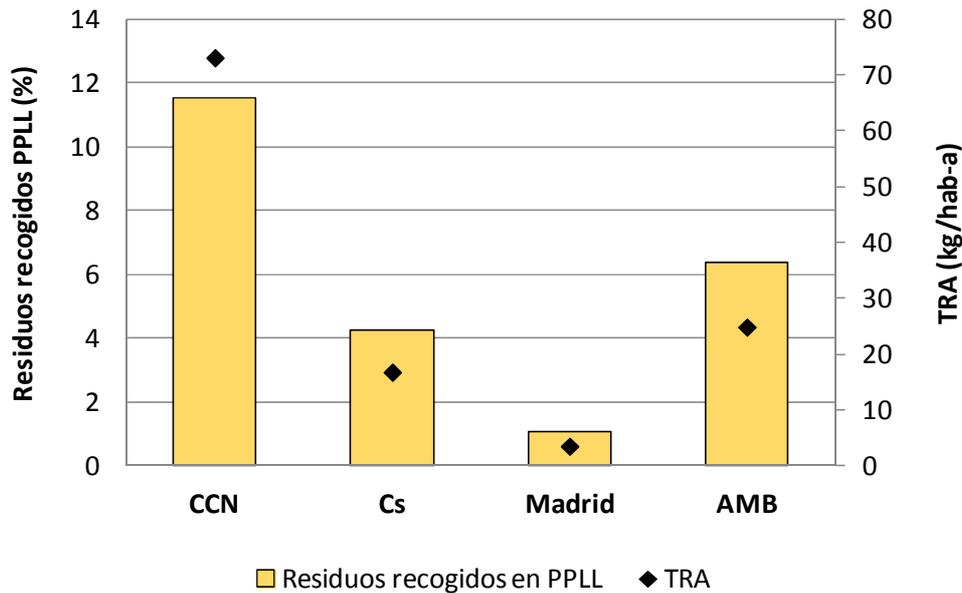
Tras el análisis de los datos obtenidos de diversas fuentes sobre la recogida de RSU en el año 2013, se ha obtenido que en el CCN se recogieron en total 77.061 toneladas de RSU, de ellas el 80,45% fueron fracción mezcla, el 8,01% fueron residuos procedentes de recogida selectiva (papel/cartón, vidrio y envases) y el 11,53 % proceden de los PPLL.

Si se compara con otros sistemas similares de recogida selectiva mediante PPLL (por sistemas similares se entiende que recogen la misma tipología de RSU), se puede estimar la eficiencia del sistema. A partir de datos obtenidos de diferentes informes, se han calculado los rendimientos de tres casos (Castellón de la Plana, Madrid y Área Metropolitana de Barcelona). La ciudad de Castellón de la Plana, en el año 2013, recogió con el sistema de PPLL el 4,24% del total de RSU (Ayto. de Castellón, 2015). En la ciudad de Madrid este porcentaje es de un 1,09% para el año 2012 (Dirección General de Gestión Ambiental Urbana del Ayto. de Madrid, 2013). En el Área Metropolitana de Barcelona (AMB), formada por 36 municipios, la cifra asciende al 6,38% en el año 2012 (Área Metropolitana de Barcelona, 2013). En los tres casos los porcentajes son mucho más bajos que en el CCN (figura 1). A nivel europeo, el estudio publicado por Burnley (2007), referido al Reino Unido, proporciona el dato del 16%, muy superior a los casos españoles.

En cuanto a las tasas de recogida anuales (TRA), expresadas en kilogramos recogidos por persona y año, en el Consorcio la TRA de RSU (TRA_{RSU}) para el año 2013 se situó en 633,48 kg/hab-a, mientras que la TRA_{PPLL} fue de 73,06 kg/hab-a. Esta última tasa es muy elevada si se compara con las de la ciudad de Castellón de la Plana ($TRA_{PPLL} = 16,80$ kg/hab-a en el año 2013), Madrid ($TRA_{PPLL} = 3,54$ kg/hab-a en el año 2012) y la del Área Metropolitana de Barcelona ($TRA_{PPLL} = 24,86$ kg/hab-a en el año 2013) (figura 1).

Caben varias explicaciones a este hecho, la primera es que el CCN tiene en la mayoría de los pueblos un sistema redúndate. La segunda es que se trata de una zona rural, en el caso de Castellón de la Plana, Madrid y Barcelona son zonas urbanas, esto también puede afectar al porcentaje recogido. Finalmente, el CCN gratifica la aportación de residuos a los PPLL.

