



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Ciencias Ambientales

Propuesta para la planificación de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos (RSU) en la Mancomunidad Ribera Bajo Huerva, Aragón.

Planning proposal for municipal solid waste (MSW) selective collection in the Commonwealth of Ribera Bajo Huerva, Aragón.

Autor/es

Iván López Vera

Director/es

Nieves Latorre Sierra
Isabel Casao Otal

Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos	5
3. Marco normativo y legal	6
3.1. Legislación europea	6
3.2. Legislación estatal.....	7
3.3. Legislación autonómica	9
4. Localización y contexto	10
5. Metodología	12
5.1. Procedimientos de muestreo	12
5.2. Análisis del sistema actual y propuesta de un nuevo sistema de recogida	17
6. Caracterización del sistema de recogida de RSU actual en la mancomunidad.....	19
6.1. Ubicación y estado de los contenedores	19
6.2. Análisis del sistema actual	24
7. Propuestas para el nuevo sistema de recogida selectiva de RSU	25
8. Conclusiones	34
9. Bibliografía.....	36
10. Anexos.....	39
Anexo I	39
Anexo II.....	40
Anexo III	41
Anexo IV	42
Anexo V.....	43
Anexo VI	44

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de habitantes por municipio	12
Tabla 2. Cantidad de residuos recogidos (kg) en los municipios en 2018	12
Tabla 3. Distribución de los contenedores por municipio y fracción	20
Tabla 4. Número de contenedores según su fracción y su capacidad.....	20
Tabla 5. Análisis DAFO del sistema	24
Tabla 6. Número de contenedores por fracción y municipio según su capacidad.....	25
Tabla 7. Volumen (L) actual por municipio y fracción	26
Tabla 8. Comparativa de diferentes modelos de contenedores	27
Tabla 9. Número de contenedores del nuevo sistema de recogida.....	29
Tabla 10. Número de contenedores en mal estado por fracción y municipio según su capacidad	30
Tabla 11. Número de contenedores necesarios para sustituir los que se encuentran en mal estado	31
Tabla 12. Periodicidad de recogida	34

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Composición de los residuos recogidos durante 2019 en Aragón.....	5
Ilustración 2. Jerarquía de residuos	7
Ilustración 3. Localización del área de estudio.....	11
Ilustración 4. Contenedor de carga trasera	14
Ilustración 5. Contenedor de carga lateral	14
Ilustración 6. Contenedor de carga superior	14
Ilustración 7. Contenedores soterrados.....	15
Ilustración 8. Contenedores fijados con brazo.....	15
Ilustración 9. Contenedor fijado con horquillas	16
Ilustración 10. Contenedores fijados con valla.....	16
Ilustración 11. Informe de la base de datos del SIG.....	17
Ilustración 12. Ejemplo de ficha individual autogenerada por el software SIG.....	18
Ilustración 13. Distribución geográfica de los contenedores.....	21
Ilustración 14. Estado de conservación de los contenedores de la fracción resto	22
Ilustración 15. Estado de conservación de los contenedores de la fracción vidrio	22
Ilustración 16. Estado de conservación de los contenedores de la fracción papel y cartón	23
Ilustración 17. Estado de conservación de los contenedores de la fracción envases ligeros y plásticos	23
Ilustración 18. Estado de conservación del conjunto completo de los contenedores	24
Ilustración 19. Plano del modelo OVAL 3000	28
Ilustración 20. Contenedores soterrados de recogida de residuos orgánicos en Cuarte de Huerva.....	32
Ilustración 21. Plano del modelo OVAL 2000	33

Resumen

Hoy en día es cada vez mayor la preocupación general de la población sobre el cuidado del medio ambiente y de todo lo relacionado con este. Es precisamente de este punto de donde surge el interés y la inquietud a cerca de la gestión de los residuos. Una de las claves para llevar a cabo una correcta y eficiente gestión de los residuos es el reciclaje, en especial de los Residuos Sólidos Urbanos o RSU.

En este trabajo fin de grado se busca precisamente tratar este tema a una escala local, concretamente centrando el esfuerzo en la Mancomunidad de Ribera Bajo Huerva, en Aragón (España). Para ello, se ha realizado la toma de datos de todos los contenedores, así como su posterior análisis. Posteriormente, y tras realizar un análisis para poder estudiar las posibilidades de implantar nuevos contenedores, inclusión de una nueva fracción orgánica, etc., se ha desarrollado un nuevo plan de recogida selectiva de RSU capaz de suplir las necesidades en la recogida de residuos de los municipios y que a su vez aporta nuevas ventajas frente al plan previo.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos (RSU), recogida selectiva, plan de recogida, Mancomunidad de Ribera Bajo Huerva.

Abstract

Nowadays the general concern of the population about caring for the environment and everything that is related to it is increasing. That is precisely the point that interest and concern about waste management arises from. One of the keys to accomplish a correct and efficient waste management is recycling, especially municipal solid waste or MSW.

This final degree project seeks to address this issue on a local scale, specifically focusing all the efforts on the Commonwealth of Ribera Bajo Huerva, in Aragón (Spain). To do this, data on the trash bins has been collected, as well as its subsequent analysis. Subsequently, after making an analysis to be able to study the possibilities of implementing new trash bins, of including a new organic fraction, etc., a new plan for the

selective collection of MSW has been developed. It is capable of meeting the needs in the collection of waste of municipalities and at the same time it provides new advantages over the previous plan.

Keywords: municipal solid waste (MSW), selective collection, collection plan, Commonwealth of Ribera Bajo Huerva.

1. Introducción

En pleno siglo XXI, los residuos, las emisiones y los vertidos son unas de las principales cuestiones que preocupan y suponen un desafío para las administraciones y, en general, para los ciudadanos.

Hasta mediados de los años 70, cuando tuvo lugar la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente, se consideraba que los residuos sólidos solo debían ser tratados mediante la recolección y posterior transporte y almacenamiento en un lugar destinado para tal alejado de las urbes (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), 2005)

Cualquier proceso o actividad humana, como el crecimiento poblacional o las actividades industriales, acarrea problemas medioambientales significativos y generalizados derivados de un consumo desmesurado de los recursos que supera con creces la capacidad de la biosfera para poder absorber esos elementos (vertidos, residuos, contaminación atmosférica, etc.) (Comunidad de Madrid, 2006).

Precisamente es uno de estos elementos el que se va a tratar en este trabajo: los residuos. La definición de este término, como indican Rondón Toro et al. (Rondón Toro et al., 2016) es una tarea compleja, ya que se trata de un concepto un tanto subjetivo, ya que dependerá de los actores implicados o de la posibilidad de que sea reciclado. Según la ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se entiende por residuo “cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar” (Ley 22/2011). En esta misma ley se definen los residuos domésticos como “residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias” (Ley 22/2011).

Dentro de los residuos, encontramos diferentes tipos entre los que destacan los residuos sólidos urbanos o RSU. A pesar de que su definición depende del autor, dada la subjetividad del concepto, se pueden entender como RSU a “cualquier material sólido o semisólido desechado por la población y los comercios, excluyendo los residuos peligrosos y las aguas residuales” (Vergara y Tchobanoglous, 2012).

Al igual que ocurre con cualquier otro tipo de residuo, una mala gestión de los RSU conlleva una serie de impactos negativos sobre el medioambiente y la salud de la población. Esta inadecuada gestión, en especial si se da en vertederos a cielo abierto, puede acarrear serios impactos en la salud de la población, por ejemplo, enfermedades entéricas como tifus, cólera y hepatitis (CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2010).

Entre los impactos que pueden tener los RSU en el medioambiente cabe destacar la contaminación de agua superficiales por lixiviados, aunque también encontramos contaminación atmosférica, incremento en el riesgo de incendio, pérdida de suelo, etc. (CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2010)

De estos impactos en el medioambiente, uno de los más destacables es el aporte de gases de efecto invernadero o GEI. Hablando de residuos, el 3% de las emisiones de GEI proviene de los desechos sólidos y del tratamiento de aguas (IPCC, 2007).

Además, una buena gestión de los residuos generados por las sociedades ayuda a lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean más sostenibles. Esto es uno de los pilares del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 11 de la Agenda 2030: Ciudades y Comunidades Sostenibles. Entre los objetivos que busca alcanzar, se encuentra reducir el impacto ambiental negativo per cápita, incluyendo prestar especial atención a la calidad del aire y la gestión de residuos municipales y de otros tipos, para el año 2030 (United Nations Development Programme, 2021).

Los RSU se pueden dividir en diferentes fracciones. En el caso del presente trabajo, las fracciones en las que se han categorizado los RSU son:

- resto o residuos mezclados
- vidrio
- papel y cartón
- envases ligeros y plástico
- orgánico
- textiles

- aceite
- pilas

De todas estas categorías, se han elegido tan solo las principales que recogen la mayor cantidad de residuos: resto, vidrio, papel y cartón y envases ligeros y plástico. Esto se ha hecho ya que el resto se rigen por unas normativas propias más específicas (Comunidad de Madrid, 2006).

En el año 2019 en Aragón se recogieron 651.462 toneladas de RSU. De este total de residuos, encontramos que las proporciones de cada residuo son las siguientes (Ilustración 1):

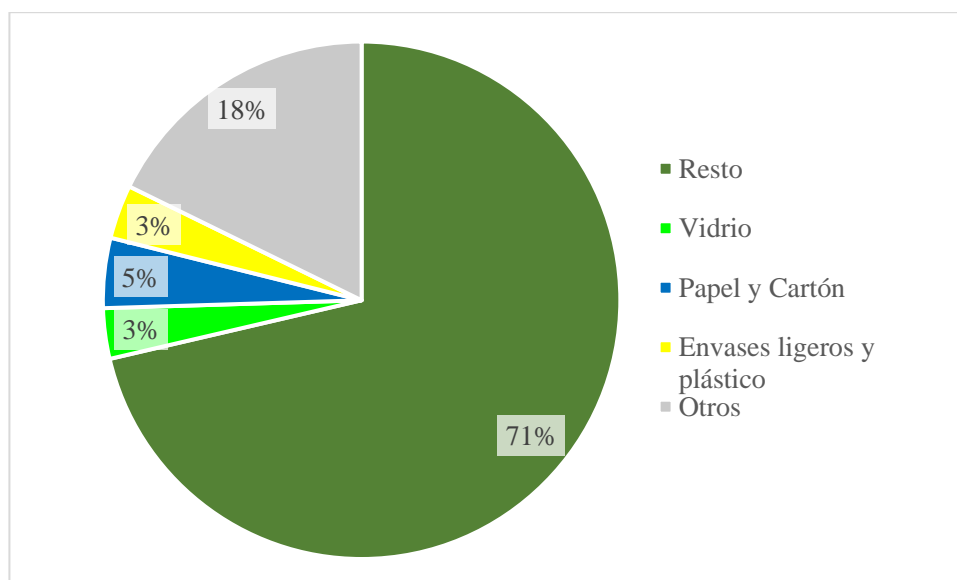


Ilustración 1. *Composición de los residuos recogidos durante 2019 en Aragón. (Elaboración propia)*

Cabe destacar que en este trabajo fin de grado no se tendrá en ningún momento en cuenta el factor económico a la hora de determinar la adecuación de las acciones y propuestas.

2. Objetivos

Con todo lo anterior, se ha establecido como objetivo general de este trabajo fin de grado realizar una propuesta para la realización eficiente de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos en la Mancomunidad Ribera Bajo Huerva.

Para poder alcanzar ese objetivo se han desarrollado los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar el estado actual de los contenedores que conforman el sistema actual de recogida de RSU.
- Investigar la necesidad de llevar a cabo una sustitución de los elementos en mal estado o, dado el caso, las posibilidades para la implantación de nuevos contenedores.
- Estudiar la incorporación de la recogida de la fracción orgánica.
- Proponer otras mejoras y/o recomendaciones para realizar la recogida.

