



industriales
etsii

**Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Industrial**

Estudio, selección y evaluación de la conformidad (Mercado CE) de un sistema de contención destinado al transporte de material biosanitario, acogido al cuerpo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por carretera (ADR 2021).

TRABAJO FIN DE GRADO

**GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES**



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

Autor: María Legaz Gómez
Director: Isidoro José Martínez Mateo
Codirector: José Sanes Molina

Cartagena, julio de 2021

Trabajo fin de grado
María Legaz Gómez



Índice

1. OBJETO	6
2. INTRODUCCIÓN	6
2.1 Modos de transmisión del virus	8
2.1.1 Transmisión por contacto.....	8
2.1.2 Transmisión por aire.....	9
2.2 Importancia gestión de residuos sólidos.....	10
3. NORMATIVA.....	13
4. DEFINICIONES	14
5. MATERIAL INFECCIOSO.....	16
5.1 Clasificación según el ADR.....	16
5.1.1 Materias infecciosas: Categoría A.....	17
5.1.2 Materias infecciosas: Categoría B.....	19
5.1.3 Exenciones.....	19
6. PRODUCTO A TRANSPORTAR.....	22
6.1 Clasificación como residuo peligroso según la norma.....	22
7. EMBALAJE.....	27
7.1 Material.....	31
7.1.1 Ecoauditoría.	34
7.2 Pruebas para los embalajes	36
8. MARCADO Y ETIQUETADO	39
8.1 Señalización del contenedor.....	39
8.2 Señalización de la unidad de transporte	41
9. RETIRADA Y TRANSPORTE.....	42
9.1 Gestión de los residuos generados en el centro hospitalario.....	42
9.2 Carga, descarga y manipulación de los bultos.	42
9.3 Documentación y equipamiento necesarios.....	45
9.3.1. Formación de los miembros de la tripulación	47
10. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS.....	48
11. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.....	52
12. CONCLUSIONES	57
13. REFERENCIAS.....	58
ANEXO I.....	63
ANEXO II	65
ANEXO III.....	66
ANEXO IV.....	67

ANEXO V.....	68
ANEXO VI.....	73
ANEXO VII.....	76

Índice de figuras

Figura 1. Casos de Coronavirus (COVID-19) por regiones a fecha 14 de junio de 2021 según la OMS. [2]	6
Figura 2. Permanencia de coronavirus en distintos tipos de materiales [3]	9
Figura 3. Transmisión de aerosoles y el impacto de las mascarillas [13].	10
Figura 4. Transporte en centros médicos de los desechos médicos infecciosos en Hong Kong. [19]	12
Figura 5. Residuos sanitarios acumulados en un centro de salud de Abanilla, Murcia. [21]	12
Figura 6. Ejemplo de un sistema de embalaje triple. [24].....	20
Figura 7. Definición y clasificación de las sustancias infecciosas. [24]	21
Figura 8. Residuos de COVID-19: Clase III.....	24
Figura 9. Clasificación de residuos sanitarios en el Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena.	26
Figura 10. Ejemplos de contenedores para residuos sanitarios infecciosos.	28
Figura 11. Desechos cortopunzantes.	28
Figura 12. Contenedor 60 L y sus dimensiones.	29
Figura 13. Capacidad de apilamiento de los contenedores.	29
Figura 14. Contenedor para cortopunzantes 10 L y sus dimensiones.	30
Figura 15. Distribución de los contenedores para cortopunzantes.	30
Figura 16. Módulo de Young frente a densidad.	31
Figura 17. Durabilidad con bases débiles frente a precio.....	32
Figura 18. Transparencia frente a resistencia a la fractura.	32
Figura 19. Resistencia al impacto frente a la huella de carbono.	33
Figura 20. Comparativa entre dos envases de HDPE	35
Figura 21. Ejemplos del ensayo de caída y de apilamiento en el Laboratorio de Mercancías Peligrosas de AIDIMME. [46].....	37
Figura 22. Pictograma de peligro Clase 6.2.....	39
Figura 23. Panel naranja.	41
Figura 24. Esquema resumen de la gestión de residuos sanitarios. [28]	48
Figura 25. Autoclave para residuos hospitalarios [50]	49
Figura 26. Sistema de microondas continuo [19]	50

Figura 27. Fosa para enterrar desechos sanitarios en situaciones de emergencia. [3]	50
Figura 28. Manejo de los residuos durante la pandemia del COVID-19. [39]	51
Figura 29. Mascarilla N95 y quirúrgica, respectivamente.	52
Figura 30. Microplásticos generados a causa de las mascarillas [53]	52
Figura 31. Huella de carbono de los EPI. [56]	53
Figura 32. Disminución de la huella de carbono de los EPIs. [56]	54
Figura 33. Comparativa de la huella de carbono entre distintos tipos de desechos hospitalarios. [57]	55

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de epígrafes colectivos referentes a la clase 6.2 [23]	17
Tabla 2. Ejemplos de materias infecciosas incluidas en la categoría A [23]	18
Tabla 3. Designación oficial de transporte y asignación de clase N.º ONU 3291	22
Tabla 4. Lista Europea de Residuos (18 01 03)	23
Tabla 5. Cronograma de ejecución de la medida MGI.19 del Plan de Residuos de la Región de Murcia.	25
Tabla 6. Características de reciclabilidad del HDPE.	33
Tabla 7. Marca de homologación.	40
Tabla 8. Cargas en común permitidas [23].	44
Tabla 9. Instrucciones escritas ADR. [23]	46
Tabla 10. Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación - Clase 6.2 [23]	47

1. OBJETO

El objetivo de este proyecto es el estudio, selección y evaluación de la conformidad (Marcado CE) de un sistema de contención para el transporte por carretera de material biosanitario de acuerdo con el ADR 2021 (Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por carretera) para el transporte de mercancías consideradas como peligrosas e identificadas con su correspondiente número ONU.

Se estudiará la normativa vigente necesaria para el transporte de material y desechos biomédicos, particularizándolo en el COVID-19, desde el centro sanitario hasta el lugar de depósito o manipulación final.

También se realizará un estudio bibliográfico de los artículos publicados sobre la gestión de los residuos del COVID-19 y su impacto medioambiental.

2. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la aparición de un nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) se ha convertido en un importante problema de salud mundial que causa graves infecciones del tracto respiratorio en humanos [1]. Hasta el momento, ha afectado a 223 países con alrededor de 180 millones de infecciones y ha causado cerca de 4 millones de muertes a nivel mundial [2]. Aunque en las últimas semanas han disminuido los casos gracias a la vacunación masiva, ver Figura 1, sigue siendo una preocupación en la sociedad.