Figura 1. TRA y porcentaje de residuos recogidos en los PPLL



3.3 Composición

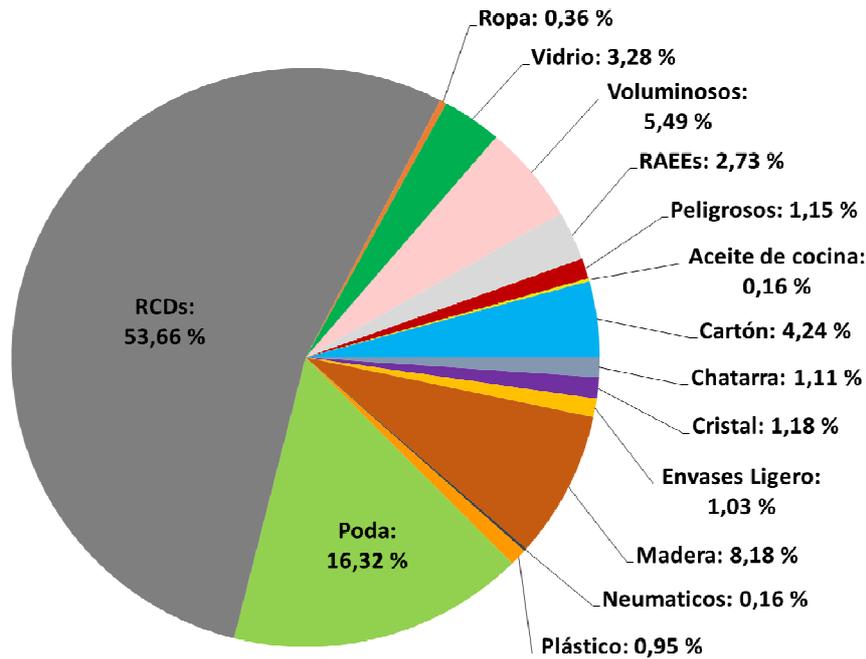
Otro de los aspectos estudiados en el trabajo ha sido la composición de los residuos recogidos en los PPLL. Se dividen en 31 categorías, 14 de no peligrosos y 17 de peligrosos (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de componentes recogidos en los PPLL del CCN

RESIDUOS NO PELIGROSOS		
Aceite de cocina	Madera	RCDs
Cartón	Neumáticos	Ropa
Chatarra	Plástico	Vidrio
Cristal	Poda	Voluminosos
Envases Ligeros	RAEEs	
RESIDUOS PELIGROSOS		
Aceite de motor	Envases metálicos contaminados	Medicamentos
Aerosoles vacíos	Envases de plástico contaminados	Resinas catalizadas
Amianto	Envases de vidrio contaminados	Hidrocarburos con agua
Baterías	Filtros de aceite	Sólidos contaminados
Botellas de CFCs	Pilas no botón	Tóners
Disolventes	Pilas botón	