3. Marco normativo y legal

La legislación es la encargada de establecer qué se considera residuo y de regular la manera en la que estos se van a tratar, teniendo en cuenta todos los aspectos que van desde el estado inicial del residuo hasta las operaciones que se van a realizar al mismo.

3.1. *Legislación europea*

A nivel europeo nos encontramos con la **Directiva 2008/98/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Esta directiva es conocida como Directiva Marco de Residuos o DMR.

En esta directiva se establecen algunos conceptos muy importantes, como la jerarquía de residuos (Ilustración 2) que establece la prioridad en la legislación sobre la gestión de los residuos:

- a) prevención;
- b) preparación para la reutilización;
- c) reciclado;
- d) otro tipo de valorización; y
- e) eliminación.



Ilustración 2. Jerarquía de residuos (Comisión Europea)

También establece y regula cómo se han de realizar los Planes de gestión de residuos, qué elementos han de contener y cuáles pueden incluir.

En este mismo nivel encontramos una directiva posterior, la **Directiva (UE) 2018/851** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

Esta nueva directiva busca modificar ciertos aspectos de la anterior para incrementar los objetivos con el fin de conseguir una gestión más sostenible de los residuos y transitar hacia una economía circular.

3.2. Legislación estatal

En cuanto a legislación en el plano estatal, disponemos de la **Ley 22/2011**, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. El objetivo de esta ley es “regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene asimismo como objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados” (Ley 22/2011, 2011).

Además, en España, mediante acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, y a propuesta de la Ministra de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se aprobó el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. Este plan no es instrumento de legislación en sí mismo, sino que se trata de orientaciones y recomendaciones que buscan mejorar ciertas deficiencias, promover actuaciones con un mejor resultado ambiental y asegurar que España cumple con los objetivos (Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos, 2016).

Respecto a los residuos sólidos urbanos y con la finalidad de cumplir los objetivos comunitarios, en este plan se establecen los siguientes objetivos, siendo de carácter obligatorio los que procedan de normativa comunitaria y estatal y de carácter orientativo el resto:

- Objetivos de preparación para la reutilización y reciclado (mínimo).
 - Alcanzar el 50 % de preparación para la reutilización y el reciclado en 2020, de los cuales un 2 % corresponderá a la preparación para la reutilización fundamentalmente de residuos textiles, RAEEs, muebles y otros residuos susceptibles de ser preparados para su reutilización.
- Objetivos de otro tipo de valorización (incluida la energética).
 - En 2020, la valorización energética podría alcanzar hasta el 15% de los residuos municipales generados, mediante: la preparación de combustibles, el uso de residuos en instalaciones de incineración de residuos o en instalaciones de coincineración de residuos.
 - Limitar la valorización energética a los rechazos procedentes de instalaciones de tratamiento y a materiales no reciclables.
 - Incrementar la valorización energética del material bioestabilizado generado en instalaciones de incineración y coincineración.
- Objetivos de eliminación.

- En 2016, cumplir con el objetivo de reducción del vertido de residuos biodegradables (reducir en 12 puntos porcentuales el vertido de este tipo de residuos desde 2012).
- No depositar en vertedero residuos municipales sin tratar.
- En 2020, limitar el vertido del total de los residuos municipales generados al 35%. (Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos, 2016)

3.3. Legislación autonómica

En lo relativo a la normativa en el marco autonómico de nuestra comunidad, contamos con el **Decreto 148/2008**, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos. En este decreto se establece una clasificación de los residuos en diferentes categorías y, además, se determina que operaciones de eliminación o valorización se deben realizar a cada uno de estos.

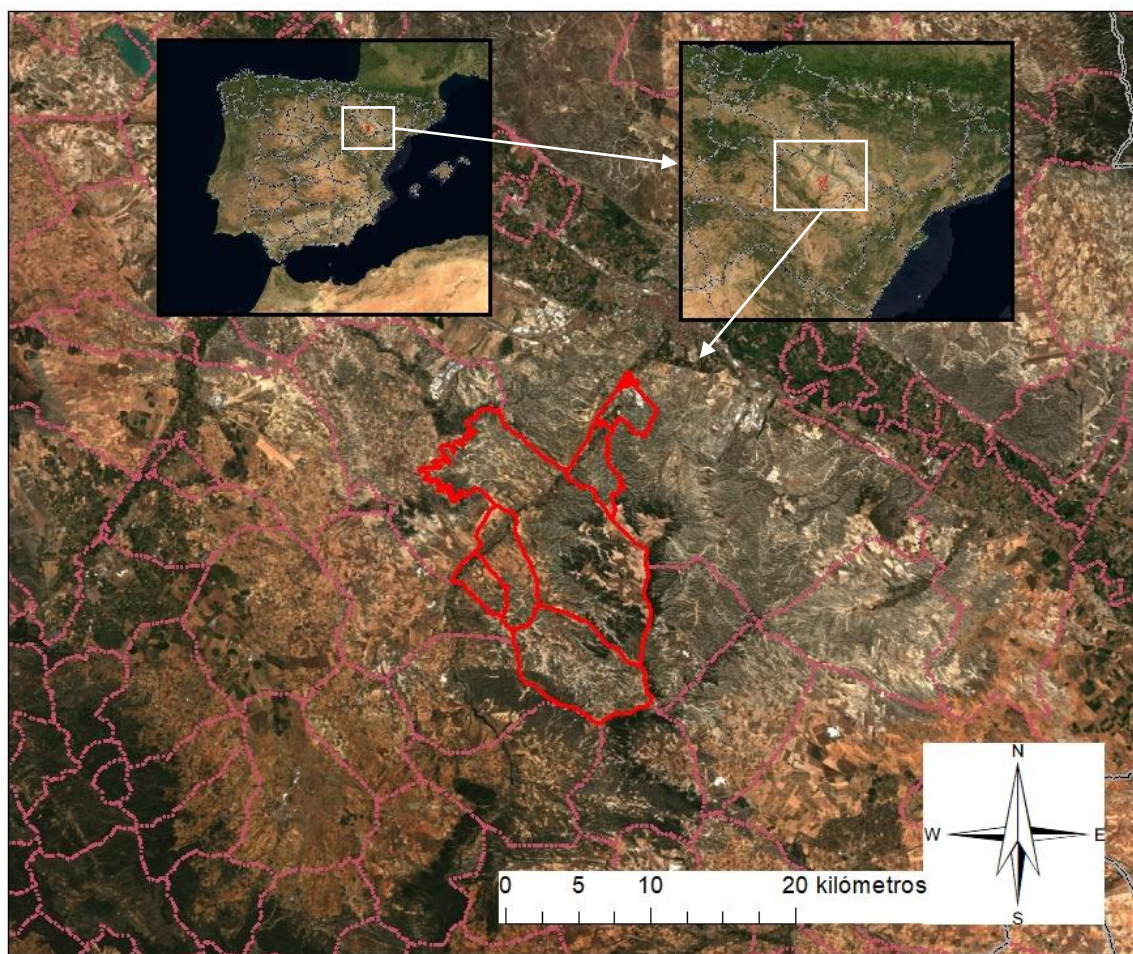
Posteriormente se aprueba el **Decreto 114/2020**, de 25 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 148/2008, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos. En este decreto se recogen requisitos de las autorizaciones de gestión para la valorización o eliminación de residuos, y cómo el Catálogo Aragonés de Residuos se encuentra vinculado en los procedimientos de autorización de las operaciones de gestión de residuos (Eurofins Envira Ingenieros Asesores, 2020).

Por último, Aragón cuenta con un **Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón (Plan GIRA 2018-2022)**. Este se plantea como un instrumento de planificación integrada sobre la gestión de los residuos en la Comunidad Autónoma de Aragón que debe adecuarse a lo establecido en la normativa europea, estatal y autonómica (CEPYME Aragón, 2018). Entre sus objetivos se establece promover una recogida selectiva de alta calidad en origen para garantizar un reciclaje y valorización adecuado de los materiales (residuos), garantizar una red de gestión de residuos necesaria y suficiente, adaptada a las condiciones socioeconómicas y territoriales de Aragón.

Para incluir las nuevas disposiciones incluidas en 2018 en la Directiva Marco de Residuos (Directiva 2008/98/CE, modificada por la Directiva (UE) 2018/851), por Orden del Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, de 12 de marzo de 2021, se acordó el inicio del **Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón, Prevención y Economía Circular 2022-2030** encomendando su preparación a la Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental, con la colaboración de la Dirección General de Calidad y Seguridad Alimentaria y del Instituto Aragonés del Agua, así como promover su evaluación ambiental estratégica (Gobierno de Aragón, 2021).

4. Localización y contexto

La mancomunidad de Ribera Bajo Huerva es una asociación de municipios que se encuentran en las comarcas de Campo de Cariñena y Comarca Central, ambas en la provincia de Zaragoza, Aragón. Cabe destacar su proximidad a la ciudad de Zaragoza, capital de la provincia y de la Comunidad Autónoma de Aragón, siendo esta limítrofe con Cuarte de Huerva, como se observa en la ilustración 3.



BDLJE CC-BY 4.0 ign.es

Ilustración 3. Localización del área de estudio. (Elaboración propia)

La zona de estudio del presente trabajo fin de grado es la mancomunidad de Ribera Bajo Huerva. En concreto se ha decidido centrar el estudio en los municipios que se encuentran dentro de la Comarca Central: Botorrita, Cadrete, Cuarte de Huerva, Jaulín, María de Huerva y Mozota. Así, se han dejado fuera del estudio los 2 municipios que, aunque formen parte de la mancomunidad, se encuentran dentro de la comarca de Campo de Cariñena: Mezalocha y Muel.

El conjunto de los municipios estudiados cuenta actualmente con una población total de 24.516 habitantes (Instituto Nacional de Estadística. (INE), 2021), los cuales quedan repartidos en el censo de cada municipio como se refleja en la tabla 1. Los seis términos municipales tienen una superficie total de 203,7323 hectáreas.

Tabla 1. Relación de habitantes por municipio. (Instituto Nacional de Estadística. (INE), 2021)

MUNICIPIO	POBLACIÓN (Nº DE HABITANTES)
Botorrita	490
Cadrete	4.235
Cuarte de Huerva	13.450
Jaulín	251
María de Huerva	5.970
Mozota	120
TOTAL	24.516

En la siguiente tabla (Tabla 2) se muestran las cantidades de los residuos recogidos (resto, vidrio, papel y cartón, envases ligeros y plásticos) en cada uno de los municipios durante el año 2018.

Tabla 2. Cantidad de residuos recogidos (kg) en los municipios en 2018. (Elaboración propia a partir de datos del Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2018a, b, c, d)

	Vidrio	Papel y Cartón	Envases ligeros y Plásticos	Resto*
Botorrita	2.800	6.132	5.970	189.140
Cadrete	28.300	45.432	44.229	1.477.802
Cuarte de Huerva	87.800	155.866	151.738	4.958.289
Jaulín	200	3.030	2.949	90.013
María de Huerva	34.420	68.093	66.290	2.150.807
Mozota	1.800	1.648	1.604	49.374

Nota. *la obtención de estos datos se ha realizado extrapolando la cifra de kg de residuos mezclados domésticos per cápita y teniendo cuenta la población de cada uno de los municipios en el año 2018 (Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2018d).

5. Metodología

Para poder realizar una planificación del sistema de recogida de RSU de la mancomunidad fue necesario recabar los datos de los contenedores presentes en cada uno de los municipios.

5.1.Procedimientos de muestreo

El muestreo se realizó *in situ* en los 6 municipios que son el eje del trabajo, para lo cual fue necesario hacer desplazamientos a cada uno de ellos.

Una vez en la localización, se hizo un barrido andando para cubrir toda la extensión y con la ayuda de un dispositivo electrónico portátil y un software específico (ArcGIS Collector), se fueron tomando los datos de todos los contenedores que se ubicaran dentro de los términos municipales.