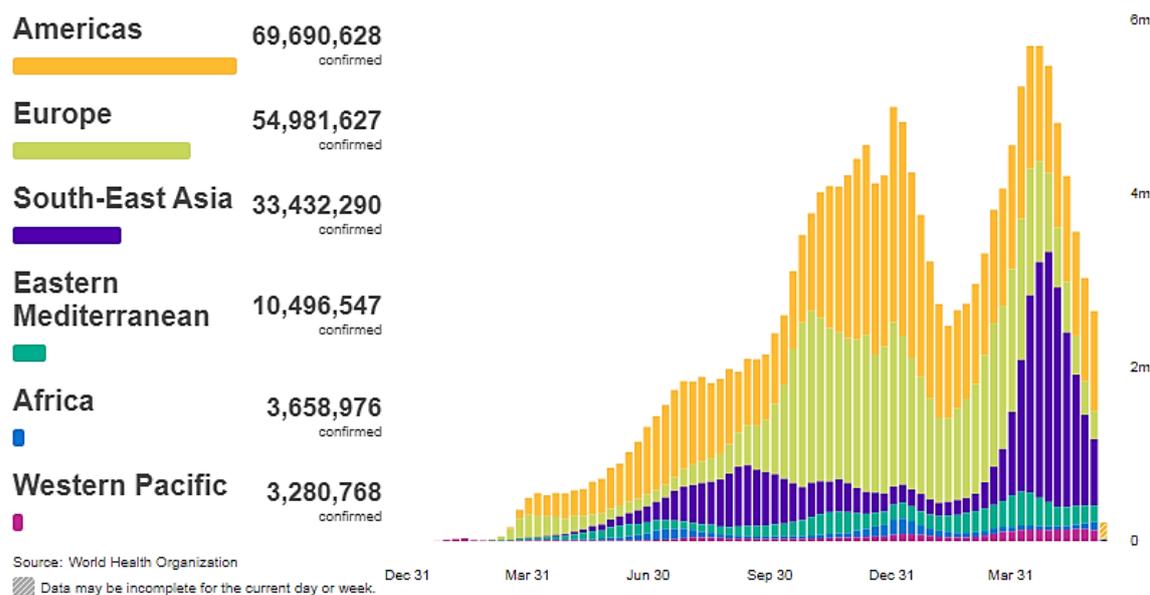


Figura 1. Casos de Coronavirus (COVID-19) por regiones a fecha 14 de junio de 2021 según la OMS. [2]

H. B. Sharma *et al.* [3], citando a la OMS [2], explican que *“la actualización de normas médicas, las campañas de pruebas masivas y la recalibración de las políticas públicas ha sido hasta ahora el camino para contrarrestar esta crisis de salud pública”*. Por eso, la contención y prevención de una propagación mayor son cruciales para detener los rebrotes y mitigar la pandemia [1].

Es cierto que debido al confinamiento y aislamiento social a causa del COVID-19 se produjo una notable disminución de los niveles de contaminación en los primeros meses de esta crisis [4], [5], pero no ha ocurrido lo mismo en cuanto a la gestión y el volumen de residuos [6].

La pandemia ha supuesto una alteración en la dinámica de gestión de residuos ya que, cada día, se genera un gran volumen de desechos médicos y peligrosos que incluyen mascarillas, batas, guantes y otros equipos de protección personal infectados, junto con una gran cantidad de objetos y artículos no infectados de la misma naturaleza [3], [5], [7]. Según J. J. Klemes *et al.* [7] y H. B. Sharma *et al.* [3], en marzo de 2020 la generación de este tipo de desechos médicos, gran parte de los cuales son plásticos, aumentó un 370% en Hubei Province (China). Además, por motivos de higiene, se recurre habitualmente a plásticos de un solo uso dando lugar así a un gran aumento de la cantidad de desechos sólidos [8]. En concreto, ha habido un incremento exponencial en la fabricación de mascarillas: China aumentó su producción a 14,8 millones al día en febrero de 2020, según K. Selvaranjan *et al.* [9], lo cual se traduce en una mayor cantidad de plásticos y microplásticos generados que contaminan el medio ambiente e impactan negativamente en la vida de muchos animales. También, debido a la preocupación por la propagación del virus, muchos de los programas de reciclaje se redujeron, agravando el problema de la gestión de residuos [8].

Además, las malas prácticas en la recogida y transporte de estos desechos, que pueden ser infecciosos, conllevan un alto riesgo de transmisión y pueden suponer importantes problemas de salud y seguridad para los trabajadores [3]. Especialmente en países en desarrollo, han sucedido muchos incidentes respecto al transporte, almacenamiento y eliminación de desechos médicos asociados al COVID-19 [8]. Por lo tanto, es esencial para dar una respuesta efectiva a esta emergencia *“la adecuada identificación, recogida, separación, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación de este tipo de residuos, así como otros aspectos asociados importantes, como la desinfección, la protección y la formación del personal”* [10]. Es en estos aspectos en los que se centra este trabajo.

Por todo lo anterior, la eliminación de los desechos sólidos, contaminados o no, se ha convertido en una amenaza importante [8] y los gobiernos han recomendado tratar la gestión de desechos médicos, domésticos y otros desechos peligrosos como *“un servicio público urgente y esencial para minimizar los posibles impactos secundarios en la salud y el medio ambiente”* [10].

2.1 Modos de transmisión del virus

El objetivo de las estrategias de gobiernos y organizaciones a nivel mundial es controlar el COVID-19 suprimiendo su transmisión y previniendo de esta manera las enfermedades y muertes asociadas. La evidencia actual sugiere que este virus se transmite de forma predominante de persona a persona. No obstante, existen distintos modos de transmisión [11].

Según la Organización Mundial de la Salud, los posibles modos de transmisión incluyen por contacto, por gotículas, por aire, por fómites¹, entre otros [11].

La transmisión por aerosoles y por fómites es posible dado que el virus puede permanecer infeccioso en el aire durante horas y en superficies hasta días. Estas formas de transmisión se asocian principalmente con la propagación nosocomial² y eventos de superpropagación [12].

Se explican a continuación los principales modos de transmisión:

2.1.1 Transmisión por contacto

La transmisión del SARS-CoV-2 puede ocurrir por contacto directo a través de saliva o secreciones respiratorias que una persona infectada expulsa al toser, hablar o estornudar [11].

También existe la transmisión por contacto indirecto, que implica el contacto de un huésped susceptible con un objeto o superficie contaminada (transmisión por fómites). Estas superficies se contaminan por secreciones respiratorias o gotitas expulsadas por personas infectadas, el virus puede permanecer en ellas durante periodos que varían desde horas hasta días, depende del entorno ambiental y el tipo de superficie [11].

En la Figura 2 se puede ver el tiempo de residencia del coronavirus en distintos tipos de superficies.

Según sea el tipo de material, este puede ser infeccioso desde 2 horas hasta 9 días. Una temperatura entre 30 °C y 40 °C reduce su tiempo de permanencia mientras que a bajas temperaturas este puede aumentar hasta los 28 días [1].

Las superficies de contacto frecuente en entornos sanitarios son una fuente potencial de transmisión, por lo que es necesario llevar a cabo las medidas apropiadas de desinfección y manipulación de desechos clínicos [1].

¹ Término médico que hace referencia al vector pasivo de una enfermedad infectocontagiosa. Es decir, un objeto inanimado que puede llevar y extender la enfermedad y agentes infecciosos.

² Infecciones nosocomiales son aquellas adquiridas durante la estancia en un hospital.



Figura 2. Permanencia de coronavirus en distintos tipos de materiales [3]

2.1.2 Transmisión por aire

Por definición, un aerosol es la suspensión de partículas, líquidas o sólidas, en un medio gaseoso. Estas partículas tienen un tiempo de residencia en el aire y son transportadas junto con las corrientes de aire a largas distancias [11], [13], [14]. Según donde se depositen en el aparato respiratorio existen distintos tipos de aerosoles:

- Aerosoles respirables ($\leq 2,5 \mu\text{m}$) son aquellos suficientemente pequeños como para alcanzar los bronquiolos y alveolos.
- Aerosoles torácicos ($\leq 10 \mu\text{m}$) son partículas mas grandes capaces de penetrar en la tráquea.
- Aerosoles inhalables ($\leq 100 \mu\text{m}$) son de un tamaño mucho mayor y pueden ser aspiradas por la nariz.[13]

Esta distinción entre los aerosoles es importante desde un punto de vista sanitario. Por ejemplo, en el caso de *Mycobacterium tuberculosis*, sólo afecta a los alveolos, por lo que solo habrá que tener en consideración los aerosoles respirables. No ocurre lo mismo en el caso del SARS-CoV-2 (síndrome respiratorio agudo severo): se trata de un virus que utiliza un receptor que se encuentra en las células a lo largo de todo el tracto respiratorio, por lo que cualquier tipo de estos aerosoles se debe

tener en cuenta, especialmente en ambientes interiores con mala ventilación [11], [13].