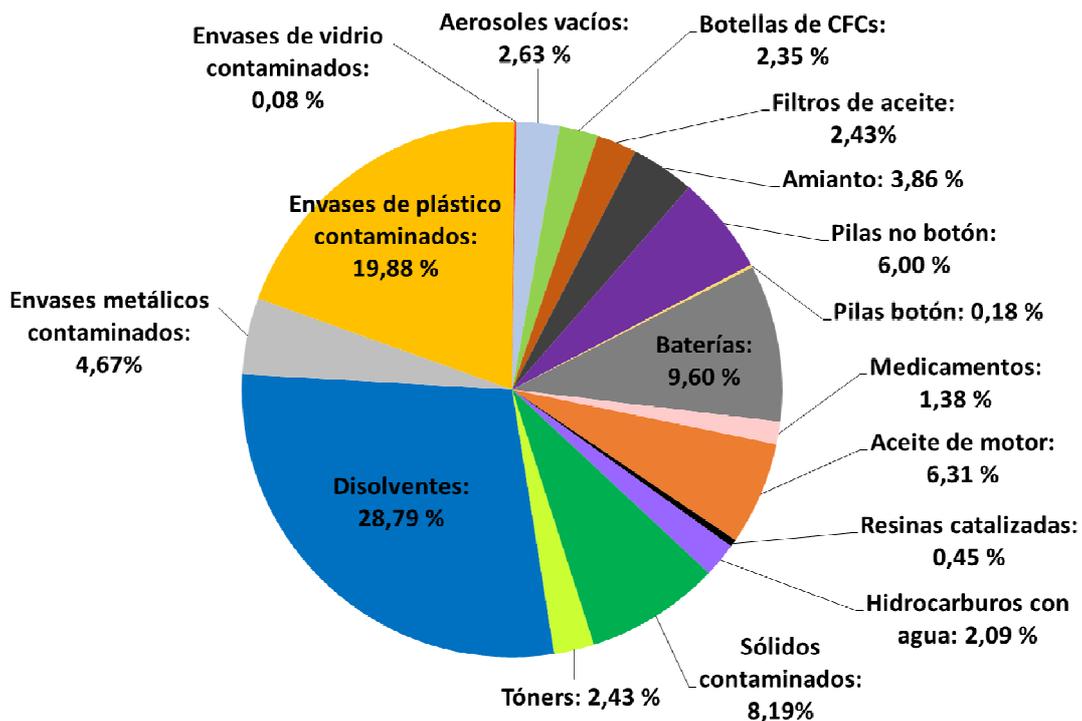
Del total de residuos recogidos en los PPLL del CCN en el año 2013, el 53,66% en peso corresponden a la fracción de RCD, seguidos por los residuos de poda con un 16,32% y los de madera con un 8,18%. Las fracciones minoritarias son los neumáticos, el aceite de cocina y la ropa, con un 0,19%, 0,19% y 0,42% respectivamente (figura 2).

Figura 2. Composición de los residuos recogidos en los puntos limpios del CCN



Como se observa en la figura anterior, los residuos peligrosos solo suponen el 1,30% en peso. Los residuos peligrosos están formados por dieciséis categorías. Dentro de los mismos, las fracciones mayoritarias son los disolventes y los envases de plástico contaminados, y las minoritarias son los envases de vidrio contaminados, pilas botón y resinas catalizadas (figura 3).

Figura 3. Composición de los residuos peligrosos recogidos en los puntos limpios del CCN



Al igual que en la recogida, se ha realizado un análisis de la composición de los residuos recogidos en los PPLL de la ciudad de Castellón de la Plana, la de Madrid y en el AMB. En Castellón las fracciones mayoritarias en los residuos no peligrosos son: escombros (51,64%), voluminosos (29,80%) y papel/cartón (7,19%), y las minoritarias: aceite vegetal (0,13%), plásticos (0,25%) y vidrio (0,49%). En cuanto a los residuos peligrosos, las pilas y baterías son la fracción mayoritaria, con un 1,02%. En Madrid, las fracciones mayoritarias en los residuos no peligrosos son: muebles (41,44%), escombros (31,68%), RAEEs (8,63%) y papel (7,89%), y las minoritarias: vidrio (0,26%) y aceite vegetal (1,99%). En cuanto a los residuos peligrosos, las baterías con un 2,43% son el componente mayoritario. En el AMB las fracciones mayoritarias en los residuos no peligrosos son: escombros (48,21%), madera (17,49%) y otros valorizables (14,18%), y las minoritarias: capsulas monodosis (0,08%), otros envases ligeros (0,06%) y neumáticos (0,04%). En cuanto a los residuos peligrosos, los mayoritarios son los aparatos con CFCs, con el 0,67%.

Comparando con los resultados de los cuatro casos estudiados, el CCN ofrece un porcentaje mayor de los RCD. Esta diferencia puede ser debida al carácter rural del Consorcio. Si se comparan los casos españoles con el Reino Unido (Burnley, 2007), los componentes mayoritarios son los mismos.

4. Conclusiones

Como conclusión al estudio realizado sobre el funcionamiento y la eficiencia del sistema de recogida selectiva de PPLL del CCN, y su comparación con otros sistemas similares implantados en España, se pueden extraer las siguientes conclusiones.

La recogida mediante PPLL con sistemas redundantes (fijos y móviles) da un mayor servicio al ciudadano y por tanto aumenta la TRA, y con ello la eficiencia del sistema. Esto repercute directamente en la mejora de la eficiencia de otros circuitos de recogida y en la reducción de vertidos incontrolados. Por lo tanto, es aconsejable diseñar sistemas redundantes de recogida selectiva mediante PPLL.

La incentivación de la participación ciudadana mediante acciones positivas en las que se gratifica la participación, puede repercutir positivamente en el aumento de la TRA en los puntos limpios.