Tras realizar una inspección ocular del contenedor y su entorno, a cada uno de los contenedores se le atribuyó una entidad de tipología “punto” en el mapa y se caracterizó teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Municipio: necesario para conocer el término municipal dentro del cual se encuentran.
 - Botorrita
 - Cadrete
 - Cuarte de Huerva
 - Jaulín
 - María de Huerva
 - Mozota
- Calle: este campo es necesario con el fin de conocer la ubicación exacta de cada contenedor. Ej.: Plaza de la hermandad, 5.
- Estado de conservación: recoge el estado general en el que se encuentra el contenedor.
 - Bien: buen estado.
 - Regular: no faltan elementos básicos, está operativo pero con apariencia deteriorada.
 - Mal: faltan elementos básicos (Tapa, ruedas...) o tiene el cuerpo roto.
- Fracción: tipo de residuo al que va destinado el contenedor:
 - Resto
 - Vidrio
 - Papel y cartón
 - Envases ligeros y Plásticos
- Sistema de carga: cada modelo de contenedor es recogido por el camión de recogida con un sistema.

- Trasera (CT) (Ilustración 4)



Ilustración 4. Contenedor de carga trasera (Elaboración propia)

- Lateral (CL) (Ilustración 5)



Ilustración 5. Contenedor de carga lateral (Elaboración propia)

- Superior (Iglú) (Ilustración 6)



Ilustración 6. Contenedor de carga superior (Elaboración propia)

- Soterrado (Ilustración 7)



Ilustración 7. Contenedores soterrados (Elaboración propia)

- Capacidad: este dato es importante para conocer el número de contenedores necesarios en función del volumen de residuos generados. Entre paréntesis se indica a qué sistema de recogida corresponde cada capacidad.
 - 120 – 320 L (CT)
 - 700 – 800 L (CT)
 - 1000 L (CT)
 - 1100 L (CT)
 - 2400 L (CL)
 - 3000 L (superior o iglú)
- Sistema de fijación: los contenedores pueden, en ocasiones, estar asegurados o fijados para evitar que puedan ser desplazados, bien sea intencionada o no intencionadamente.
 - Con brazo (Ilustración 8)



Ilustración 8. Contenedores fijados con brazo (Elaboración propia)

- Con horquillas (Ilustración 9)



Ilustración 9. Contenedor fijado con horquillas (Elaboración propia)

- Con valla: incluye puertas, casetas, cadenas, etc. (Ilustración 10)



Ilustración 10. Contenedores fijados con valla (Elaboración propia)

- Lado de la calle: indica a qué lado se encuentra, teniendo en cuenta el sentido de circulación de los vehículos por la calzada. En calles de doble sentido, siempre será derecha.
 - Derecha
 - Izquierda
- Pavimento: se refiere al material del suelo sobre el que se encuentra el contenedor.
 - Urbanizado (cemento, asfalto, hormigón, baldosas, etc.)
 - Tierra
- Entorno: útil para conocer los edificios o construcciones que le rodean y así poder ajustar horarios de recogida.
 - Casco urbano consolidado
 - Rural aislado
 - Industrial

- Observaciones: permite incluir cualquier información destacable a cerca del estado, ubicación, detalles... que no haya podido ser recogida en los campos anteriores.
- Fotografía Adjunta: a cada uno de los contenedores se les adjunta, al menos, una foto de este donde se puedan observar todos los detalles (fracción, capacidad, estado, sistema de recogida, fijación, pavimento, etc.)

El conjunto de todos estos datos por cada contenedor acaba generando una base de datos con la que luego se puede trabajar (Ilustración 11).

Contenedores

OBJEC	Municipio	Calle	Estado	cons	Fracción	Sistema de	Capacidad	Sistema de f	Lado calle	Pavimento	Entorno	Observaciones	GlobalID
2	Botorrita	Calle del Cierzo / Calle del Pirineo	Regular		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Sin fijación	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	<nulo>	{AC69D439-4F18-4AEB-8306-D8591EA38399}
3	Botorrita	del Cierzo / del Pirineo	Bien		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Sin fijación	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	<nulo>	{6B70453A-26C2-458C-A9E1-EEC5A3B32237}
4	Botorrita	Zaragoza, 9	Bien		Vidrio	Carga Superior	Iglú 3 m3	Sin fijación	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	<nulo>	{4E21E359-542C-425A-9792-A9368E17183F}
5	Botorrita	del olmo	Bien		Vidrio	Carga Superior	Iglú 3 m3	Sin fijación	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	<nulo>	{E090F600-E02D-4541-9991-225F83345758}
6	Botorrita	del olmo	Mal		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{2B88380E-8656-4252-B7E5-F263D976B284}
7	Botorrita	del olmo	Bien		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{8F35A195-7305-444E-8245-260DC3480388}
8	Botorrita	del olmo	Mal		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{E16B9C89-5BA8-44D9-9D83-4C6C97F4EAC1}
9	Botorrita	del olmo	Bien		Envases Ligeros	Carga Trasera	CT 1000 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{416E69F2-182D-4CA8-90A4-4FFFCB67808B}
10	Botorrita	del olmo	Bien		Envases Ligeros	Carga Trasera	CT 1000 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{94E1D661-9709-4425-ADDC-B4981163BC00}
11	Botorrita	del olmo	Mal		Papel cartón	Carga Lateral	CL 2.4	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	con cadena	{F88D0D36-D965-4D6D-BBD4-57153C549FE1}
12	Botorrita	Plaza de la hermandad, 5	Bien		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Con horquillas	Derecho según la marcha	Urbanizado	Casco urbano consolidado	<nulo>	{4EC13A4C-6482-4981-86F0-1E76E9871773}
13	Botorrita	del palacio	Regular		Resto	Carga Trasera	CT 700-800 lts	Con horquillas	Derecho según la	Urbanizado	Casco urbano	<nulo>	{8E103A94-4346-4025-B604-

Page 1 of 116

Ilustración 11. Informe de la base de datos del SIG (Elaboración propia)

5.2. Análisis del sistema actual y propuesta de un nuevo sistema de recogida

Tras la toma de todos los datos se ha utilizado un Sistema de Información Geográfica o SIG. Esto es una herramienta que permite analizar, operar y gestionar todos los datos recabados. En este trabajo, el software utilizado ha sido ArcMap, creado por Esri, con la licencia que la Universidad de Zaragoza pone a disposición de los estudiantes.

Este SIG genera una ficha individual para cada una de las entidades donde se muestran todas las características, anotaciones y fotografías adjuntadas, con la finalidad de poder tratarlas por individual y disponer de esa información en casa de necesidad (Ilustración 12).

OBJECTID :	2
Municipio :	Botorrita
Calle :	carretera Ejea, 9
Estado conservación :	Regular
Fracción :	Resto
Sistema de carga :	Carga Trasera
Capacidad :	CT 700-800 lts
Sistema de fijación :	Sin fijación
Lado calle :	Derecho según la marcha
Pavimento :	Urbanizado
Entorno :	Casco urbano consolidado
Observaciones :	pegatinas desgastadas



De esta manera se puede analizar el estado del sistema actual estudiando el conjunto de los contenedores, su estado de conservación, la necesidad de añadir nuevos contenedores para evitar colapsos y excesos de basuras, etc. Para poder analizar el conjunto de una manera más efectiva se va a realizar el análisis por grupos, siendo las fracciones (resto, vidrio, papel y cartón y envases ligeros y plásticos) de los contenedores la variable determinante. Esta división se realiza basada en el hecho de que la recogida es selectiva, por lo que cada tipo de residuo es recogido por un camión para evitar las mezclas de RSU que dificulten su separación, gestión y tratamiento.

Conociendo el estado de los contenedores, se puede realizar un análisis DAFO que permita conocer el estado actual en el que se encuentra el sistema y así poder solventar las debilidades, disminuir las amenazas, aprovechar las oportunidades y potenciar las fortalezas.

Con todo esto analizado y teniendo en cuenta todas las opciones disponibles en este ámbito, se van a realizar propuestas de mejora para el sistema de recogida de RSU para la mancomunidad de Ribera Bajo Huerva.

6. Caracterización del sistema de recogida de RSU actual en la mancomunidad

6.1. Ubicación y estado de los contenedores

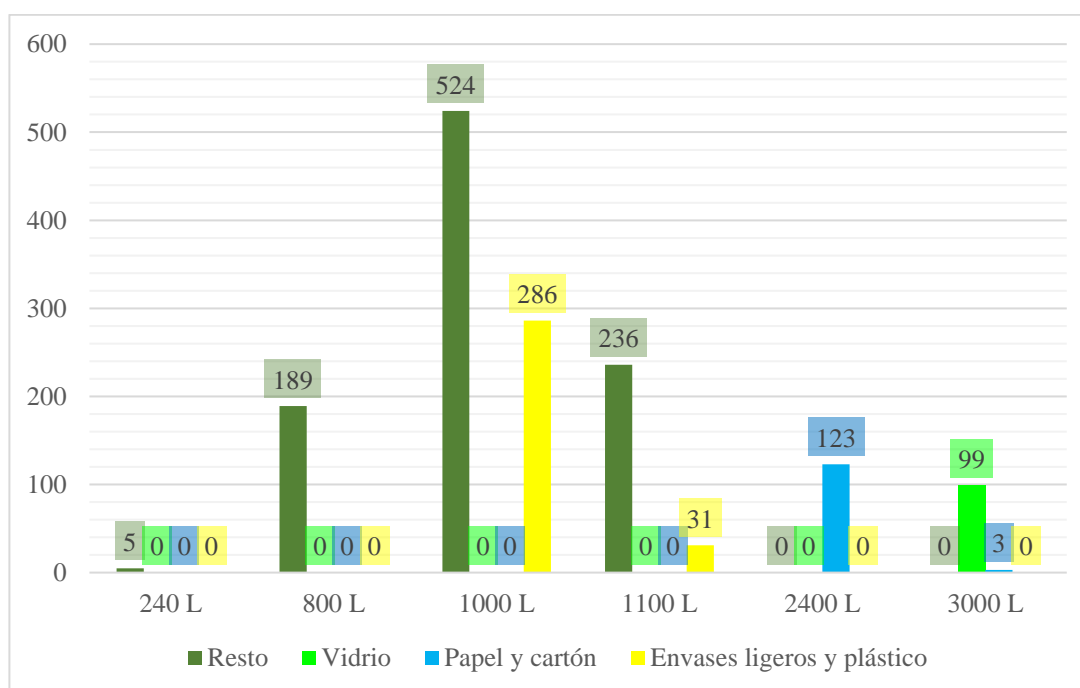
Tras haber realizado la toma de datos, el sistema de recogida de RSU actual con el que cuenta la mancomunidad está conformado por un total de 1496 contenedores. Estos contenedores se encuentran repartidos de la siguiente manera (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los contenedores por municipio y fracción (Elaboración propia)

	Resto	Vidrio	Papel y cartón	Envases ligeros y plástico	TOTAL
Botorrita	25	7	3	9	44
Cadrete	246	24	28	70	368
Cuarte de Huerva	513	45	70	149	777
Jaulín	15	2	2	7	26
María de Huerva	145	19	20	77	261
Mozota	10	2	3	5	20
TOTAL	954	99	126	317	1496

Por otro lado, teniendo en cuenta el cómputo global del número de contenedores según su sistema de recogida y capacidad, nos encontramos con la siguiente distribución (Tabla 4).

Tabla 4. Número de contenedores según su fracción y su capacidad. (Elaboración propia)



Nota. Se han considerado de 240 L todos los contenedores clasificados como 120 – 360 L dado que todos los encontrados eran de dicha capacidad. Así mismo, los de capacidad 700 – 800 L, se consideran de 800 L al contar todos con este volumen.

Además, los contenedores se encuentran distribuidos geográficamente como se muestra en la Ilustración 13.

