

STUDY OF SOLUTIONS TO THE PROBLEM OF UNCONTROLLED MICRO-LANDFILLS. APPLICATION TO THE CASE OF CASTELLON (SPAIN)

Badenes Catalán, Cristobal; Gallardo Izquierdo, Antonio; Edo Alcón, Natalia
Universitat Jaume I

Although the law has forbidden uncontrolled dumping of waste in Spain since 1998 (Law 10/1998), nowadays they still appear on the peripheries of cities. The main problems of these uncontrolled micro-landfills, in addition to the visual impact, are: soil, air and water pollution; odour production; flight and dispersion of the lighter fractions, and proliferation of vectors. As a result, local government must hire cleaning teams for the continuous removal of these waste, with the consequent economic cost that this entails.

The aim of this work is to propose a set of measures for eliminating uncontrolled micro-landfills in Castellón. For this, it is necessary to know the causes of this phenomenon and the nature of the waste. First, the evolution and current state of uncontrolled landfills have been studied. On the one hand, the waste dump points have been located. On the other hand, the quantities discharged annually have been estimated and the composition have been determined in every micro-landfill. A clear and simple sampling methodology has been designed given that the different types of the deposited materials make difficult their count. Finally, a set of measures and action plan have been established.

Keywords: uncontrolled micro-landfill; municipal waste; characterization

ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA DE LOS MICROVERTEDEROS INCONTROLADOS: APLICACIÓN AL CASO DE CASTELLÓN

A pesar de que la normativa prohíbe el vertido incontrolado de los residuos en España desde hace tiempo, todavía siguen apareciendo en las periferias de las ciudades. Las principales problemáticas de estos microvertederos incontrolados, además del impacto visual, son: la contaminación de los suelos, del aire y de las aguas; la producción de olores; el vuelo y dispersión de las fracciones más ligeras, y la proliferación de vectores. Como consecuencia, los ayuntamientos deben habilitar brigadas de limpieza para la retirada continua de estos residuos, con el consiguiente coste económico que ello supone.

El objetivo del trabajo es la propuesta de un conjunto de medidas para la eliminación de los microvertederos incontrolados en Castellón. Para ello, es necesario conocer las causas que provocan este fenómeno y la naturaleza de los residuos. En primer lugar se ha estudiado la evolución y estado actual de los vertederos incontrolados, que ha consistido en localizar los puntos de vertido, estimar las cantidades aportadas anualmente y determinar su composición. Se ha diseñado una metodología clara y sencilla de muestreo, puesto que la diferente tipología de los materiales depositados dificulta su cómputo. Finalmente se ha establecido un conjunto de medidas y un plan de actuación.

Palabras clave: microvertedero incontrolado; residuos municipales; caracterización

Correspondencia: Antonio Gallardo Izquierdo - gallardo@emc.uji.es

Agradecimientos: Excelentísimo Ayuntamiento de Castellón de la Plana

1. Introducción

A pesar de que desde el año 2001 la legislación española prohíbe el vertido incontrolado de residuos, en las periferias de las ciudades todavía aparecen microvertederos, donde se produce el vertido ilegal de residuos, siendo una fuente de contaminación y otros problemas.

Un microvertedero incontrolado es un lugar en el que, sin estar preparado para ello y sin consideraciones medioambientales, es elegido por algún vecino para depositar algunos residuos. Estos suelen aparecer en caminos, cunetas, ramblas, barrancos, solares, etc., e incluso en espacios naturales protegidos. En ellos se vierten escombros, poda, enseres viejos, electrodomésticos y todo tipo de residuos urbanos de diferente naturaleza. Su aparición suele deberse principalmente a la comodidad de los ciudadanos o empresas de no llevar los residuos hasta el punto limpio correspondiente, aunque también puede ser ocasionado por falta de una política de retirada de enseres a domicilio por parte del ayuntamiento y por la falta de conciencia ambiental.

Es habitual que un microvertedero comience con el vertido de escombros, podas o enseres, pero poco a poco atraerá residuos más peligrosos, como pueden ser: electrodomésticos, aceites, pinturas, disolventes, etc. Las principales problemáticas de los mismos, además del impacto visual, son: la contaminación de los suelos, del aire y de las aguas; la producción de olores; el vuelo y dispersión de las fracciones más ligeras, la proliferación de vectores, e incluso riesgo de explosiones e incendios (Sharma et al. 2008). Como consecuencia, los ayuntamientos deben habilitar brigadas de limpieza para la retirada continua de estos residuos, con el consiguiente coste económico que ello supone.