En los PPLL los residuos no peligrosos que se depositan en mayores cantidades son los RCD, muebles y enseres viejos, madera y restos de jardinería. En cuanto a los peligrosos, existe una gran variabilidad en su tipología, pero todos los casos coinciden en: pilas, baterías y aparatos con CFCs.

5. Referencias

Agència de Residus de Catalunya (2006). *Guia d'implantació i gestió de deixalleries*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge. Obtenido el 17 de marzo de 2015, de la Agència de Residus de Catalunya: http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal_lacions_d_e_gestio/deixalleries/

Agència de Residus de Catalunya (2009). *Norma tècnica sobre deixalleries i altres equipaments municipals*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge. Obtenido el 17 de marzo de 2015, de la Agència de Residus de Catalunya: http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal_lacions_d_e_gestio/deixalleries/

- Àrea Metropolitana de Barcelona (n.d.). *Dades d'interès de les deixalleries metropolitanes*. Obtenido el 16 de marzo de 2015, del Àrea Metropolitana de Barcelona: <http://www.deixalleries.com/interes.php>
- Àrea Metropolitana de Barcelona (2013). *Dades estadístiques de Medi Ambient: Dades ambientals 2012*. Obtenido el 16 de marzo de 2015, del Àrea Metropolitana de Barcelona: <http://www.amb.cat/s/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/medi-ambient.html>
- Dirección General de Gestión Ambiental Urbana del Ayto. de Madrid (2013). *Memoria de actividades año 2012*. Madrid: Ayto. de Madrid, Dirección General de Gestión Ambiental Urbana. Obtenido de: <http://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/Publicaciones/TemaMedioAmbiente/Memoria2012/ficheros/limpieza.pdf>
- Burnley, S. J. (2007). A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. *Waste Management*, 27(10), 1274–1285.
- Burnley, S. J., Ellis, J. C., Flowerdew, R., Poll, a. J., & Prosser, H. (2007). Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*, 49(3), 264–283.
- Cataluña. Ley 9/1993, de 15 de julio, reguladora de los residuos. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, del 28 de julio de 1993, núm. 1.776, pp. 5249 – 5261.
- Curran, A., Williams, I. D., & Heaven, S. (2007). Management of household bulky waste in England. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(1), 78–92.
- Díaz, M. J., Martínez, E., Pineiro, C., Palavecinos, M., Benayas, J., & Toribio, M. a. (2012). Involvement of citizens in hazardous waste management and use of recycling centres in the city of Madrid (Spain). *Waste Management & Research*, 30(7), 689–699.
- Gallardo, a. (2000). *Metodología para el diseño de redes de recogida de RSU utilizando Sistemas de Información Geográfica. Creación de una base de datos aplicable a España*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Gallardo, A., García, A., Bovea, M.D. & Colomer, F.J. (2006). Metodología para la ubicación de ecoparques. Aplicación al término municipal de Castellón. *XVII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos*, Valencia.
- Galofré, A., Morillo, N. & Carreras, A. (2012). *Potencial de reutilització a les deixalleries de Barcelona*. Barcelona: Ayto. de Barcelona, Departamento de gestión de residuos. Obtenido de: http://residus.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/prevencio/prevencio_d_e_residus_municipals/x_jornada_de_prevencio/ponencies/potencial_de_reutilizacio_a_les_deixalleries_de_barcelona.pdf
- Krook, J., & Eklund, M. (2010a). Developing a monitoring method facilitating continual improvements in the sorting of waste at recycling centres. *Waste Management*, 30(1), 32–40.
- Krook, J., & Eklund, M. (2010b). The strategic role of recycling centres for environmental performance of waste management systems. *Applied Ergonomics*, 41(3), 362–367.

- Maynard, S., Cherrett, T., & Waterson, B. (2009). Monitoring household waste recycling centres performance using mean bin weight analyses. *Waste Management*, 29(2), 614–620.
- Sundin, E., Björkman, M., Eklund, M., Eklund, J., & Engkvist, I. L. (2011). Improving the layout of recycling centres by use of lean production principles. *Waste Management*, 31(6), 1121–1132.
- Valencia. Orden de 4 de octubre de 2001 del conseller de Medio Ambiente, por la que se aprueba el Plan Zonal de residuos de la Zona I. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, del 26 de octubre de 2001, núm. 4.115, pp. 22799 – 22903.