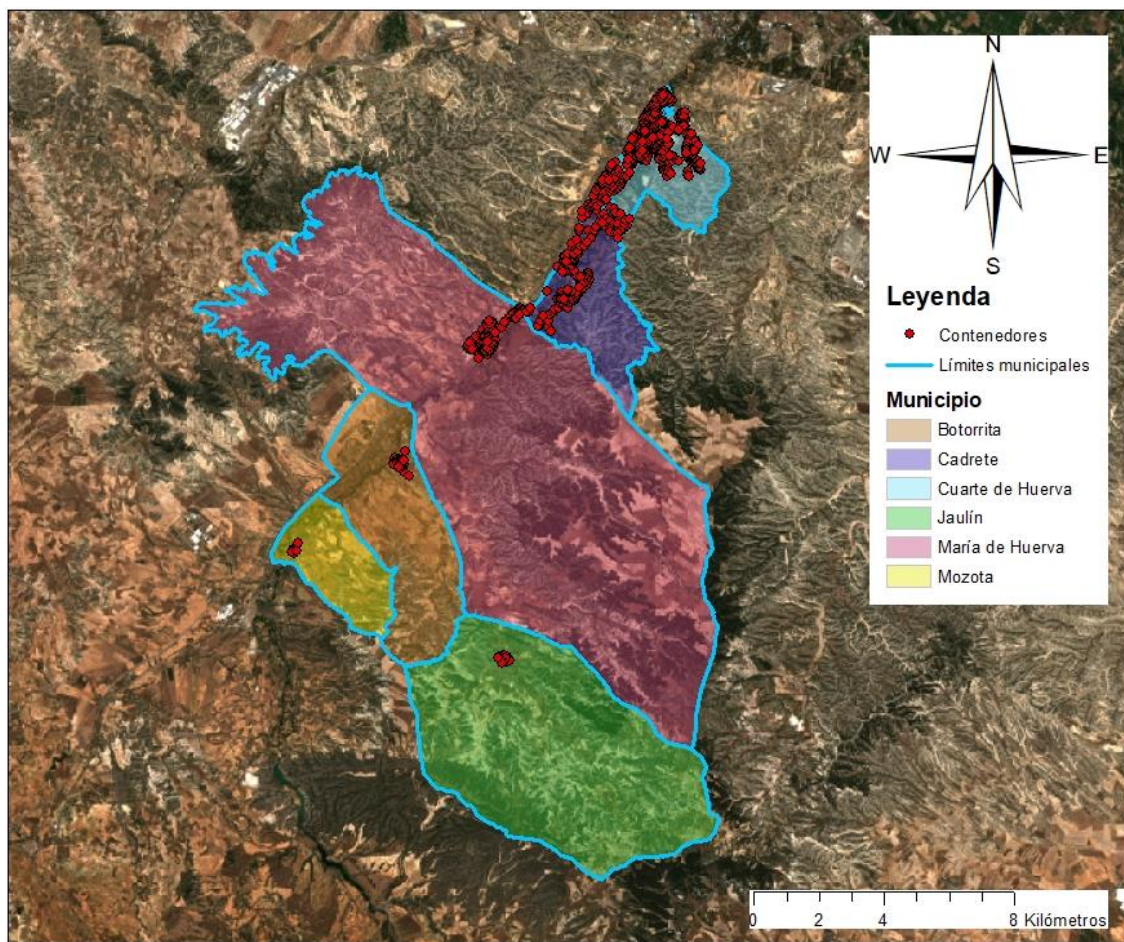


Ilustración 13. Distribución geográfica de los contenedores (Elaboración propia)

Nota. Para observar la distribución con una escala mayor y a nivel municipal, ver Anexos I, II, III, IV, V y VI.

Para continuar con el análisis, al tratar la fracción de resto y atendiendo al estado de conservación de los contenedores de este tipo de residuos, nos encontramos que el 44 % (416 contenedores) se encuentran en buen estado; el 36 % (346 contenedores) tienen algún elemento deteriorado, aunque sean funcionales; y el 20 % (192 contenedores) se encuentran en mal estado (Ilustración 14).

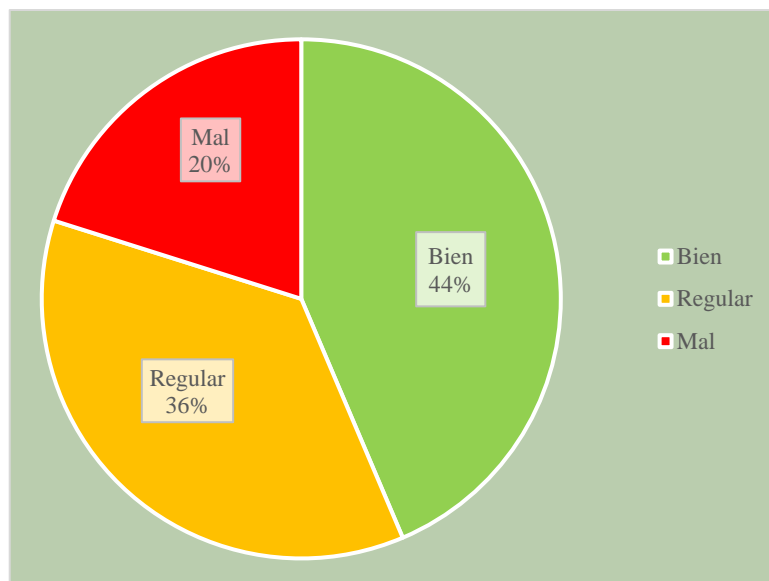


Ilustración 14. Estado de conservación de los contenedores de la fracción resto (Elaboración propia)

Para los contenedores de vidrio se ha recogido que tan solo un 1 % (1 contenedor) se encuentra en mal estado; un 21 % (21 contenedores) se consideran que están en estado regular; y un 78 % (77 contenedores) se encuentran en buen estado (Ilustración 15).

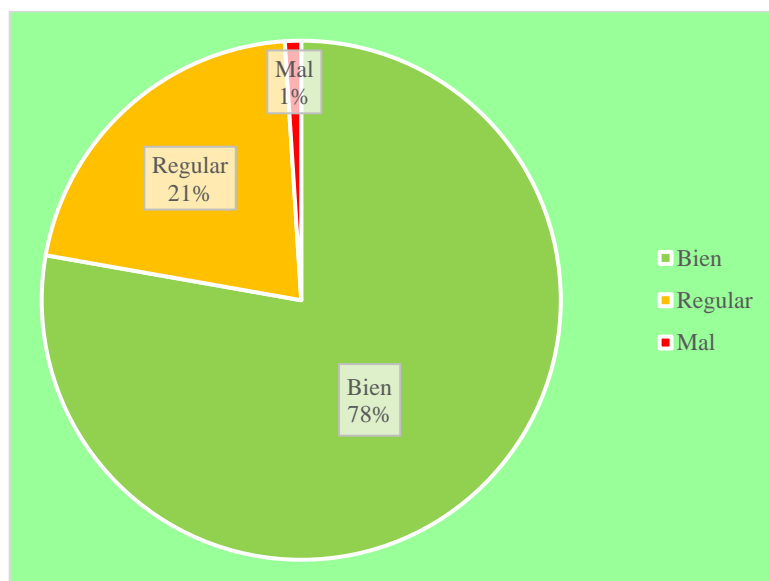


Ilustración 15. Estado de conservación de los contenedores de la fracción vidrio (Elaboración propia)

Por otro lado, al referirse a la fracción de papel y cartón los resultados obtenidos indican que un 85 % (107 contenedores) se encuentran en buen estado; el 9 % (12 contenedores) son considerados en estado regular; y el 6 % (7 contenedores) están en mal estado (Ilustración 16):

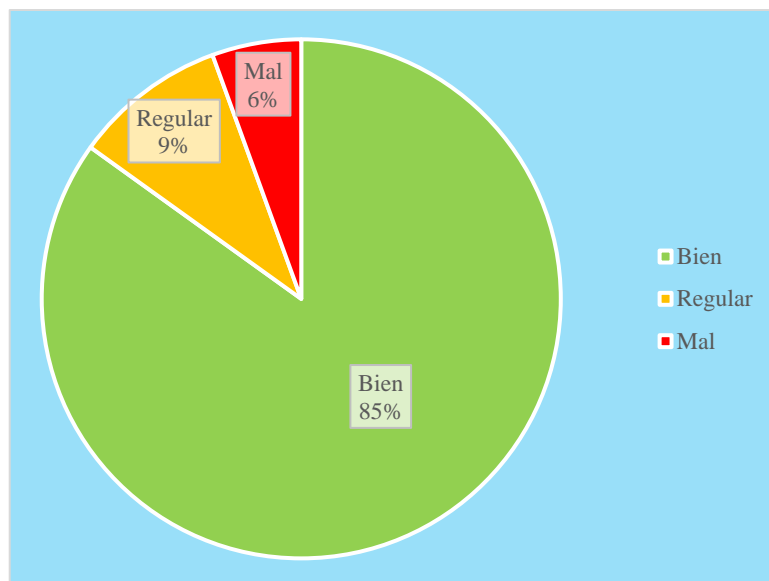


Ilustración 16. Estado de conservación de los contenedores de la fracción papel y cartón (Elaboración propia)

Para finalizar con el análisis del estado de conservación de los contenedores, la fracción de envases ligeros y plásticos está integrada por un 83 % (262 contenedores) en un estado bueno; un 15 % (49 contenedores) se caracterizan por su estado regular; y un 2 % (6 contenedores) se hallan en mal estado (Ilustración 17).

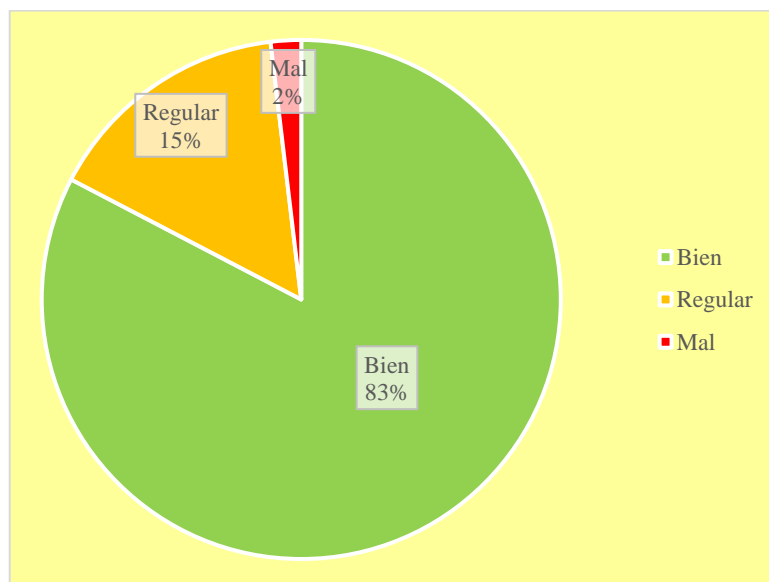


Ilustración 17. Estado de conservación de los contenedores de la fracción envases ligeros y plásticos (Elaboración propia)

Así pues, al hablar del conjunto total de los contenedores, un 58 % se encuentran en buen estado (862 contenedores), un 28 % regular (428 contenedores) y un 14 % (206 contenedores) tiene un mal estado de conservación (Ilustración 18).

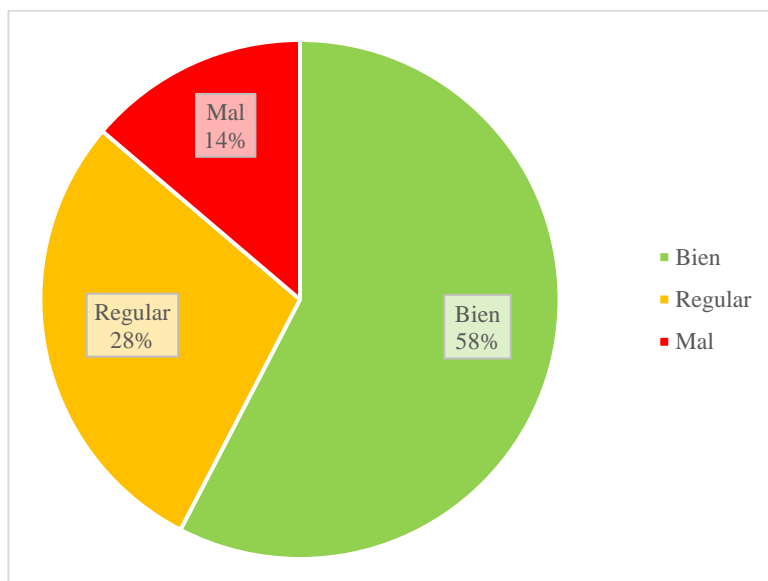


Ilustración 18. Estado de conservación del conjunto completo de los contenedores (Elaboración propia)

6.2. Análisis del sistema actual

La caracterización del sistema de recogida de la mancomunidad comienza por hacer un análisis de este. Así pues, se ha elaborado la siguiente tabla (Tabla 5) que contiene un análisis DAFO para identificar los aspectos negativos y positivos, bien sean de origen interno o externo.