Para poder minimizar esta problemática, es muy importante conocer las causas que provocan este fenómeno, lo que permitirá establecer medidas correctivas, así como su localización. Son muy pocos los trabajos publicados sobre el tema de la gestión y solución a los microvertederos incontrolados. En este sentido, Silvestri y Omri (2008) diseñaron un método, basado en teledetección mediante sensores remotos y sistemas de información geográfica, con el objetivo de identificar los vertederos incontrolados en grande áreas y que después validaron en el noroeste de Italia. Otro trabajo utilizó la teledetección, sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio espacial para la identificación de áreas potencialmente contaminadas y que podrían albergar vertederos incontrolados, obteniendo como resultado un mapa que describe las probabilidades de que existan vertederos ilegales (Biotto et al. 2009).

Por su parte, Jorbá, Ruiz y Lucendo (2013) estudiaron los factores territoriales de localización y características de los vertederos incontrolados o ilegales en Andalucía mediante un análisis exploratorio y multifactorial. Como resultados obtuvieron que a escala regional, los factores que caracterizan la localización de los vertederos ilegales vienen definidos por variables socioeconómicas del territorio y de sensibilidad ambiental de las instituciones competentes en la materia. Mientras que a escala local tienen que ver con la presencia de desigualdades sociales, tipo de residuos existentes, eficiencia de la gestión de los mismos y con los rasgos litológicos-geomorfológicos del emplazamiento. Este mismo estudio agrupa las principales variables que afectan a la localización de microvertederos y vertederos incontrolados en 4 grandes tipos (Jorbá, Ruiz y Lucendo 2013):

- Geofísicas: variables relacionadas con los aspectos geomorfológicos, litoestructurales, vegetación, pendientes, hidrología (cursos de aguas, aguas subterráneas), tipos de uso del suelo, las áreas protegidas, etc.
- De gestión y actividad: variables relacionadas con el entorno de los vertederos como son la accesibilidad y visibilidad o las características y tipo de residuos.
- Socioeconómicas: población residente, renta, infraestructuras viarias, actividades económicas, etc.
- Otras: como son la proximidad a zonas urbanas, áreas residenciales e industriales, las infraestructuras físicas y vías de comunicación existentes o la naturaleza catastral del lugar donde se encuentra el vertedero.

En cuanto a la eliminación o minimización de este tipo de problemática, Alfonso et al. (2013) analizaron en una ciudad argentina la posibilidad de erradicar los microvertederos y su sustitución por espacios verdes públicos. Para ello realizaron encuesta a los vecinos de las zonas afectadas obteniendo que, a pesar de conocer la problemática e ilegalidad de los microvertederos, no existe un compromiso por parte de los vecinos y que estos no creen que sean los responsables de su erradicación. Por su parte, Apostol y Mihai (2011) realizaron en Rumania una revisión territorial sobre el cierre y rehabilitación de vertederos y microvertederos rurales incontrolados. Encontrando que la principal opción es la compactación y posterior cubrimiento con tierra, mientras que solo una pequeña parte se traslada a vertederos controlados.

El objetivo del trabajo que aquí se presenta, es la propuesta de medidas para la eliminación de los microvertederos incontrolados en Castellón. En primer lugar se deben conocer las causas que provocan este fenómeno y la naturaleza de los residuos encontrados en estos puntos. Para ello, se ha estudiado la evolución durante varios años y el estado actual de los microvertederos, que ha consistido en localizar los puntos de vertidos, estimar las cantidades aportadas anualmente y determinar su composición.

Para finalizar el trabajo, se ha establecido un conjunto de medidas y un plan de actuación encaminados a evitar la existencia de estos puntos. Las medidas son tanto de mejora de servicios como de concienciación ciudadana.

2. Localización y evolución de los microvertederos de Castellón

En el año 1998 se realizó un estudio con el objeto de determinar el número y las características de los microvertederos incontrolados que existían en el término municipal de Castellón. En el año 2001, el Ayuntamiento construyó un ecoparque (punto limpio) a las afueras de la ciudad, en la zona oeste, con ello pretendía eliminar el gran número de microvertederos incontrolados que tenía el término, que suponían, además de un impacto ambiental grave, un desembolso importante de dinero destinado a la limpieza. En el año 2002, ya en colaboración con el Ayuntamiento, se realizó otro estudio de investigación para determinar cuál había sido la influencia de la construcción del ecoparque en la disminución de estos puntos y en la reducción de su volumen.