Según, M. Usman y Y. S. Ho [8], investigaciones en China e Italia han probado que existe relación entre una alta exposición a aerosoles respirables ($\leq 2,5 \mu\text{m}$) y un aumento de la hospitalización y muertes por COVID-19.

En la Figura 3 se muestran los distintos tipos de partículas contagiosas y la importancia del uso de mascarillas para evitar la transmisión del virus.

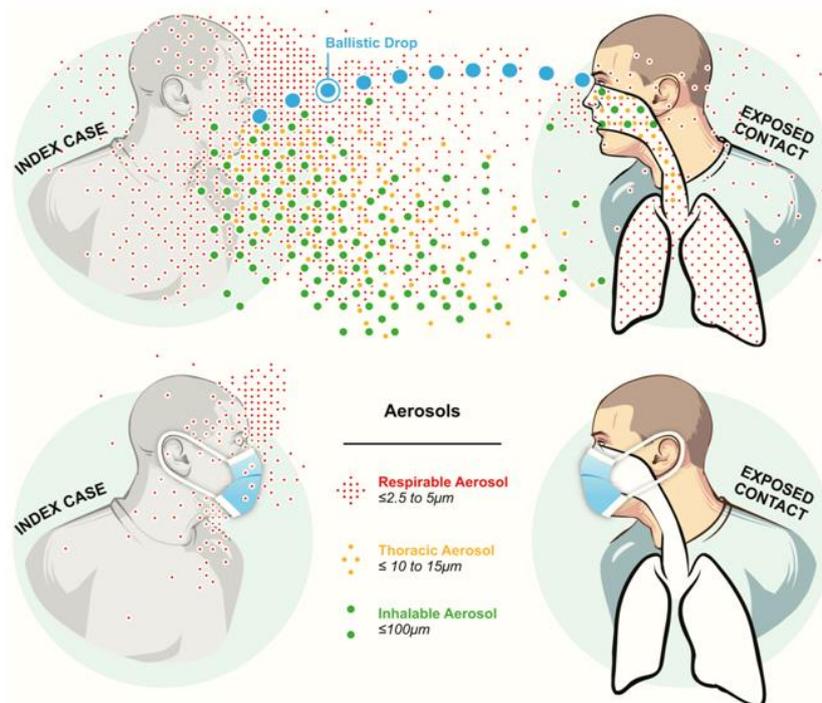


Figura 3. Transmisión de aerosoles y el impacto de las mascarillas [13].

2.2 Importancia gestión de residuos sólidos

Sabiendo que no solo es posible el contagio a través del contacto directo con personas infectadas, sino también al estarlo con superficies u objetos contaminados, es indispensable llevar a cabo una adecuada gestión de los residuos generados en entornos sanitarios donde residen pacientes COVID-19 así como el diseño de un sistema logístico para la gestión eficaz de estos desechos peligrosos [15]. Desechar dichos residuos de forma indiscriminada puede acelerar la propagación del virus y poner en peligro las vidas de los trabajadores y personal relacionado con el manejo de estos residuos; además de causar efectos ambientales adversos como puede ser la contaminación de suelo y aguas subterráneas [3],[16].

Esta crisis sanitaria ha supuesto un cambio drástico en la cantidad y calidad de los residuos médicos que se generan a diario en los hospitales, por eso, los sistemas de tratamiento de residuos, que estaban diseñados para variaciones moderadas en las cantidades de estos desechos, trabajan ahora a un ritmo elevado [3],[15].

Se considera que está en peligro cualquier individuo que se encuentre en la proximidad de los residuos, ya sea el personal que trabaja en las instalaciones sanitarias (médicos, enfermeros, auxiliares, personal de limpieza, etc.) como aquellos que los manipulan (transportistas, trabajadores en plantas de tratamiento o instalaciones de gestión de residuos); incluso el público general si estos desechos no se tratan adecuadamente [17]. De hecho, H. B. Sharma *et al.* [3] afirman que hay estudios que informan de que el contacto accidental con desechos infecciosos podría ser uno de los principales modos de contagio. Por tanto, todos aquellos que manejan este tipo de residuos deben llevar el equipo de protección personal (botas, guantes resistentes, bata de manga larga, mascarilla y gafas protectoras) así como realizar una correcta higiene de manos posterior [18], [19].

Con el fin de lograr una adecuada y eficiente separación de residuos infecciosos, resulta esencial que los empleados que están en contacto con este tipo de desechos sean instruidos y que cada institución de asistencia sanitaria prepare un plan de manejo de desechos peligrosos infecciosos [20].

El sistema de logística inversa de los desechos médicos, refiriéndonos con logística inversa a la gestión de los flujos generados en una cadena de suministro (en este caso el hospital), tiene como objetivo lidiar de forma responsable con la creciente cantidad de desechos médicos generada y comprende tres actividades: recolección y separación; transporte a las instalaciones correspondientes y el tratamiento y procesos de eliminación adecuados [15].

Es importante que donde sea posible, los desechos generados se mantengan alejados de los pacientes y sean almacenados en áreas separadas. Lo ideal es que estas instalaciones de almacenamiento posean suelos y paredes impermeables fáciles de limpiar y desinfectar; sean cerradas con llave para evitar el acceso de personal no autorizado; estén ventiladas y protegidas del sol y animales e insectos y estén ubicadas lejos de áreas de manipulación de alimentos. Además, los tiempos de almacenamiento no deberían exceder las 24 o 48 horas [19]. El transporte de los desechos fuera del centro hospitalario debe realizarse en los contenedores adecuados que cumplan las disposiciones del ADR [17].

El transporte de estos residuos dentro de los hospitales y entornos sanitarios debe realizarse durante las horas menos concurridas y usar siempre los mismos itinerarios con el fin de prevenir la exposición al virus del personal sanitario y los pacientes [19].



Figura 4. Transporte en centros médicos de los desechos médicos infecciosos en Hong Kong. [19]

El posterior transporte desde los centros médicos a los lugares de gestión y tratamiento de residuos deberá ser llevado a cabo por empresas autorizadas y estos vehículos deberán ser usados exclusivamente para el transporte de desechos médicos y estar correctamente etiquetados y documentados [19].

En definitiva, es fundamental llevar a cabo una adecuada y eficaz gestión de los residuos sanitarios infecciosos, más aún en un momento como el que se vive en la actualidad, y tratar de evitar situaciones como la que se produjo en un centro de salud de Abanilla (Murcia) el pasado año: según el periódico digital *La Opinión de Murcia*, contenedores y bolsas se acumularon en el ambulatorio (ver Figura 5), creando así una situación de riesgo tanto para los trabajadores del centro como para los pacientes [21].



Figura 5. Residuos sanitarios acumulados en un centro de salud de Abanilla, Murcia. [21]

3. NORMATIVA

En este proyecto se siguen una serie de normas entre las que destaca el ADR 2021, Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por carretera. Si existiese conflicto entre varias normativas, éste es el que prevalecería sobre el resto de normas.

El ADR es un acuerdo internacional en el cual se organizan en 9 clases aquellas mercancías peligrosas que pueden ser objeto de transporte nacional e internacional. Es de aplicación al transporte por carretera y determina cual es el embalaje y etiquetado adecuado, los procedimientos de prueba que estos deben seguir, así como la documentación necesaria para el transporte, entre otros aspectos.

Se revisa cada dos años, coincidiendo con los impares, de modo que la versión anterior, ADR 2019, podrá seguir usándose hasta el 30 de junio de 2021. No obstante, se tomará como referencia principal la versión de 2021, que entró en vigor el 1 de enero de 2021.

En cuanto a la normativa referente a residuos, a nivel de la UE se considerará la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Establece el marco jurídico en la Unión Europea para la gestión de residuos y hace hincapié en la prevención y en la relación entre el crecimiento económico y la producción de residuos. Esta Directiva se transpone en nuestro ordenamiento jurídico interno a través de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE 181, de 29 de julio de 2011).