Tabla 5. Análisis DAFO del sistema (Elaboración propia)

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Distancia entre municipios. - Cerca de la mitad (42 %) de los contenedores se encuentran en regular o mal estado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema ya implantado. - Buena cobertura de contenedores presentes en todos los municipios.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Aumento del volumen de residuos debido al consumismo de la sociedad y la economía linear. - Posibilidad de la legislación del ámbito sea más restrictiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Creciente concienciación ciudadana. - Posibilidad de recogida de fracción orgánica.

7. Propuestas para el nuevo sistema de recogida selectiva de RSU

Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriormente descritos y explicados, a continuación, se exponen las propuestas consideradas para el nuevo sistema de recogida de RSU:

- 1) Sustituir todos los contenedores por nuevos modelos. Para poder implantar un nuevo sistema de recogida, y ya que no se va a tener en cuenta el factor económico, se va a optar por retirar todos los contenedores del sistema actual y en su lugar colocar nuevos contenedores. Esto ha de realizarse teniendo en cuenta el volumen actual con el que cuenta cada municipio para cada fracción. Para ello es necesario conocer el número de contenedores de cada fracción y de las diferentes capacidades con las que cuenta cada municipio. Estos datos se han recogido en la tabla 6.

Tabla 6. Número de contenedores por fracción y municipio según su capacidad (Elaboración propia)

		240 L	800 L	1000 L	1100 L	2400 L	3000 L
Botorrita	Resto	0	21	0	4	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	7
	Papel y cartón	0	0	0	0	3	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	9	0	0	0
Cadrete	Resto	1	36	94	115	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	24
	Papel y cartón	0	0	0	0	27	1
	Envases ligeros y plástico	0	0	46	24	0	0
Cuarte de Huerva	Resto	3	89	334	87	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	45
	Papel y cartón	0	0	0	0	68	2
	Envases ligeros y plástico	0	0	146	3	0	0
Jaulín	Resto	0	7	5	3	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	2
	Papel y cartón	0	0	0	0	2	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	7	0	0	0
María de Huerva	Resto	1	28	89	27	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	19
	Papel y cartón	0	0	0	0	20	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	73	4	0	0
Mozota	Resto	0	0	2	8	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	2
	Papel y cartón	0	0	0	0	3	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	5	0	0	0

Con estos datos es posible conocer el volumen que es necesario suplir en cada municipio por cada fracción (Tabla 7).

Tabla 7. Volumen (L) actual por municipio y fracción (Elaboración propia)

		Volumen (L)
Botorrita	Resto	21200
	Vidrio	21000
	Papel y cartón	7200
	Envases ligeros y plástico	9000
Cadrete	Resto	249540
	Vidrio	72000
	Papel y cartón	67800
	Envases ligeros y plástico	72400
Cuarte de Huerva	Resto	501620
	Vidrio	135000
	Papel y cartón	169200
	Envases ligeros y plástico	149300
Jaulín	Resto	13900
	Vidrio	6000
	Papel y cartón	4800
	Envases ligeros y plástico	7000
María de Huerva	Resto	141340
	Vidrio	57000
	Papel y cartón	48000
	Envases ligeros y plástico	77400
Mozota	Resto	10800
	Vidrio	6000
	Papel y cartón	7200
	Envases ligeros y plástico	5000

Una vez conocido el volumen a sustituir, es necesario estudiar algunas las diferentes alternativas disponibles en el mercado. Para poder escoger el nuevo modelo a implantar, se ha decidido comparar las ventajas y desventajas de 3 modelos de contenedores y capacidades diferentes, aunque los 3 corresponden al sistema de recogida lateral (Tabla 8). Este sistema tiene ventajas sobre la recogida trasera, como:

- a. Mayor seguridad para los trabajadores, ya que no manipulan el contenedor ni entran en contacto con los residuos (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

- b. Proceso de vaciado mecanizado, rápido y eficiente (Ayuntamiento de Madrid, 2018).
- c. Mantenimiento más sencillo al estar diseñados para que su limpieza y mantenimiento en condiciones óptimas de operatividad resulte fácil, ágil y eficaz (CONTENUR, 2021).
- d. Las palancas de apertura manual (CONTENUR, 2020) y el cierre automático de las tapas permite una mayor estanqueidad y evita el escape de olores y salida de residuos (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

Cabe destacar que la recogida de la fracción vidrio la realiza Ecovidrio en todo el territorio español (Ecovidrio, 2019) con contenedores tipo “íglú” de 3000 L.

Tabla 8. Comparativa de diferentes modelos de contenedores (Elaboración propia a partir de CONTENUR, 2020)

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Modelo C2400 (2400 L)	<ul style="list-style-type: none"> - Permite la descarga desde ambos lados. - Mantenimiento eficiente por su construcción con pocos componentes. - Resistente a ser deformado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor capacidad, por lo que se requiere mayor número de contenedores. - Menos accesibles al tener la altura de carga más alta que los demás modelos.
Modelo OVAL 3000 (3000 L)	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo con menor altura total, lo que supone mayor visibilidad desde la calzada y los vehículos. - Isla homogénea ya que todos los contenedores tienen la misma altura y profundidad. - Modelo 100 % reciclable al final de su vida útil. - Más accesibles gracias a su diseño, el uso de palancas, pictogramas y marcaje braille del residuo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo permite la descarga por un lado.
Modelo C3200 F (3200 L)	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor capacidad que el resto. - Fabricado con materiales reciclados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor altura, supone mayor obstáculo visual. - Solo permite la descarga por un lado.

Con todo esto, tras haber tenido en cuenta las características de los modelos, sus ventajas y desventajas y el fin para el que van a servir, el contenedor seleccionado es el modelo OVAL 3000 (Ilustración 19).

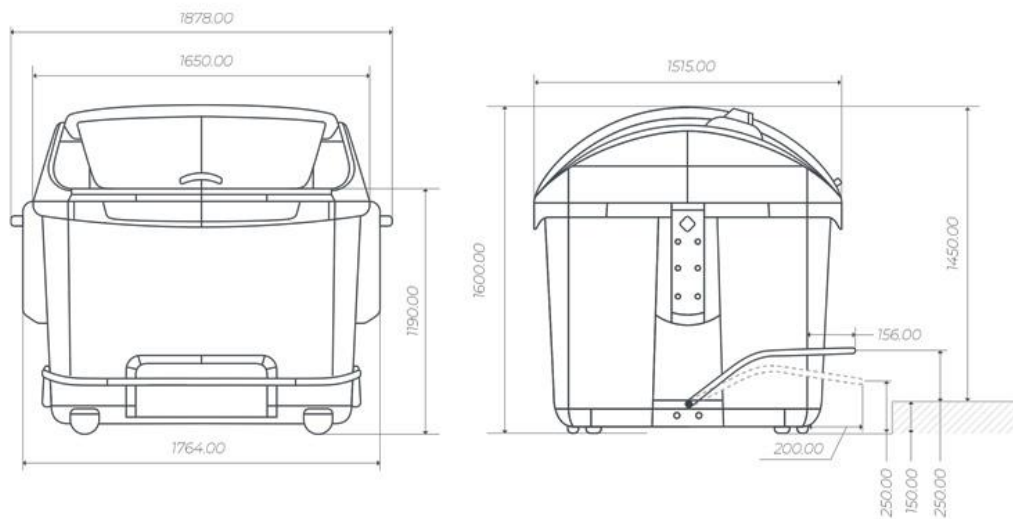


Ilustración 19. Plano del modelo OVAL 3000. (CONTENUR)

Este modelo tiene la característica de que es muy personalizable. Dispone de tapas con aperturas diseñadas específicamente para las diferentes fracciones. Además, se puede incluir un detector electrónico que permite desbloquear y abrir la tapa con una tarjeta especial o con un smartphone. Esto hace posible obtener información sobre el estado del contenedor, la separación de residuos realizada por cada ciudadano, etc. Junto a los de llenado, estos sensores permiten planificar de manera más eficiente la recogida de los residuos. (CONTENUR, 2021)

Por último, tan solo hace falta calcular el número de contenedores de este modelo que son necesarios para suplir el volumen preexistente. Para este cálculo, se ha redondeado por exceso para que no exista un déficit en el número de contenedores (Tabla 9). A pesar de que este modelo no incluya opción para recogida de vidrio, los contenedores propios de Ecovidrio también son de 3000 L, por lo que el número de nuevos “iglús” se calcula del mismo modo.

Tabla 9. Número de contenedores del nuevo sistema de recogida (Elaboración propia)

		Número de contenedores
Botorrita	Resto	8
	Vidrio	7
	Papel y cartón	3
	Envases ligeros y plástico	3
Cadrete	Resto	84
	Vidrio	24
	Papel y cartón	23
	Envases ligeros y plástico	25
Cuarte de Huerva	Resto	168
	Vidrio	45
	Papel y cartón	57
	Envases ligeros y plástico	50
Jaulín	Resto	5
	Vidrio	2
	Papel y cartón	2
	Envases ligeros y plástico	3
María de Huerva	Resto	48
	Vidrio	19
	Papel y cartón	16
	Envases ligeros y plástico	26
Mozota	Resto	4
	Vidrio	2
	Papel y cartón	3
	Envases ligeros y plástico	2

- 2) Sustituir todos los contenedores en mal estado. Esto supondría reponer un total de 206 unidades, de las cuales 192 pertenecen a la fracción resto, 1 a vidrio, 7 a papel y cartón y 6 a envases ligeros y plásticos. Esto supone cambiar el 14 % de los contenedores. Los contenedores en mal estado se distribuyen como muestra la tabla 10:

Tabla 10. Número de contenedores en mal estado por fracción y municipio según su capacidad
(Elaboración propia)

		240 L	800 L	1000 L	1100 L	2400 L	3000 L
Botorrita	Resto	0	4	0	0	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	0
	Papel y cartón	0	0	0	0	1	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	0	0	0	0
Cadrete	Resto	0	7	21	22	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	0
	Papel y cartón	0	0	0	0	2	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	1	0	0	0
Cuarte de Huerva	Resto	1	18	75	20	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	0
	Papel y cartón	0	0	0	0	2	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	2	0	0	0
Jaulín	Resto	0	0	0	0	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	0
	Papel y cartón	0	0	0	0	1	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	1	0	0	0
María de Huerva	Resto	0	6	17	1	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	1
	Papel y cartón	0	0	0	0	0	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	2	0	0	0
Mozota	Resto	0	0	0	0	0	0
	Vidrio	0	0	0	0	0	0
	Papel y cartón	0	0	0	0	1	0
	Envases ligeros y plástico	0	0	0	0	0	0

A partir de estos datos y con el mismo modelo de contenedor escogido que en el apartado anterior, OVAL 3000, se puede calcular el número de contenedores nuevos que hacen falta para sustituir a todos aquellos que se encuentran en mal estado (Tabla 11):

Tabla 11. Número de contenedores necesarios para sustituir los que se encuentran en mal estado
(Elaboración propia)

		Número de contenedores
Botorrita	Resto	2
	Vidrio	0
	Papel y cartón	1
	Envases ligeros y plástico	0
Cadrete	Resto	17
	Vidrio	0
	Papel y cartón	2
	Envases ligeros y plástico	1
Cuarte de Huerva	Resto	38
	Vidrio	0
	Papel y cartón	2
	Envases ligeros y plástico	1
Jaulín	Resto	0
	Vidrio	0
	Papel y cartón	1
	Envases ligeros y plástico	1
María de Huerva	Resto	8
	Vidrio	1
	Papel y cartón	0
	Envases ligeros y plástico	1
Mozota	Resto	0
	Vidrio	0
	Papel y cartón	1
	Envases ligeros y plástico	0

Además de esto, también se aconseja reparar todos los contenedores en estado regular (428), es decir, que estén deteriorados, sucios, ligeramente golpeados, con pegatinas en mal estado, etc.