En el año 2015 se ha realizado de nuevo el estudio del número y características de estos microvertederos con el fin de comprobar su evolución en el tiempo, y de los resultados establecer un plan de actuación para conseguir minimizar el número y el impacto de estos puntos en la ciudad.

2.1 Situación de los microvertederos incontrolados en el año 1998 y 2003

Para localizar y caracterizar los microvertederos del término municipal de Castellón se realizó una primera etapa de búsqueda de información, las fuentes utilizadas fueron: los servicios de limpieza del Ayuntamiento, el Consejo Agrario Municipal y la Guardia Civil. Con todo ello se obtuvo la información necesaria para plantear el trabajo, además de un conjunto de mapas y direcciones sobre los posibles microvertidos incontrolados. Posteriormente, rastreado todo el término, se realizó el análisis de los datos.

En el año 2003 la situación del sistema de recogida de residuos había variado, ya que desde el año 2002 existe un ecoparque (punto limpio) en la zona oeste de la ciudad. Esto hacía pensar que el número de microvertederos y la cantidad de residuos encontrada sería menor. Por otra parte, la población ha pasado de 137.741 a 153.225 habitantes. Se procedió a realizar el mismo trabajo de campo y análisis posterior de los datos, en esta ocasión en colaboración con el Ayuntamiento.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El total de vertederos encontrados en 1998 fue de 48, y en el año 2003 fue de 34. La capacidad y la distribución de tamaños se pueden ver en la tabla 1.
- La composición de los residuos encontrados en los vertederos fue muy variada. Se optó por establecer una clasificación de siete tipos de vertederos, en función de su composición mayoritaria. Esta clasificación y el número de vertederos de cada tipo se da en la tabla 2.
- Respecto a la distribución geográfica de los microvertederos, se muestra en la figura 1.

Tabla 1. Distribución de tamaños de los microvertederos y capacidad total en 1998 y en 2003. Gallardo et al. (2006) y Martínez y Adsuara (1998)

Capacidad (m ³)	Número de microvertederos		Capacidad total (m ³)	
	Año 1998	Año 2003	Año 1998	Año 2003
50 <	24	18	414,5	289
50 – 300	15	5	2432,5	640
300 – 500	2	3	720	950
500 – 1000	3	4	2050	2250
> 1000	4	4	4800	7725
Total	48	34	13.042	11854

Tabla 2 Categorías y número de vertederos de cada tipo en 1998 y en 2003. Gallardo et al. (2006) y Martínez y Adsuara (1998)

Tipo de microvertedero	Número de microvertederos	
	Año 1998	Año 2003
Construcción	20	2
Mezcla (todos los tipos sin peligrosos)	8	14
Mezcla Peligrosos (todos los tipos más peligrosos)	15	8
Construcción, muebles y electrodomésticos	1	5
Poda y siega	2	5
Agrícolas	1	0
Plásticos	1	0
Total	48	34

2.2 Situación de los microvertederos en el año 2015

En el año 2015 la situación de la ciudad y las condiciones de los servicios de recogida de residuos han variado notablemente. La ciudad dispone de un ecoparque, ya consolidado, en la zona oeste, de un sistema de ecoparque móvil que presta servicio en diferentes zonas y barrios y de 6 minipuntos limpios repartidos por la ciudad. Por otra parte, la población se ha incrementado hasta los 173.841 habitantes (padrón municipal de 2014). De nuevo, el trabajo se ha realizado con la colaboración del Ayuntamiento de Castellón y también de la empresa contratista del servicio de limpieza y recogida de basura de la ciudad.

En este caso los resultados han sido los siguientes:

- El número de microvertederos encontrados son 25, su capacidad se puede ver en la tabla 3.
- Respecto a la composición de los residuos encontrados en los microvertederos, al igual que en 1998 y que 2003 fue muy variada, en la tabla 3 se puede ver su clasificación.
- En la figura 1 aparecen también localizados los microvertederos de 2015.