También se tendrá en cuenta el Reglamento (UE) nº1357/2014 de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, así como la lista de residuos considerados como peligrosos de la Decisión 2014/955/UE. La Lista Europea de Residuos (LER) es obligatoria en todos sus elementos, no precisa transposición y va dirigida a los Estados miembros.

Asimismo, se prestará atención a las Orientaciones técnicas sobre la clasificación de residuos (2018/C 124/01) de 9 de abril de 2018 de la Comisión Europea [22].

4. DEFINICIONES

Se enumeran a continuación una serie de definiciones que son de utilidad para la adecuada comprensión de la normativa:

- **“Autoridad competente:** *la/s autoridad/es o cualquier organismo/s designado/s como tal/es en cada Estado y en cada caso en particular según el derecho nacional.*”[23]
- **“Bulto:** *el producto final de la operación de embalaje preparado para su expedición, constituido por el propio embalaje o el gran embalaje o el gran recipiente para granel junto con su contenido [...].*” [23]
- **“Consignación:** *Bulto o grupo de bultos (envío) destinado(s) a la entrega.*” [24]
- **“Consignatario:** *Persona responsable de la recepción del envío, también conocida como el destinatario o receptor.*”[24]
- **“Contenedor para granel cerrado:** *totalmente cerrado, con techo rígido y con paredes laterales y paredes superiores e inferiores también rígidas (incluidos los fondos del tipo tolva). Este término comprende los contenedores para granel cuyo techo y cuyas paredes laterales superiores o inferiores pueden cerrarse durante el transporte. Pueden estar equipados con orificios que permitan la evacuación de vapores y de gases por aireación e impidan, en condiciones normales de transporte, la pérdida de materias sólidas, así como la penetración de agua de lluvia y de salpicaduras.*” [24]
- **“Cultivo:** *Método por el cual los agentes biológicos se propagan intencionalmente, en condiciones de laboratorio controladas, dentro de animales o en un medio designado.*”[24]
- **“Desechos médicos o clínicos:** *los desechos derivados del tratamiento veterinario de animales, del tratamiento médico de seres humanos, o de la investigación biológica.*”[23]
- **“Directiva CE:** *disposiciones decididas por las instituciones competentes de la Comunidad Europea y que afectan a todo Estado miembro destinatario en cuanto a los resultados a alcanzar, dejando a las instancias nacionales la competencia en cuanto a la forma y a los medios.*”[23]
- **“Expedidor:** *Persona responsable de preparar el envío, también conocida como el consignador o remitente.*”[24]
- **“Embalaje compuesto:** *un embalaje constituido por un embalaje exterior y un recipiente interior construidos de tal forma que constituyen, en su conjunto, un embalaje integral. Una vez ensamblado, este embalaje constituye un todo indisociable; se llena, se almacena, se transporta y se vacía como tal.*”[23]
- **“Embalaje/Envase:** *uno o varios recipientes y todos los demás elementos o materiales necesarios para permitir al recipiente cumplir con su función de retención y cualquier otra función de seguridad.*” [23]

- **“Gran embalaje:** un embalaje que consiste en un embalaje exterior que contiene objetos o envases/embalajes interiores y que está diseñado para una manipulación mecánica; y tiene una masa neta superior a 400 kg. o una capacidad superior a 450 litros, pero cuyo volumen no supera los 3 m³.”
- **“Gestión de residuos:** la recogida, el transporte, la valorización (incluida la clasificación), y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de esas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.” [25]
- **“Grupo de embalaje:** a los fines de embalaje, un grupo al que pertenecen algunas materias en función del grado de peligrosidad que presentan para el transporte.” [23]
- **“Instalación de incineración³:** cualquier unidad técnica o equipo, fijo o móvil, dedicado al tratamiento térmico de residuos con o sin recuperación del calor producido por la combustión; mediante la incineración por oxidación de residuos, así como otros procesos de tratamiento térmico, si las sustancias resultantes del tratamiento se incineran a continuación, tales como pirólisis, gasificación y proceso de plasma”.
- **“Jerrican:** embalaje/envase de metal o de material plástico, de sección rectangular o poligonal, provista de uno o varios orificios.” [23]
- **“Muestras tomadas de pacientes:** Aquellos recogidos directamente de pacientes humanos o animales, incluidos, aunque sin limitarse a ellos, excrementos, secreciones, sangre y sus componentes, tejidos y líquidos tisulares y los órganos transportados con fines de investigación, diagnóstico, estudio, tratamiento o prevención.” [23]
- **“Número ONU:** el número de identificación de cuatro cifras de las materias u objetos extraído de la Reglamentación Modelo de las Naciones Unidas.” [23]
- **“Productos biológicos:** productos derivados de organismos vivos, fabricados y distribuidos de conformidad con lo dispuesto por las autoridades nacionales competentes, las cuales pueden imponer condiciones de autorizaciones especiales y son destinadas a la prevención, el tratamiento o el diagnóstico de enfermedades del ser humano o animal o con fines conexos de elaboración, experimentación o investigación. Pueden incluir, sin estar necesariamente limitados a ellos, productos acabados o no acabados, como vacunas, pero no se limitan a estos.” [23]
- **“Residuos o Desechos:** materias, disoluciones, mezclas u objetos que no pueden ser utilizados tal cual, pero que son transportados para ser retirados, depositados en un vertedero o eliminados por incineración o por otro método.” [23]

³ Definición de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de emisiones industriales aprobado en el Real/Decreto 815/2013.

5. MATERIAL INFECCIOSO

Una materia infecciosa es aquella que se sabe o se cree fundadamente que contiene microorganismos patógenos capaces de causar enfermedades que se transmiten, directa o indirectamente, entre animales o seres humanos. Se entiende como microorganismos patógenos a las bacterias, los virus, los parásitos o los hongos [17].

Los desechos biomédicos o desechos hospitalarios son cualquier tipo de desechos que contienen materiales infecciosos o sustancias potencialmente infecciosas. Estos residuos pueden incluir tanto desechos de origen médico de pacientes infectados como desechos de laboratorio de investigación que contienen biomoléculas u organismos [15].

Los desechos biológicos pueden ser sólidos o líquidos. Algunos ejemplos son *“sangre desechada u otros fluidos corporales, apósitos, vendajes, mascarillas, batas, cortinas y cualquier otro material contaminado con sangre u otros fluidos corporales”* [17]. Los desechos cortopunzantes se consideran altamente peligrosos e incluyen agujas, bisturís, pipetas y otros dispositivos capaces de perforar o cortar la piel, estén o no contaminados, debido a la posibilidad de contagio y a su propensión a causar lesiones cuando no se almacenan y eliminan adecuadamente [17].

Todos los desechos médicos generados durante el cuidado de pacientes con COVID-19 son considerados infecciosos y deben ser recogidos de manera segura en los contenedores y cajas de seguridad adecuadas [18].

5.1 Clasificación según el ADR

De las 9 clases existentes, es la clase 6.2 la que cubre las materias infecciosas. Estas se subdividen en:

“11 Materias infecciosas para el ser humano;

12 Materias infecciosas únicamente para los animales;

13 Desechos clínicos;

14 Muestras de diagnóstico.” [23]

Se le asignan los N.º ONU 2814, 2900, 3291, 3373 o 3549, según el caso, como se puede ver en la Tabla 1.

A su vez, se subdividen en: Categoría A y Categoría B.