- 3) Incorporación de recogida de fracción orgánica. Al realizar la toma de datos, se observó que en el municipio de Cuarte de Huerva era el único donde se realizaba la recogida de residuos orgánicos (Ilustración 20).



Ilustración 20. Contenedores soterrados de recogida de residuos orgánicos en Cuarte de Huerva (Elaboración propia)

Tomando esto de ejemplo, se recomienda comenzar a realizar la recogida de esta fracción en el resto de los municipios. Para ello es necesario hacer un plan que permita implantarlo, concienciar a la población mediante educación ambiental, realizar un seguimiento, etc.

Para esta nueva fracción se podría optar por diferentes modelos: recogida puerta a puerta, recogida en acera (carga trasera, lateral, soterrada, semisoterrada, etc.) o recogida en área de aportación (Lima Morra & Florentín López, 2019). Aprovechando la instalación de nuevos contenedores, sería posible optar por el modelo de cinco contenedores. En este modelo de recogida en acera se añade un contenedor específico para la fracción orgánica a los cuatro contenedores ya existentes (resto, vidrio, papel y cartón y envases ligeros y plásticos).

Además, existe la opción de utilizar un modelo de la misma serie que los escogidos para el resto de las fracciones. En este caso sería el modelo OVAL 2000 de 2000 L (Ilustración 21). Esto permitiría una integración completa con el resto de los contenedores que conforman las islas, ya que tiene la misma altura y profundidad. Este modelo tiene la opción de incluir una sobretapa

con cerradura (CONTENUR, 2020), lo que permitiría llevar control y asegurarse de que los vecinos que depositen residuos orgánicos lo realizarán de una manera más concienciada, pues son ellos los que deciden si desean utilizar este nuevo quinto contenedor.

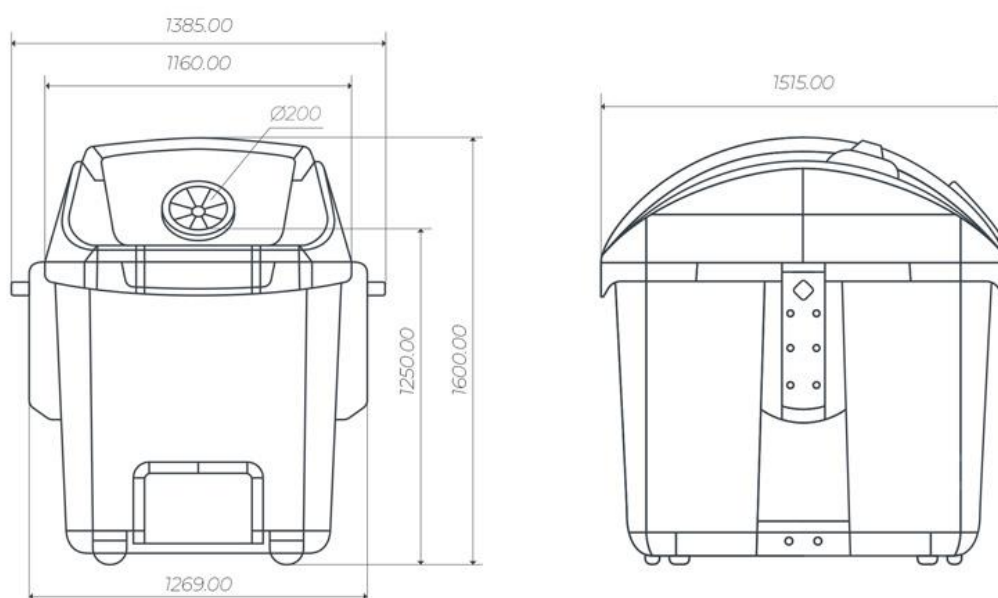


Ilustración 21. Plano del modelo OVAL 2000 (CONTENUR)

- 4) Planificar la frecuencia de recogida de cada fracción. Respecto a las fracciones de resto y de materia orgánica, es de entender que su recogida se realice más a menudo (Diputación de Granada, 2021). Así, la fracción resto se puede recoger diariamente, mientras que la de materia orgánica depende de la manera en la que los vecinos comiencen a utilizar este nuevo contenedor. A pesar de esto último, es recomendable que se recoja con mayor frecuencia en verano, ya que el calor favorece la generación de malos olores.

En cuanto a las fracciones de vidrio, papel y cartón y envases ligeros y plásticos, podrían recogerse con una frecuencia de 4 días. De cualquier manera, esta frecuencia ha de depender del porcentaje de llenado de los contenedores (Diputación de Granada, 2021).

De cualquier manera, tal y como se estableció en el pliego de prescripciones técnicas para la contratación de la recogida y transporte de RSU de la

mancomunidad en 2008, la frecuencia mínima de recolección de los residuos de fracción resto/orgánica se puede establecer de la siguiente manera (Tabla 12):

Tabla 12. Periodicidad de recogida. (Mancomunidad Ribera Bajo Huerva (Zaragoza), 2008)

MUNICIPIO	DÍAS DE RECOGIDA
Botorrita	4. Lunes, Miércoles, Viernes y Sábado.
Cadrete	6. Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado.
Cuarte de Huerva	6. Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado.
Jaulín	4. Lunes, Miércoles, Viernes y Sábado.
María de Huerva	6. Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado.
Mozota	4. Lunes, Miércoles, Viernes y Sábado.

8. Conclusiones

Uno de los principales problemas del sistema de recogida de RSU actual es la propia distribución geográfica de la mancomunidad, donde las localidades se encuentran separadas entre sí, generando una situación algo dispersa. Además de esto, cuenta con tres localidades de menos de 500 habitantes, Botorrita (498), Jaulín (237) y Mozota (130); dos localidades de entre 3000 y 6000 habitantes, Cadrete (3.891) y María de Huerva (5.663); y una localidad con una población por encima de 10.000 habitantes: Cuarte de Huerva (13.055). Este hecho provoca que no sea sencillo dar con una solución que pueda ser aplicada en todos los municipios.

El sistema de recogida actual en la mancomunidad se encuentra, en parte, anticuado y deteriorado dado el alto número de contenedores de carga trasera en un estado malo o regular; en especial los contenedores de la fracción resto. Es recomendable realizarla sustitución de los contenedores presentes, ya que el 42 % de estos no se encuentran en buen estado.

Para realizar los cambios de nuevos modelos de contenedores, es necesario tener en cuenta las ventajas y desventajas de cada sistema y tipo de contenedores. Un cambio en el modelo de contenedores como el propuesto supondría una disminución de un 64,57 % respecto al número de contenedores presentes en el actual sistema de recogida.

Esto conlleva, entre otras cosas, un trayecto más corto en la recogida de los contenedores, menor mantenimiento necesario, menor cantidad de residuos al finalizar la vida útil de los contenedores, etc. En este aspecto, el impacto que tiene sobre el medio ambiente este nuevo sistema de recogida frente al anterior es mucho menos significativo.

Siguiendo con una actuación similar, la sustitución de los contenedores más deteriorados es otra de las alternativas. En este caso se parte de una situación en la que ya se cuenta con dotación de 862 contenedores en buen estado, por lo que solo sería necesario sustituir 206 unidades. Además, esto supone una disminución en el uso de recursos y en la cantidad de material desechado, ya que más de la mitad de la dotación de contenedores (58 %) se encuentran utilitarios.

Para cualquiera de las dos alternativas anteriores, existen hoy en día camiones con tecnología híbrida destinados a la recogida de RSU. Estos camiones, además del evidente impacto positivo al no producir emisiones contaminantes dentro de los núcleos urbanos, implican mejoras también para el descanso de los vecinos. Este hecho se debe a que tan solo utiliza el motor convencional para desplazarse, es decir, las tareas de izado, descarga y compactación de los residuos se realizan íntegramente con la energía acumulada en las baterías eléctricas, lo que supone una reducción en las molestias causadas por el ruido. (Equipamientos y Servicios Municipales, 2019)

Por último, la inclusión de la fracción orgánica en la recogida supone una serie de avances y mejoras en el sistema: permite obtener compost de calidad, mejora la recogida y la calidad del resto de fracciones, etc. Con la recogida selectiva de materia orgánica, se contribuye al acercamiento hacia el modelo de economía circular, ya que aumenta la recuperación y el reciclado del resto de materiales presentes en los RSU (Gobierno de Aragón, 2021).

9. Bibliografía

- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). (2005). *Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe*. São Paulo.
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). *Recogida de residuos mediante el sistema de carga lateral*. Obtenido de Portal web del Ayuntamiento de Madrid: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Recogida-de-residuos/Recogida-de-residuos-mediante-el-sistema-de-carga-lateral/?vgnextfmt=default&vgnextoid=91b6a48e8cf1c510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=f81379ed268fe410VgnVCM100>
- CEPYME Aragón. (26 de julio de 2018). *CEPYME - PYMES y autónomos de Aragón*. Obtenido de <https://www.cepymearagon.es/?p=9338>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). *El desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: tendencias, avances y desafíos en materia de consumo y producción sostenibles, minería transporte, productos químicos y gestión de residuos*.
- Comunidad de Madrid. (2006). *Portal de Transparencia. Comunidad de Madrid*. Obtenido de <https://www.comunidad.madrid/transparencia/informacion-institucional/planes-programas/plan-regional-residuos-urbanos-comunidad-madrid-2006-2016>
- CONTENUR. (2020). *Catálogo de producto*. Obtenido de CONTENUR: https://www.contenur.com/wp-content/uploads/2021/09/catalogo_2020_carga_lateral_2.pdf
- CONTENUR. (2021). *Contenedores de Carga Lateral*. Obtenido de CONTENUR.
- CONTENUR. (2021). *Soluciones SMART: Cerraduras electrónicas*. Obtenido de CONTENUR: <https://www.contenur.com/servicios/soluciones-smart-cerraduras-electronicas/>
- Decreto 114/2020, de 25 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 148/2008, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos.
- Decreto 148/2008, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos.