Figura 1. Comparativa de situación de los microvertederos en 1998/2003/2015

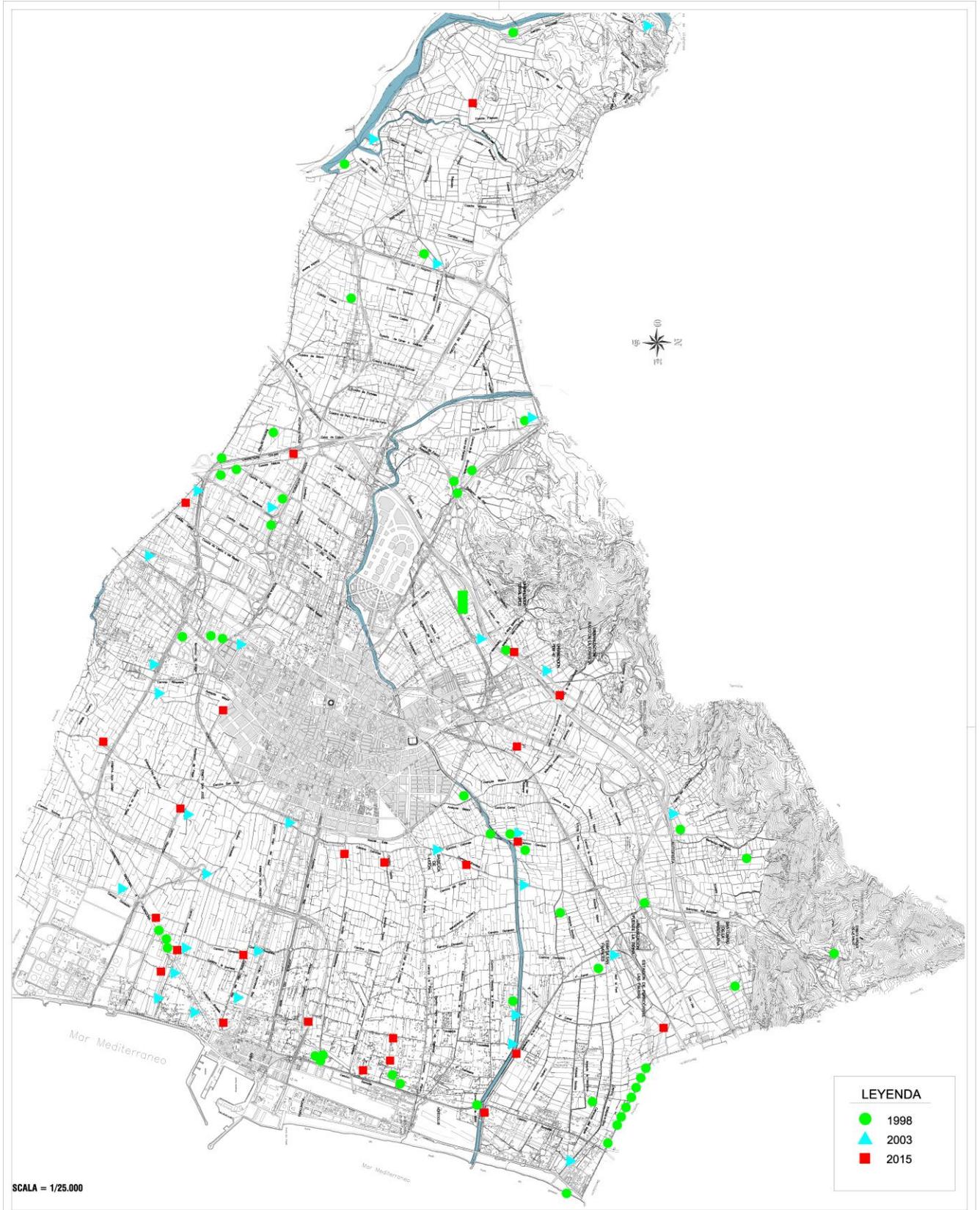


Tabla 3. Distribución de tamaños de los microvertederos y capacidad total de cada categoría en 2015