Tabla 1. Lista de epígrafes colectivos referentes a la clase 6.2 [23]

Sustancia infecciosa para el ser humano	11	2814 SUSTANCIA INFECCIOSA PARA EL SER HUMANO
Sustancia infecciosa para los animales únicamente	12	2900 SUSTANCIA INFECCIOSA PARA LOS ANIMALES únicamente
Residuos clínicos	13	3291 DESECHOS CLÍNICOS, NO ESPECIFICADOS, N.E.P. o 3291 DESECHOS (BIO)MÉDICOS, N.E.P. o 3291 DESECHOS MÉDICOS REGULADOS, N.E.P. 3549 DESECHOS MÉDICOS, DE CATEGORÍA A, QUE AFECTAN A LAS PERSONAS, sólidos, o 3549 DESECHOS MÉDICOS, DE CATEGORÍA A, QUE AFECTAN A LOS ANIMALES únicamente, sólidos.
Muestras de diagnóstico	14	3373 SUSTANCIA BIOLÓGICA, CATEGORÍA B

5.1.1 Materias infecciosas: Categoría A

Se entiende por materia infecciosa de Categoría A aquella que “*se transporta en una forma que, al exponerse a ella, es capaz de causar una incapacidad permanente o una enfermedad mortal o potencialmente mortal para seres humanos o animales, hasta entonces con buena salud*”. [23]

Se dice que “*existe una exposición de riesgo cuando una materia infecciosa se desprende de su embalaje protector y entra en contacto con seres humanos o animales*”.

La designación oficial de transporte del N.º ONU 2814 es “*SUSTANCIA INFECCIOSA PARA EL SER HUMANO*”, y se le asigna a toda materia infecciosa que cumpliendo los criterios mencionados anteriormente causen enfermedades en seres humanos o tanto en ellos como en animales. En la

Tabla 2 se encuentra una lista⁴ de ejemplos de materias infecciosas catalogadas con el N.º ONU 2814. Muchos de los agentes biológicos incluidos en dicha lista sólo son considerados sustancia infecciosa de categoría A cuando son transportados como cultivos.

Si la sustancia infecciosa sólo puede causar enfermedades en los animales, se asigna al N.º ONU 2900 y cuya designación oficial es “*SUSTANCIA INFECCIOSA PARA LOS ANIMALES únicamente*”.

También se incluyen en esta categoría los desechos médicos que contienen sustancias infecciosas de categoría A generados en el tratamiento médico de humanos o animales. Se le asigna el N.º ONU 3549, cuya designación oficial es “*DESECHOS MÉDICOS DE CATEGORÍA A, QUE AFECTAN A LAS PERSONAS, sólidos*”

⁴ Se trata de una lista no exhaustiva. Nuevos agentes patógenos o emergentes que no figuren en la tabla, pero cumplan los requisitos serán asignados a la categoría A.

o “DESECHOS MÉDICOS DE CATEGORÍA A, QUE AFECTAN A PARA LOS ANIMALES únicamente, sólidos”. Este número ONU fue incorporado inicialmente en el Acuerdo Multilateral M317 [26], el cuál era válido hasta el 31 de diciembre de 2020 y posteriormente, en el ADR 2021 y “no debe ser usado para desechos de la investigación biológica o desechos líquidos” [23]. Es importante destacar que sólo se utiliza para los residuos médicos sólidos de categoría A transportados para su eliminación.

Tabla 2. Ejemplos de materias infecciosas incluidas en la categoría A [23]

EJEMPLOS INDICATIVOS DE MATERIAS INFECCIOSAS INCLUIDAS EN LA CATEGORÍA A EN CUALQUIERA DE SUS FORMAS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA (2.2.62.1.4.1)	
Nº ONU y designación oficial de transporte	Microorganismo
2814 Sustancia infecciosa para el ser humano	<i>Bacillus anthracis</i> (sólo cultivos) <i>Brucella abortus</i> (sólo cultivos) <i>Brucella melitensis</i> (sólo cultivos) <i>Brucella suis</i> (sólo cultivos) <i>Burkholderia mallei</i> – <i>Pseudomonas mallei</i> – Glándulas (sólo cultivos) <i>Burkholderia pseudomallei</i> – <i>Pseudomonas pseudomallei</i> – Glándulas (sólo cultivos) <i>Chlamydia psittaci</i> – <i>cepas aviarias</i> (sólo cultivos) <i>Clostridium botulinum</i> (sólo cultivos) <i>Coccidioides immitis</i> (sólo cultivos) <i>Coxiella burnetii</i> (sólo cultivos) <i>Escherichia coli</i> , verotoxigénico (sólo cultivos) ^a <i>Francisella tularensis</i> (sólo cultivos) Virus de la fiebre hemorrágica de Crimea y el Congo Virus del dengue (sólo cultivos) Virus de la encefalitis equina oriental (sólo cultivos) Virus de Ébola Virus flexal Virus de Guaraniito Virus Hantaan Hantavirus que causan fiebre hemorrágica con síndrome renal Virus Hendra Virus de la hepatitis B (sólo cultivos) Virus del herpes B (sólo cultivos) Virus de la inmunodeficiencia humana (sólo cultivos) Virus de la gripe aviar muy patógena (sólo cultivos) Virus de la encefalitis japonesa (sólo cultivos) Virus de Junin Virus de la enfermedad forestal de Kyasanur Virus de la fiebre de Lassa Virus de Machupo Virus de Marburgo Virus de la viruela del mono <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (sólo cultivos) ^a Virus de Nipah Virus de la fiebre hemorrágica de Omsk Virus de la polio (sólo cultivos) Virus de la rabia (sólo cultivos) <i>Rickettsia prowazekii</i> (sólo cultivos) <i>Rickettsia rickettsii</i> (sólo cultivos) Virus de la fiebre del valle del Rift (sólo cultivos) Virus de la encefalitis rusa de primavera-verano (sólo cultivos) Virus de Sabia <i>Shigella dysenteriae de tipo 1</i> (sólo cultivos) ^a Virus de la encefalitis transmitida por garrapatas (sólo cultivos) Virus variólico Virus de la encefalitis equina venezolana (sólo cultivos) Virus del Oeste del Nilo (sólo cultivos) Virus de la fiebre amarilla (sólo cultivos) <i>Yersinia pestis</i> (sólo cultivos)

5.1.2 Materias infecciosas: Categoría B

Se clasifica como materia infecciosa de Categoría B a toda aquella que posee agentes patógenos capaces de causar una infección en humanos o animales, pero *“no cumple los criterios para su inclusión en la categoría A”* [23]. Es decir, las consecuencias de infectarse no son consideradas capaces de causar una incapacidad permanente o ser potencialmente mortal [24]. La mayoría de las sustancias infecciosas, exceptuando las que se encuentran en la Tabla 2, son consideradas de esta categoría.

La designación oficial de transporte del N.º ONU 3373 es *“SUSTANCIA BIOLÓGICA, CATEGORÍA B”*.

Los desechos médicos o clínicos que hay razones para creer que contienen materias infecciosas de categoría B o aquellos que poseen baja probabilidad de contener materias infecciosas se le asignan al N.º ONU 3291, cuya designación oficial es *“DESECHOS CLÍNICOS N.E.P.”* o *“DESECHOS (BIO)MÉDICOS N.E.P.”* o *“DESECHOS MÉDICOS REGULADOS N.E.P.”* [23]

5.1.3 Exenciones

Se exponen a continuación algunas exenciones que no están sometidas al ADR:

- *“Materias que no contengan materias infecciosas o que no es probable que causen enfermedades en seres humanos o animales.”*
- *Materias que contengan microorganismos que no sean patógenos en seres humanos o animales o que, en el caso de serlo, se hayan neutralizado o inactivado no suponiendo riesgos para la salud. Por ejemplo, material médico que se haya limpiado de todo líquido libre no está sujeto a las disposiciones del ADR.*
- *Materias en cualquier concentración de patógenos que este a un nivel idéntico a los que se observa en la naturaleza que se considere que no presentan riesgos apreciables de infección.*
- *Manchas de sangre seca, recogidas mediante la aplicación de una gota de sangre en el material*
- *Muestras para la detección de sangre en materias fecales.*
- *La sangre y los componentes sanguíneos que hayan sido recogidos para transfusiones o para la preparación de productos sanguíneos utilizados para transfusiones o trasplantes.”* [23]