- Diputación de Granada. (2021). *Guía interactiva para la gestión municipal diaria de residuos*. Obtenido de Diputación de Granada: <http://a21-granada.org/red-gramas/residuos/index.php/29-diseno-del-servicio-de-recogida/81-dis9>
- Dirección General de Sostenibilidad. (2018). Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón (Plan GIRA 2018-2022). Gobierno de Aragón.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos.
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.
- Ecovidrio. (2019). *Ecovidrio. El modelo en España*. Obtenido de Ecovidrio: <https://www.ecovidrio.es/asi-funciona-el-sistema/el-modelo-en-espana>
- Equipamientos y Servicios Municipales. (2019). *El Ayuntamiento de Valladolid incorpora nuevos camiones híbridos de recogida de residuos*. Obtenido de Equipamientos y Servicios Municipales: <https://www.eysmunicipales.es/actualidad/el-ayuntamiento-de-valladolid-incorpora-nuevos-camiones-hibridos-de-recogida-de-residuos>
- Eurofins Envira Ingenieros Asesores. (16 de diciembre de 2020). *Se publica un decreto que modifica el Catálogo Aragonés de Residuos*. Obtenido de Eurofins Envira Ingenieros Asesores: <https://envira.es/es/nuevo-catalogo-de-residuos-en-aragon/>
- Gobierno de Aragón. (28 de septiembre de 2021). *Plan de Gestión Integral de Residuos (GIRA)*. Obtenido de Gobierno de Aragón: <https://www.aragon.es/-/plan-de-gestion-integral-de-residuos-gira->
- Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). (2018a). *Indicadores de residuos: Residuos urbanos recogidos por habitante y año. Aragón y CC.AA*. Obtenido de <https://servicios3.aragon.es/iaeaxi/menu.do?type=pcaxisypath=/14/11/02yfile=pcaxis>
- Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). (2018b). *Recogida de envases ligeros, por municipios, comarcas y provincias. Aragón*. Obtenido de <https://servicios3.aragon.es/iaeaxi/menu.do?type=pcaxisypath=/14/11/03yfile=pcaxis>
- Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). (2018c). *Recogida de vidrio por municipios. Aragón*. Obtenido de

<https://servicios3.aragon.es/iaeaxi/menu.do?type=pcaxisypath=/14/11/03yfile=pcaxis>

Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). (2018d). *Recogida papel y cartón, por municipios, comarcas y provincias. Aragón*. Obtenido de <https://servicios3.aragon.es/iaeaxi/menu.do?type=pcaxisypath=/14/11/03yfile=pcaxis>

Instituto Nacional de Estadística. (INE). (2021). *Instituto Nacional de Estadística. Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero*.

IPCC (2007): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lima Morra, R., y Florentín López, C. (2019). Libro de actas. *VIII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos*. (págs. 853-864). Asunción: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.

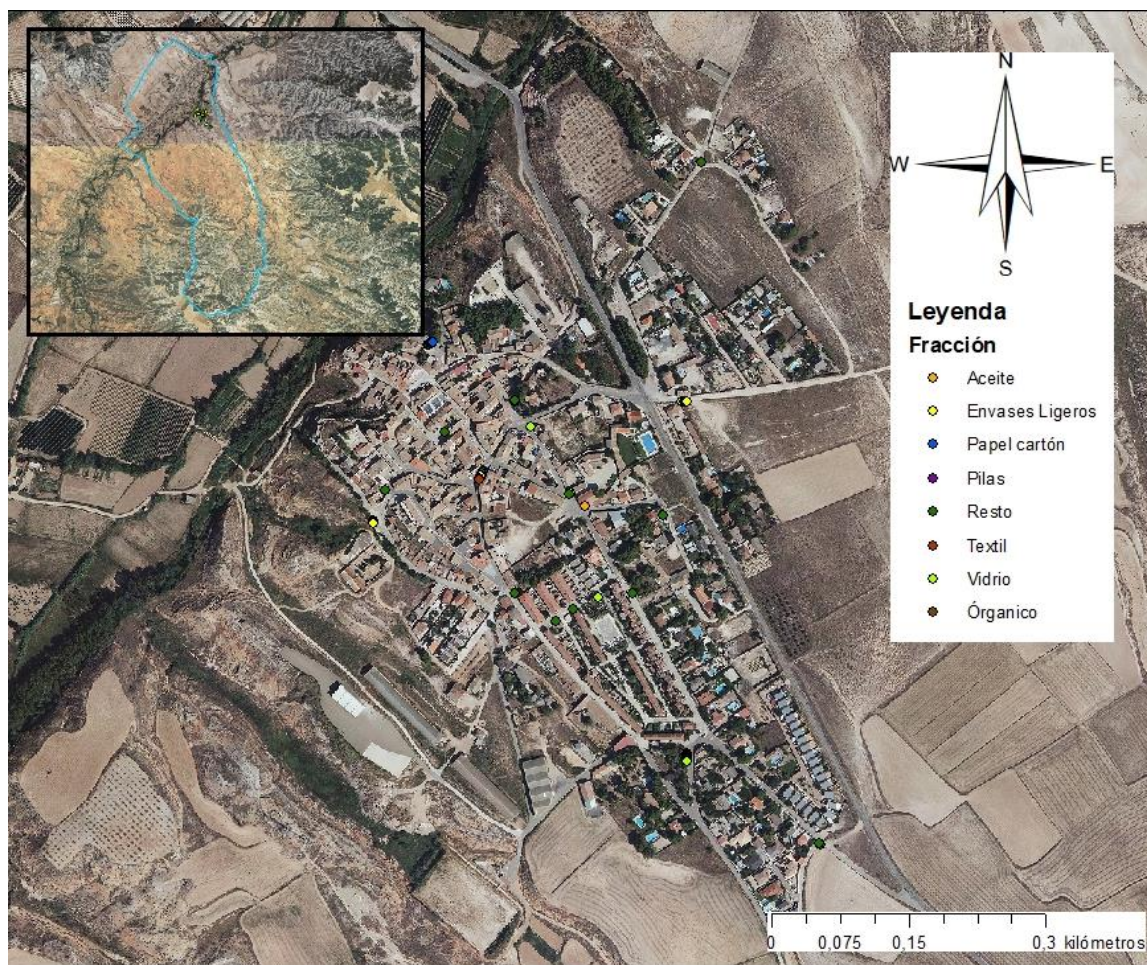
Mancomunidad Ribera Bajo Huerva (Zaragoza). (2008). Pliego de Prescripciones Técnicas. *Pliego de prescripciones técnico-facultativas que regirán el concurso para la contratación del servicio público de recogida de diversas fracciones de residuos urbanos y asimilables en los municipios de Botorrita, Cadrete, Cuarte de Huerva, Jaulín, María de Huerva y Mozota, pertenecientes a la Mancomunidad Ribera Bajo Huerva, y su transporte a centros de tratamiento, recuperación o eliminación de residuos*. Obtenido de: http://contratos.dpz.es/documentos/1_4/724/732.pdf

United Nations Development Programme. (2021). *Sustainable Development Goals*. Obtenido de www.undp.org

Vergara, S. E., y Tchobanoglous, G. (2012). Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), 277–309. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-050511-122532>

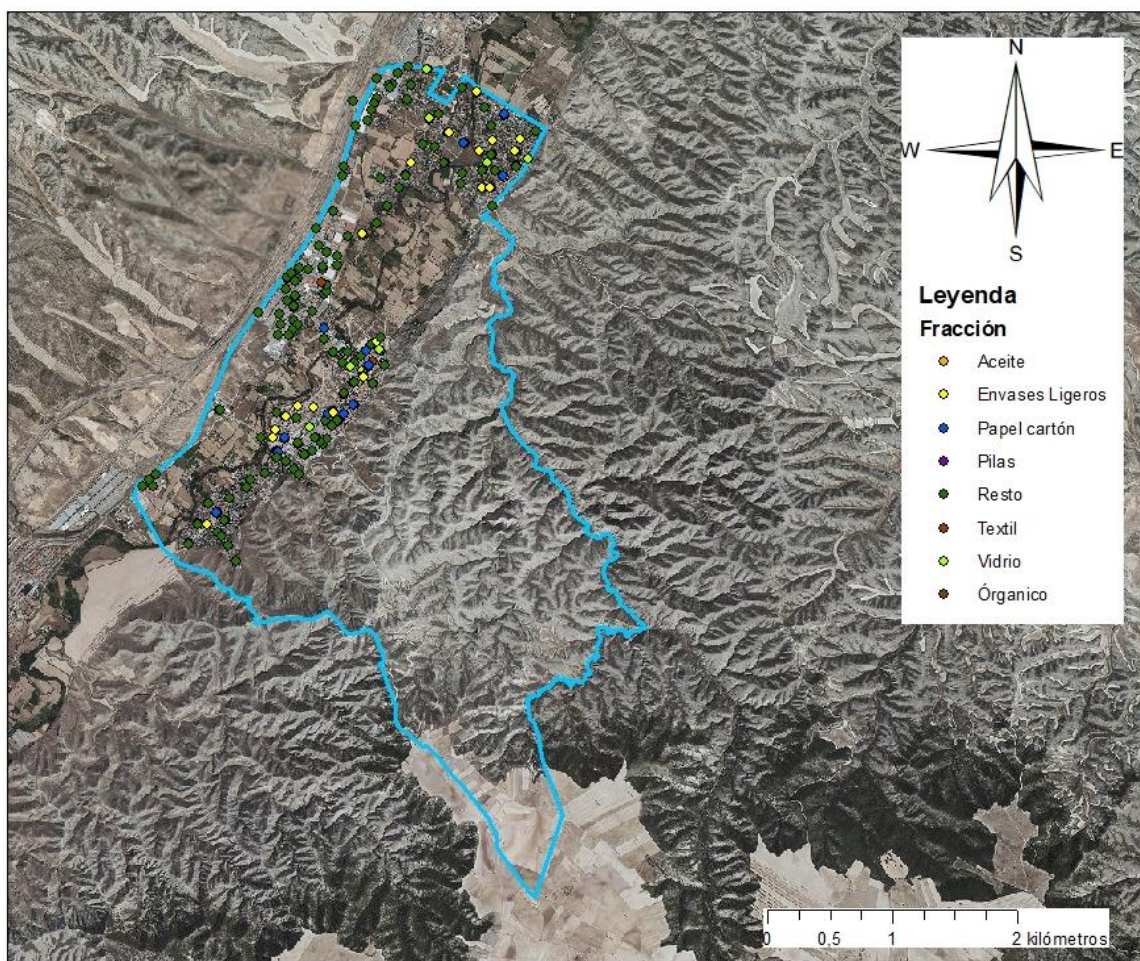
10. Anexos

Anexo I



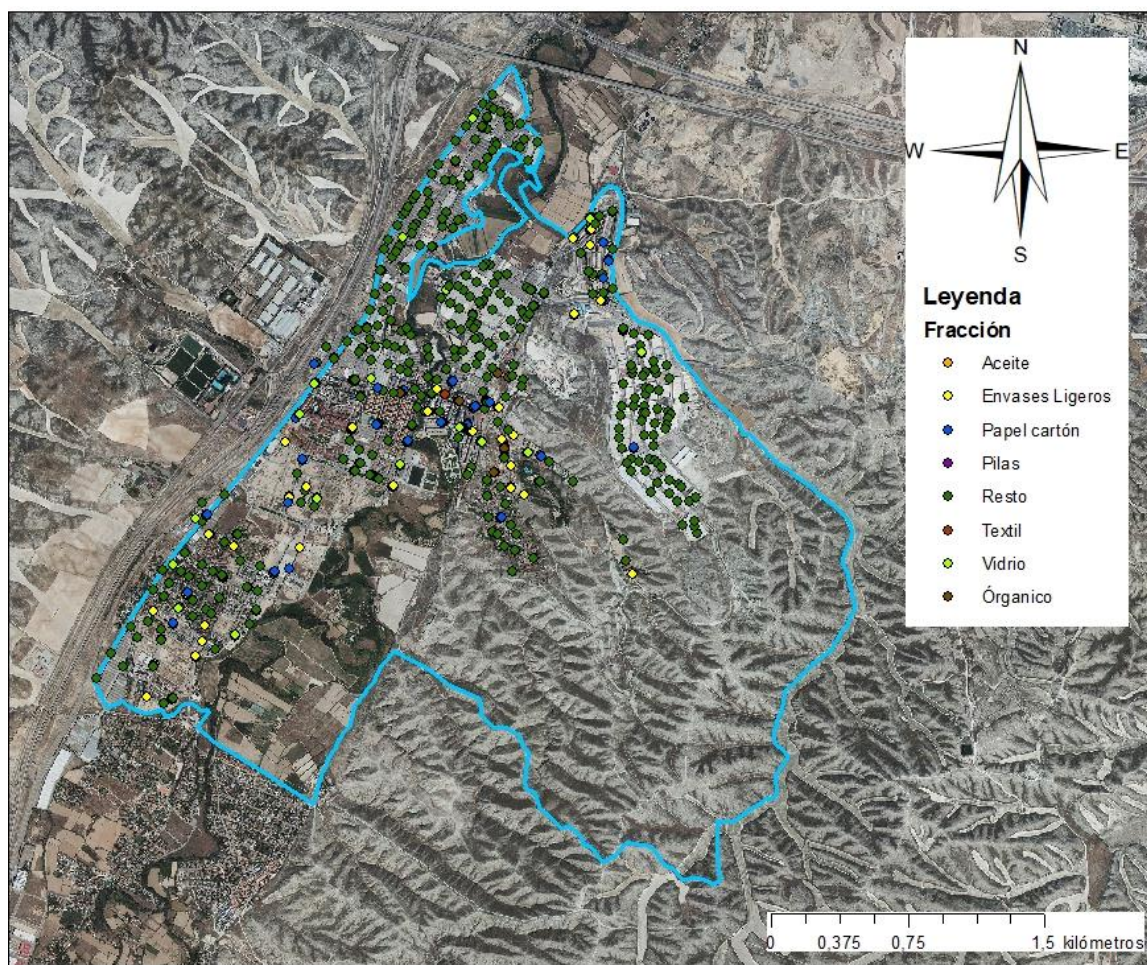
Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de Botorrita (Elaboración propia)