Puntos	Capacidad (m3)	Composición (%)					Tipo
		Construcción RCD's	Enseres voluminosos	Vegetales	Plásticos	Resto	
1	150		55	20		25	Construcción/RCD's
2	750	40	20			40	Construcción/RCD's
3	12	50	35			15	Construcción/RCD's
4	108	40	25			35	Construcción/RCD's
5	25		65			35	Enseres voluminosos
6	35		55	20	20	5	Enseres voluminosos
7	150	55				45	Construcción/RCD's
8	24	60	20	10		10	Construcción/RCD's
9	30		70	20		10	Enseres voluminosos
10	120	40	30			30	Construcción/RCD's
11	30	75				25	Construcción/RCD's
12	2000	80				20	Construcción/RCD's
13	25	100					Construcción/RCD's
14	330	50				50	Construcción/RCD's
15	30	45		30		25	Construcción/RCD's Vegetales
16	150	35		40		25	Construcción/RCD's Vegetales
17	36	85				15	Construcción/RCD's
18	25	20		70		10	Vegetales
19	35		75			25	Enseres voluminosos
20	25	60	20	10		10	Construcción/RCD's
21	36	50	30	10		10	Construcción/RCD's
22	25	0	80			20	Enseres voluminosos
23	9	90				10	Construcción/RCD's
24	16	40	40			20	Construcción/RCD's Enseres voluminosos
25	30	40	40			20	Construcción/RCD's Enseres voluminosos

Para estudiar las características y composición de los microvertederos en 2015, se ha planteado un trabajo de campo importante. Se han realizado 6 visitas periódicas a estos puntos, en diferentes meses, para aforar su capacidad y se han realizado análisis visuales para definir su composición.

Para hacer una clasificación de los puntos en base a la composición, se han creado las siguientes reglas:

- Si existe una tipología de residuo con más el 50% en volumen, este punto se considerará de dicha tipología.
- Si no existe una tipología superior al 50 %, se tendrán en cuenta siempre las dos tipologías mayoritarias del punto para su clasificación.
- Si la tercera tipología de residuos supera el 20% en volumen, esta se tendrá en consideración como una fracción nueva, y se realizará la misma aplicación para la cuarta tipología
- Si la tercera tipología de residuo no supera el 20% en volumen, esta y las siguientes tipologías se agrupan en fracción resto.

Con las clasificaciones efectuadas según estas reglas se han realizado gráficos en forma de disco para cada vertedero (figura 2).

En base a las dimensiones observadas de los vertederos en las diferentes visitas, se han realizado los promedios de su aforamiento para establecer sus capacidades. Una vez propuestas las capacidades de cada punto se ha establecido una regla para distinguir entre microvertederos de baja y de alta capacidad, esta información se puede apreciar en la figura 2 según el color de la trama de fondo de los discos:

- Si la trama de fondo del disco es verde, corresponde a puntos con baja capacidad de (menos de 100 m³)
- Si la trama de fondo del disco es roja, corresponde a puntos de alta capacidad (superior a 100 m³)