Además, *“en el caso de muestras de seres humanos o animales que presenten un riesgo mínimo de contener agentes patógenos, no están sujetos al ADR si su envase/embalaje está diseñado para evitar cualquier fuga y en el cual figura la indicación: “Muestra humana exenta” o “Muestra animal exenta”, según proceda”*. [23]

Dicho envase/embalaje:

“(a) Deberá estar constituido por tres elementos (Figura 6):

i) uno o varios recipientes primarios estancos;

ii) un embalaje secundario estanco;

iii) Un embalaje exterior suficientemente robusto, habida cuenta de su contenido, su masa y de la utilización de destino; y al menos un lado deberá tener unas dimensiones mínimas de 100 mm x 100 mm;

(b) En el caso de líquidos, deberá colocarse material absorbente en cantidad suficiente para que absorba la totalidad del contenido entre el recipiente o los recipientes primarios y el embalaje secundario, de manera que, durante el transporte, toda merma o fuga de una materia líquida no afecte al embalaje exterior y no menoscabe la integridad del material amortiguador;

(c) Cuando varios recipientes primarios frágiles y múltiples se coloquen en un solo embalaje secundario simple, deberán ser embalados individualmente o por separado para impedir todo contacto entre ellos.” [23]

Para los materiales no incluidos en estas excepciones, sus embalajes deberán cumplir las disposiciones generales.



Figura 6. Ejemplo de un sistema de embalaje triple. [24]

La Figura 7 muestra un resumen del proceso de definición y clasificación de las sustancias infecciosas [24].

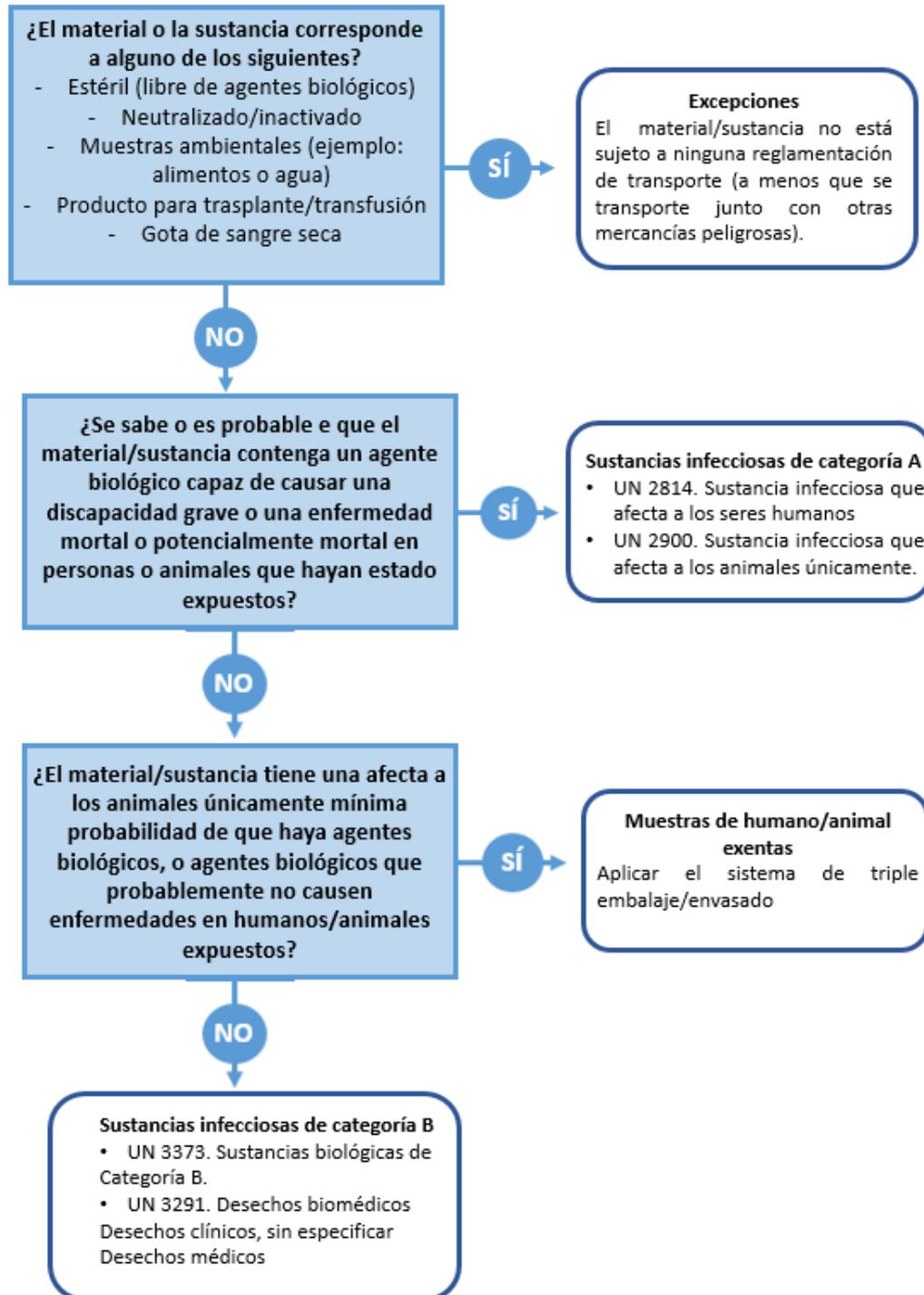


Figura 7. Definición y clasificación de las sustancias infecciosas. [24]

6. PRODUCTO A TRANSPORTAR

Las muestras biológicas procedentes de casos sospechosos o confirmados de COVID-19 son consideradas “Sustancia biológica de categoría B”, por lo que se les asigna el N.º ONU 3373 cuando se transportan para diagnóstico o investigación. Solo en el caso de cultivos, el virus es considerado de categoría A, al cual se le asignaría el N.º ONU 2814 [27].

En este caso, el material elegido para transportar son los desechos médicos generados en hospitales a consecuencia del tratamiento médico de personas infectadas con COVID-19, por lo que el N.º ONU asignado es el 3291 y su código de clasificación es I3 (desechos clínicos) [23].

Tabla 3. Designación oficial de transporte y asignación de clase N.º ONU 3291

Nº ONU	Nombre y descripción	Clase
3291	DESECHOS CLÍNICOS, N.E.P o DESECHOS (BIO)MÉDICOS, N.E.P o DESECHOS MÉDICOS REGULADOS, N.E.P	6.2

En el ANEXO I se puede ver la tabla que proporciona el ADR en la cual se encuentran distintos aspectos referentes al etiquetado, grupo de embalaje, disposiciones especiales, entre otros, que debe cumplir el número ONU que se va a estudiar.

6.1 Clasificación como residuo peligroso según la norma

La Directiva 2008/98/CE es el principal documento legislativo sobre residuos a escala de la Unión Europea y exige a los Estados miembros establecer, como instrumento esencial para desarrollar las políticas de residuos, planes de gestión de residuos que den cobertura a todo el territorio geográfico de cada Estado [22], [28]. Puesto que es una directiva, se transpone a la legislación nacional de los Estados miembros por medio de distintos actos jurídicos [22]. En el caso de España, se transpone a nuestro ordenamiento jurídico a través de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

De acuerdo con esta ley, un residuo peligroso es aquel que “*presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido*” [29].

El anexo III de esta Ley fue modificado por el Reglamento 1357/2014 [30] de 18 de diciembre, por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE. Según dicho Reglamento sobre las características de los residuos que permiten calificarlos de peligrosos, a los desechos clínicos resultado del COVID-19 se le asigna el código de peligrosidad HP9 «Infeccioso».