Anexo II



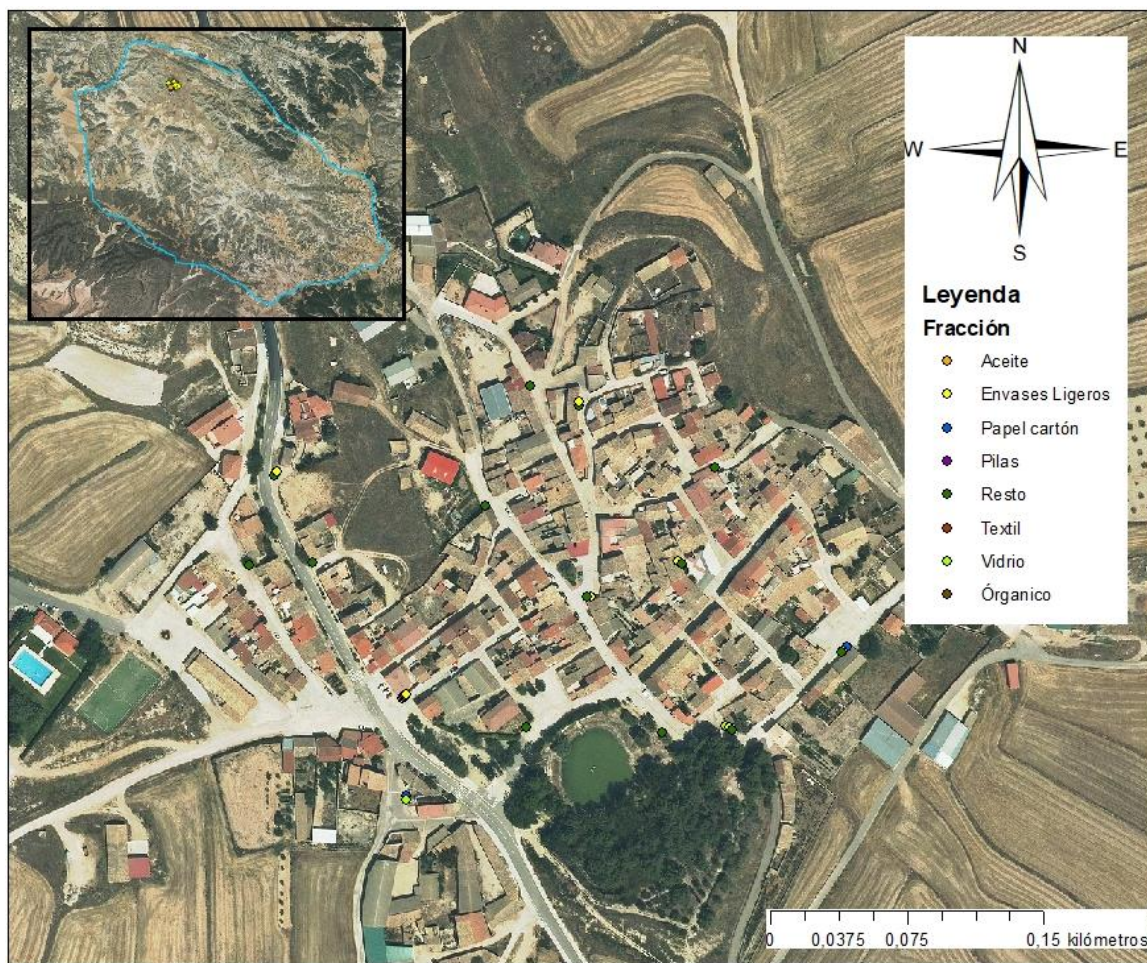
Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de Cadrete (Elaboración propia)

Anexo III



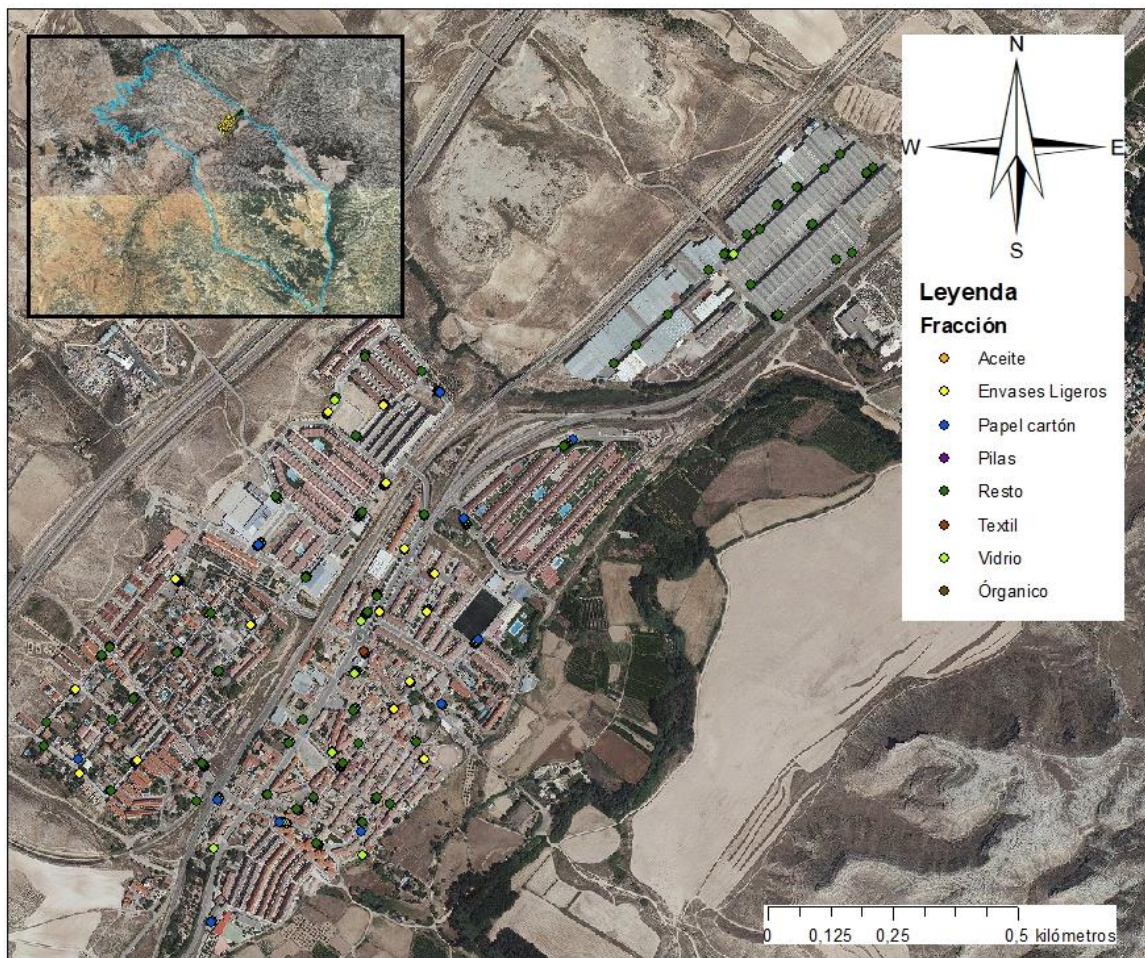
Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de Cuarte de Huerva (Elaboración propia)

Anexo IV



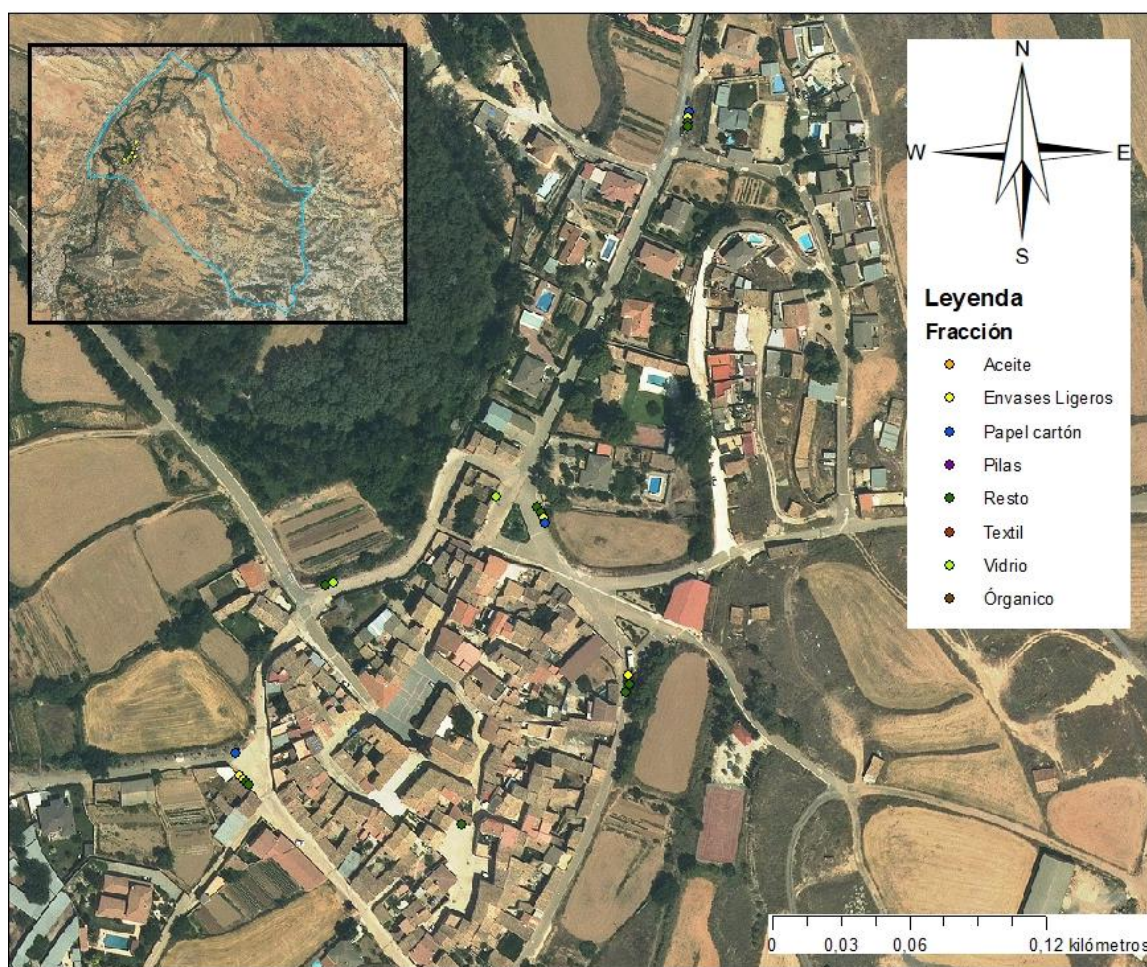
Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de Jaulín (Elaboración propia)

Anexo V



Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de María de Huerva (Elaboración propia)

Anexo VI



Distribución geográfica de los contenedores en el municipio de Mozota (Elaboración propia)