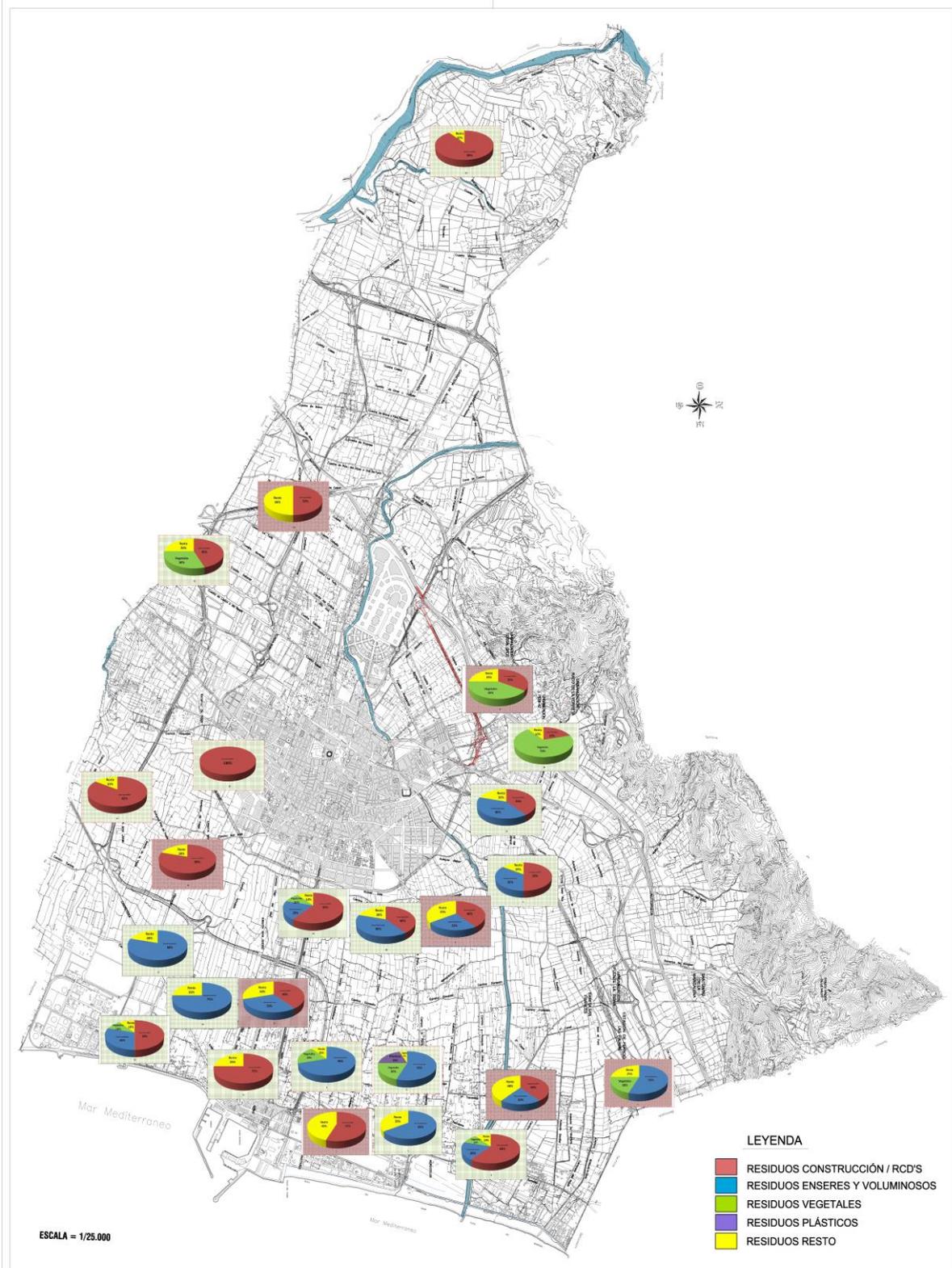
2.3 Análisis y discusión de resultados

Respecto a la distribución geográfica de los vertederos, que se muestra en la figura 1, la zona de mayor concentración, a lo largo de todos estos años, es la que se encuentra entre Castellón y el núcleo poblacional del Grao de Castellón, conocida como "Marjalería". Esta zona es un espacio de viviendas diseminadas donde no existe consolidación urbana de infraestructuras, tales como caminos o calles asfaltadas, alumbrado público o drenajes y saneamiento. También en las zonas de la periferia de la ciudad se encuentran puntos de microvertidos, en estos espacios tampoco existen infraestructuras básicas. En este aspecto, las conclusiones obtenidas son similares a las dadas por Jorbá, Ruiz y Lucena (2013) en su estudio sobre vertederos incontrolados.

El número de microvertederos en 1998 era de 48, pasando a 34 puntos en el año 2003 y a 25 en el año 2015, lo que indica una evolución positiva de la situación a lo largo de todos estos años.

En los diferentes años la mayor parte de residuos corresponden a RCD y a voluminosos. Están formados por inertes provenientes de pequeñas obras y reformas y por enseres viejos domésticos provenientes de las mismas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Jorbá, Ruiz y Lucendo (2013) en Andalucía, donde los RCD suponían un 60%, los residuos urbanos un 35% y otros residuos como neumáticos fuera de uso, residuos plásticos agrícolas e industriales suponían un 5%.