Si se consulta la Decisión 2014/955/UE [31], en la que se encuentra la Lista Europea de Residuos (código LER), se puede comprobar que los residuos tratados pertenecen al capítulo 18: “RESIDUOS DE SERVICIOS MÉDICOS O VETERINARIOS O DE INVESTIGACIÓN ASOCIADA” y se le asigna el número 18 01 03: “Residuos cuya recogida y eliminación son objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones”, ver Tabla 4. El asterisco asociado a este número indica que es considerado residuo peligroso con arreglo a la Directiva 2008/98/CE [32].

Tabla 4. Lista Europea de Residuos (18 01 03)

18	RESIDUOS DE SERVICIOS MÉDICOS O VETERINARIOS O DE INVESTIGACIÓN ASOCIADA (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios)
18 01	Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas
18 01 03*	Residuos cuya recogida y eliminación son objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones

Además, según NTP⁵ 372 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, los residuos que se generan a consecuencia de las actividades sanitarias se clasifican en cuatro grupos:

- Grupo I: Asimilables a residuos municipales o domésticos
- Grupo II: No específicos
- Grupo III: Específicos o de riesgo
- Grupo IV: Tipificados en normativas singulares

El grupo de interés y dentro del cual se clasifica la materia de estudio es el grupo III: “*Son residuos sobre los cuales se han de observar medidas de prevención en la manipulación, la recogida, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la eliminación, tanto dentro como fuera del centro generador, ya que pueden representar un riesgo para la salud laboral y pública*”. [33] Dentro de este grupo se encuentran, a parte del COVID-19, otras enfermedades transmisibles por agentes patógenos, las cuales se pueden ver en la Figura 8 (cartel informativo del Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena).

En cuanto a la normativa regional, en el apartado 4 del artículo 12 de la mencionada Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se dice que es competencia de las Comunidades Autónomas la elaboración de programas autonómicos de prevención de residuos y su gestión, así como el registro de la información relativa a la producción de estos. En el apartado 2 del artículo 14 de

⁵ Las NTP (Notas Técnicas de Prevención) son guías de buenas prácticas. No son de aplicación obligatoria excepto que estén recogidas en una disposición normativa vigente.

esta misma ley, se anuncia que son las Comunidades Autónomas las encargadas de realizar los planes autonómicos de gestión de residuos.

RESIDUOS EN AISLAMIENTOS HOSPITALARIOS




AISLAMIENTO RESPIRATORIO

RESIDUOS CLASE II A
EXCEPCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE LA TABLA Y/O MUESTRAS DE SANGRE MAYORES DE 100 ML



AISLAMIENTO GOTAS

RESIDUOS CLASE II A
EXCEPCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE LA TABLA Y/O MUESTRAS DE SANGRE MAYORES DE 100 ML



AISLAMIENTO DE CONTACTO

RESIDUOS CLASE II A
EXCEPCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE LA TABLA Y/O MUESTRAS DE SANGRE MAYORES DE 100 ML



AISLAMIENTO INVERSO

RESIDUOS CLASE II A
EXCEPCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE LA TABLA Y/O MUESTRAS DE SANGRE MAYORES DE 100 ML





EXCEPCIÓN ENFERMEDADES TABLA Y/O LÍQUIDOS O MUESTRAS SANGRE MÁS DE 100 ML

ENFERMEDADES RESIDUOS CLASE III

• ENCEFALITIS	• CÓLERA	• TULAREMIA	• PESTE
• DIFTERIA	• FIEBRE HEMORRÁGICA	• TIFUS ABDOMINAL	• POLIOMIELITIS
• MENINGITIS	• MUERMO	• LEPRA	• DISENTERÍA BACTERIANA
• BRUCELOSIS	• TUBERCULOSIS ACTIVA	• ANTRAX	• RABIA
• FIEBRE Q	• HEPATITIS VIRICA	• FIEBRE PARATIFOIDEA	• VIH



COVID-19



Figura 8. Residuos de COVID-19: Clase III.

En la Región de Murcia, existe un Plan de Residuos⁶ 2016-2020 [34], el cual se prorroga hasta 2022 [35], que lleva a cabo un análisis acerca de la generación y gestión de residuos en la región, y expone algunas medidas que pretenden favorecer y facilitar el reciclado y la reutilización. No obstante, en dicho plan no se mencionan de forma específica los residuos sanitarios, ni tampoco su clasificación ni la forma adecuada de gestionarlos. Únicamente se propone una medida, MGI.19 (ver ANEXO II), cuya descripción es: *“Elaboración de una instrucción técnica sobre residuos sanitarios que puede trasladarse a regulación normativa de la Comunidad autónoma”*[34] y la cual sigue en ejecución continua [35], ver Tabla 5. Con ejecución continua se refiere a que *“la medida se ha puesto en marcha pero que consiste en, o contiene, una tarea recurrente a realizar en varios periodos/años”*. Por eso, aunque se encuentra en el Plan de Residuos de la comunidad autónoma desde 2016, aún no existe regulación normativa autonómica.

Tabla 5. Cronograma de ejecución de la medida MGI.19 del Plan de Residuos de la Región de Murcia.

MEDIDA	TÍTULO	ESTADO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
MGI.19	Regulación normativa	● EN EJECUCIÓN CONTINUA		x	x	x	x	x	x

Asimismo, en el sitio web⁷ oficial de la Comunidad Autónoma existe un apartado dedicado a la *“Gestión de residuos y COVID-19”* [36]. En él, se encuentra una instrucción sobre gestión de residuos hospitalarios (ver ANEXO III) del 17 de marzo de 2020. Sin embargo, esta proporciona información muy poco específica y no es de ámbito autonómico. También aparecen, entre otras, la Orden SND/271/2020, [37] en las cuales no se proporciona más información que en dicha instrucción.

Por todo lo mencionado anteriormente, se echa en falta una legislación autonómica para la clasificación de residuos sanitarios en la Región de Murcia y que haya más información relativa a este tipo de desechos con el fin de facilitar su separación y posterior tratamiento. No obstante, no es la única comunidad autónoma en la que ocurre esto. De las diecisiete que hay en España, son doce las que han establecido normas para la gestión de residuos sanitarios [28], y muchas de ellas son muy antiguas y debería considerarse su revisión. Por ejemplo, en la Comunidad Valenciana, el decreto⁸ por el que se aprueba el Reglamento Regulator de la Gestión de Residuos Sanitarios data del 1994. Las leyes de las distintas autonomías se parecen entre ellas ya que todas se basan en los principios de la Unión Europea, pero también poseen diferencias; por ejemplo, en la propia definición de residuos médicos o en su clasificación [38].

⁶ Aprobado mediante Consejo de Gobierno de 28 de diciembre de 2016 - BORM nº 301, de 30 de diciembre de 2016.

⁷ www.carm.es

⁸ Decreto 240/1994, de 22 de noviembre, del Gobierno Valenciano.



Figura 9. Clasificación de residuos sanitarios en el Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena.

Ya se ha comentado en apartados anteriores la importancia de llevar a cabo una adecuada gestión de los residuos sanitarios infecciosos y las consecuencias negativas que implica no hacerlo; y aunque se disponen de procedimientos para la separación de los distintos tipos de residuos que se generan en hospitales (ver Figura 9), la clasificación y nomenclatura de dichos residuos no es uniforme en las distintas normativas autonómicas [28], [38].

En vista de ello, se pone de manifiesto la necesidad de elaborar a la mayor brevedad posible una guía o norma de carácter estatal que aborde tanto la clasificación y nomenclatura como la gestión y tratamiento de los mencionados residuos sanitarios dada su importancia en una situación de pandemia como la que se vive hoy en día; no solo con la finalidad de evitar contagios y proteger a aquellos que están en contacto con estos desechos, sino también con fines medio ambientales. De esta manera, habría un criterio único y se facilitaría el trabajo de los gestores de residuos que llevan a cabo su actividad en el territorio nacional [28], [38].