Figura 2. Distribución y composición de los microvertederos en 2015



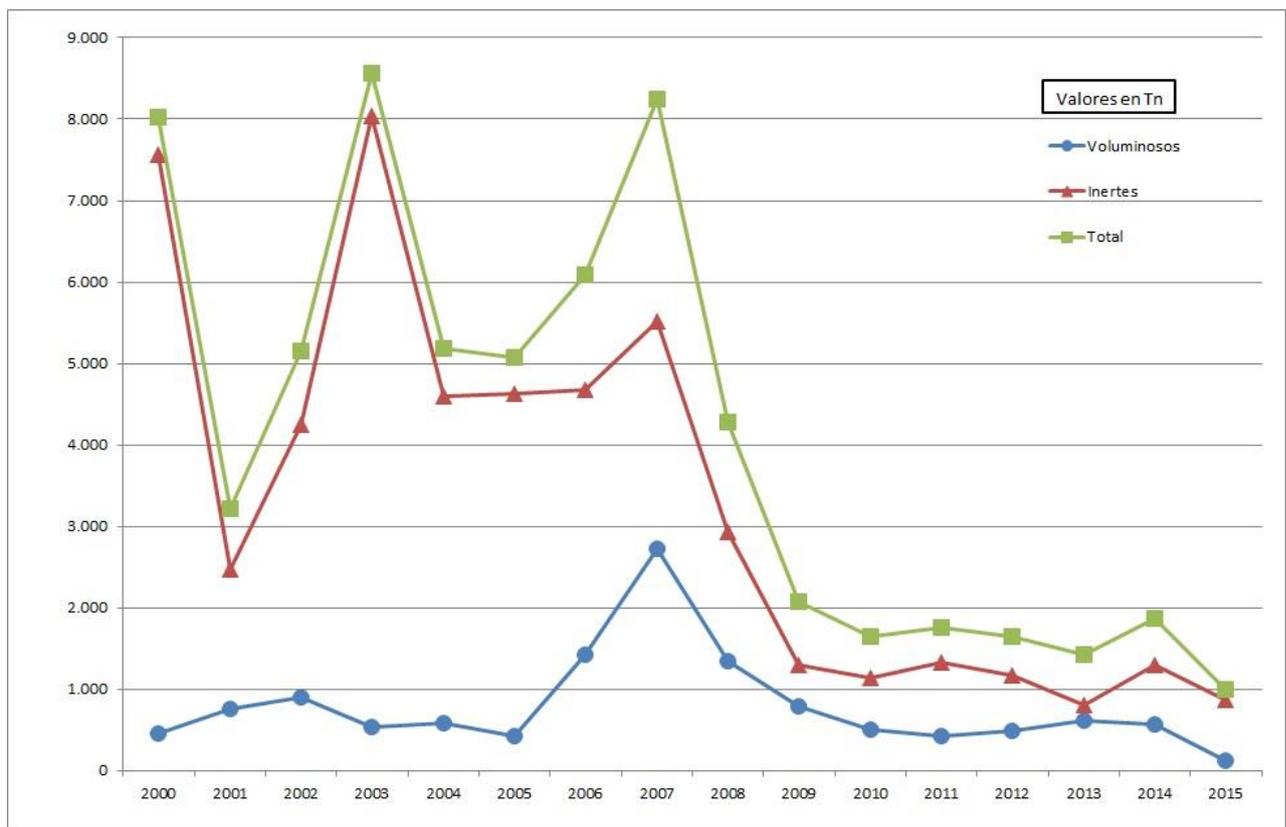
El residuo vegetal es también muy común en estos microvertederos, debido a la tipología de edificación con jardines y árboles que son normalmente mantenidos por los propietarios.

De los 25 microvertederos localizados en 2015, inferiores a 100 m³ aparecen 17. Los 8 restantes que son de capacidad superior y suponen casi el 90% en capacidad total anual de residuos. En cuanto a su composición, en 15 de ellos están formados por residuos de construcción y 5 corresponden a enseres y voluminosos (tabla 3).

En la figura 3 se recogen los datos de toneladas recogidas por los servicios municipales de residuos inertes y voluminosos en microvertederos incontrolados durante los últimos 15 años. Se observa en la evolución que la tendencia principal es la disminución de estos residuos, resaltando la disminución en el año 2003 por la instalación de un ecoparque en la ciudad y la disminución a partir del año 2007 por la aparición de la crisis económica.

Finalmente, del estudio también se desprende que no hay una cantidad significativa de residuos peligrosos en los microvertederos.

Figura 3. Evolución de toneladas recogidas por parte de las brigadas municipales entre los años 2000 y 2015 de Voluminosos e Inertes



3. Plan de Actuación.

Tras el análisis y discusión de los resultados, se plantean a continuación varias iniciativas a poner en práctica a fin de controlar y disminuir los vertidos incontrolados:

1. Contenerización. Colocación de contenedores específicos para cada uno de los residuos en los puntos habilitados, con especial atención a los restos vegetales.
2. Puesta en marcha de un servicio de recogida selectiva estos residuos. Se establecerá una programación para la recogida separada de los diferentes puntos de modo que cada día se recogerá un tipo distinto de residuo. Dicho calendario ha de quedar expuesto en los lugares seleccionados a fin de que llegue al usuario.
3. Ecoparque Móvil. Refuerzo del servicio de recogida mediante un equipo provisto de un vehículo compartimentado, que se irá desplazando por el municipio, estacionándose en ubicaciones seleccionadas donde los usuarios se acercarán a depositar sus residuos. Este dispositivo es capaz de recoger: papel, cartón, vidrio, metales, aceites usados, pilas y lámparas.
4. Campaña de sensibilización y comunicación social. Se trata de una labor fundamental para lograr el funcionamiento óptimo de los anteriores servicios. Consistirá en la comunicación directa a los usuarios de la siguiente información:
 - Puntos habilitados para el depósito de residuos
 - Residuos que se pueden depositar
 - Programación/calendario de la recogida
 - Rutas y puntos de estacionamiento del ecoparque móvil, residuos que recogerá.
5. Medidas de seguimiento y control. Se trata de establecer visitas periódicas de seguimiento para comprobar la evolución de los puntos de vertido, la aceptación y uso de las medidas planteadas.
6. Construcción de un nuevo ecoparque. Sobre la base de los datos de generación y composición obtenidos en el estudio de 2015, y conociendo cuáles son los puntos de mayor volumen, especialmente para los RCD y voluminosos, construir en el futuro un segundo ecoparque en la zona este de la ciudad.

4. Conclusiones

Aun existiendo el problema de los microvertederos incontrolados, son muy pocos los trabajos encontrados, tras una exhaustiva revisión bibliográfica, que traten de cómo caracterizarlos y gestionarlos para que desaparezcan.

Del estudio de seguimiento de la evolución de los microvertederos llevado a cabo del año 1998 al 2015 en el término municipal de Castellón de la Plana, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Su número se ha reducido del año 1998 al 2015, aunque sin llegar a desaparecer.
- La instalación del ecoparque ha influido en la disminución del número de microvertederos cercanos a dicha instalación.
- La crisis económica ha tenido un efecto de reducción sobre la cantidad y capacidad de los mismos.
- El tipo de residuo que predomina son los RCD, seguidos de voluminosos y restos de poda.
- En cuanto al tamaño, la mayoría son menores a 100 m³, aunque sumandos acumulan al año una cantidad pequeña de residuos.

Se ha establecido una metodología para aforar y determinar la composición de los microvertederos incontrolados, y a partir de ella hacer una clasificación cualitativa de los mismos en función de su composición.

Dada la consolidación del ecoparque actual y el efecto positivo que ha provocado, la construcción de un segundo ecoparque en la ciudad, en la zona donde hay una mayor densidad de microvertederos, sería una de las mejores medidas a futuro para la solución del problema.

Referencias

- Alfonzo, G. N., Arenas, F. F., Conforti, M., Salcovsky, N. M. & Valerio, H. G. (2013). Erradicación de microbasurales en González Catán. *Revista de Investigaciones del Departamento de Ciencias Económicas de La Universidad Nacional de la Matanza*. (<http://rinca.unlam.edu.ar>).
- Apostol, L & Mihail, F (2011). The process of closing down rural landfills. Case study: Neamt County. *Present Environment And Sustainable Development*, 5 (2), 167-174.
- Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S. & Rosselli, R. (2009). GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *International Journal of Geographical Information Science*, 23 (10), 1233–1244.
- 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* (pp. 1250 – 1261), Valencia.
- Jordá, R., Ruiz, F. & Lucendo, A. L. (2013). Factores territoriales de localización y caracterización de los vertederos incontrolados en Andalucía. *Scripta Nova, Revista Electronica de Geografía y Ciencias sociales de la Universidad de Barcelona*, 15 (435).

- Martínez M.D. & Adsuara G. (1998). Vertederos ilegales en el término municipal de Castellón. *Colección de trabajos de la asignatura de Residuos Sólidos, INGRES, Universitat Jaume I, Castellón de la Plana.*
- Sharma, A., Meesa, S., Pant, S. & Alappat, B.J. (2008). Formulation of a landfill pollution potential index to compare pollution potential of uncontrolled landfills. *Waste Management & Research, 26 (5), 474–83.*
- Silvestri, S. & Omri, M. (2008). A method for the remote sensing identification of uncontrolled landfills: formulation and validation. *International Journal of Remote Sensing, 29 (4), 975–989.*