7. EMBALAJE

El objetivo de un adecuado sistema de contención es asegurarse de que los bultos lleguen en buen estado y que durante su transporte no supongan ningún riesgo para las personas ni los animales [24].

Otras materias infecciosas, clasificadas como N.º ONU 2814, 2900, 3373 o 3549, requieren un sistema de embalaje/envasado triple (como el que podemos ver en la Figura 6). Sin embargo, los residuos sanitarios infecciosos a consecuencia del COVID-19, en los que se centra este proyecto, clasificados con el N.º ONU 3291, no precisan dicho sistema. Son envasados en distintos tipos de contenedores: bidones, jerricanes o cajas y deben cumplir las instrucciones que se le asignan al N.º ONU 3291 en el ADR: P621, IBC620 y LP621; para embalajes, grandes recipientes para granel y grandes embalajes, respectivamente. Se pueden consultar en el ANEXO IV.

Los desechos infecciosos que se van a tratar, como ya se ha comentado con anterioridad, comprenden no solo materiales descartados y equipos contaminados con sangre y otros fluidos de enfermos, sino también agujas, bisturís, tubos de drenaje, etcétera. Por eso, a efectos del embalaje, debemos distinguir entre:

- I) Desechos con partes lacerantes o punzantes que pueden atravesar la barrera de la piel y causar lesiones. Es esta categoría incluimos: agujas, tubos de drenaje, jeringas, lancetas, objetos de vidrio rotos, pipetas, bisturís, etc. [20]. Estos residuos deben ser separados de otro tipo de desechos y embalados en contenedores resistentes a perforaciones y a prueba de pérdidas.
- II) Residuos potencialmente infecciosos contaminados con sangre, excreciones o secreciones provenientes de pacientes portadores de la enfermedad. Comúnmente son guantes, pantallas, tubos, vendajes, pañuelos, artículos médicos desechables. Mayoritariamente, equipos de protección personal, hechos la mayoría de polímeros como “*el poliuretano (PU), polipropileno (PP), policarbonato (PC), polietileno de baja densidad (LDPE) y policloruro de vinilo (PVC)*” [39].

Se debe establecer una codificación de colores. Existen recomendaciones de la OMS en este aspecto [17], no obstante, cada país puede utilizar la suya propia. Por ejemplo, en Alemania los contenedores destinados a desechos infecciosos son de color gris y en Grecia, rojos [40]. En España, como ya se ha comentado en el apartado anterior, no hay uniformidad en lo que a este ámbito respecta, y la codificación de colores para los distintos tipos de residuos sanitarios varía de una comunidad autónoma a otra.

Los desechos infecciosos, no considerados cortopunzantes, suelen embalarse en contenedores de color rojo o negro, este último caso es el de la Comunidad

Valenciana [41]. Aunque en Andalucía⁹ o la Comunidad de Madrid¹⁰, por ejemplo, se recogen en bolsas de color rojo de un solo uso, las cuales se introducen en contenedores de color verde que pueden ser reutilizables o de un solo uso también [42], [43]. Una vez más, se hace latente la necesidad de una normativa nacional que unifique los criterios a este respecto (Figura 5, Figura 8, Figura 10).



Figura 10. Ejemplos de contenedores para residuos sanitarios infecciosos.

Los envases destinados a almacenar objetos cortopunzantes suelen ser de color amarillo, algunos con tapadera roja y otros, blanca.



Figura 11. Desechos cortopunzantes.

Por tanto, los envases elegidos destinados a almacenar los residuos sanitarios serán del tipo **3H2: jerricanes de plástico con tapa móvil**. Se elegirá que tengan una capacidad de 60 L (máxima capacidad permitida para contenedores de este tipo según el ADR) dado que van a estar situados en zonas del hospital dedicadas al

⁹ Decreto 7/2012 por el que se aprueba el Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020.

¹⁰ Decreto 83/1999 de residuos biosanitarios y citotóxicos en la Comunidad de Madrid.

cuidado de pacientes infectados por COVID-19, y la generación de residuos es elevada.

Hay una amplia oferta de empresas que se dedican a fabricar este tipo de envases. Un ejemplo:



Figura 12. Contenedor 60 L y sus dimensiones.¹¹

El envase de la Figura 12 posee una capacidad de hasta 60 l o 30 kg. Estando estos contenedores vacíos, se pueden apilar hasta 25; de manera que en un palé de 120x80 cm se pueden apilar hasta 150 unidades (Figura 13). Si están llenos, se pueden apilar hasta 3 contenedores. Además, según el fabricante, posee un sistema de cierre hermético gracias a una junta especial de silicona y su destrucción por combustión no genera emisiones tóxicas [44].

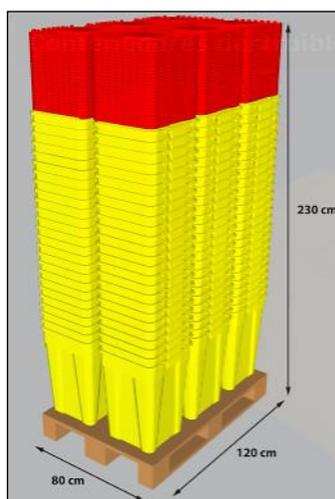


Figura 13. Capacidad de apilamiento de los contenedores.¹¹

¹¹ Imagen tomada de la empresa EuroPlásticos Expósito: Empresa cuyos sistemas de embalaje siguen las normas internacionales UNE-EN ISO 9001 y UNE-EN ISO 14001 y están certificados por la AENOR. Disponible en: <http://www.europlasticosexposito.com/>

Para el caso de los desechos y materiales cortopunzantes, que tal y como se ha explicado, irán destinados a otro recipiente, se recurre a un tamaño menor. Uno de los más utilizados es el de 10 l, con una masa máxima de 3 kg según el fabricante [44]. Este contenedor será de color amarillo y tapa roja y presenta el diseño siguiente:



Figura 14. Contenedor para cortopunzantes 10 L y sus dimensiones. ¹¹

Estos recipientes también son apilables y su destrucción por combustión no genera emisiones tóxicas. Además, son resistentes a la perforación tanto interna, como externa. Se distribuyen en cajas de cartón que contienen 21 unidades, por lo que en un palé de 120x80 cm pueden ir hasta 251 unidades [44].

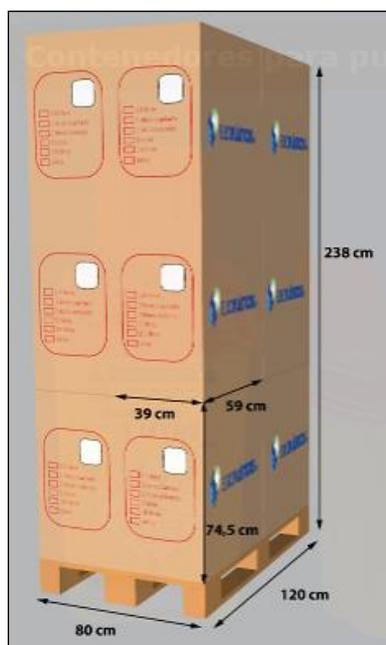


Figura 15. Distribución de los contenedores para cortopunzantes. ¹¹

7.1 Material

Estos envases deberán estar fabricados con un plástico adecuado que sea resistente a los golpes y a las perforaciones, impermeable, entre otras características.

Para seleccionar el material más adecuado, se recurre al programa *Granta Design*.

El primer filtro que se aplica es el tipo de material: de todos los posibles, se selecciona la categoría de *polímeros - plásticos*, pues es el elegido en el apartado anterior y permitido por la instrucción P621 del ADR. De los 4000 materiales existentes en la base de datos, quedan 726.

En la primera etapa de selección, se representa el Módulo de Young frente a la densidad (Figura 16). Se desea un material con densidad baja y un módulo de Young relativamente pequeño. Se reducen las opciones a 223 materiales.

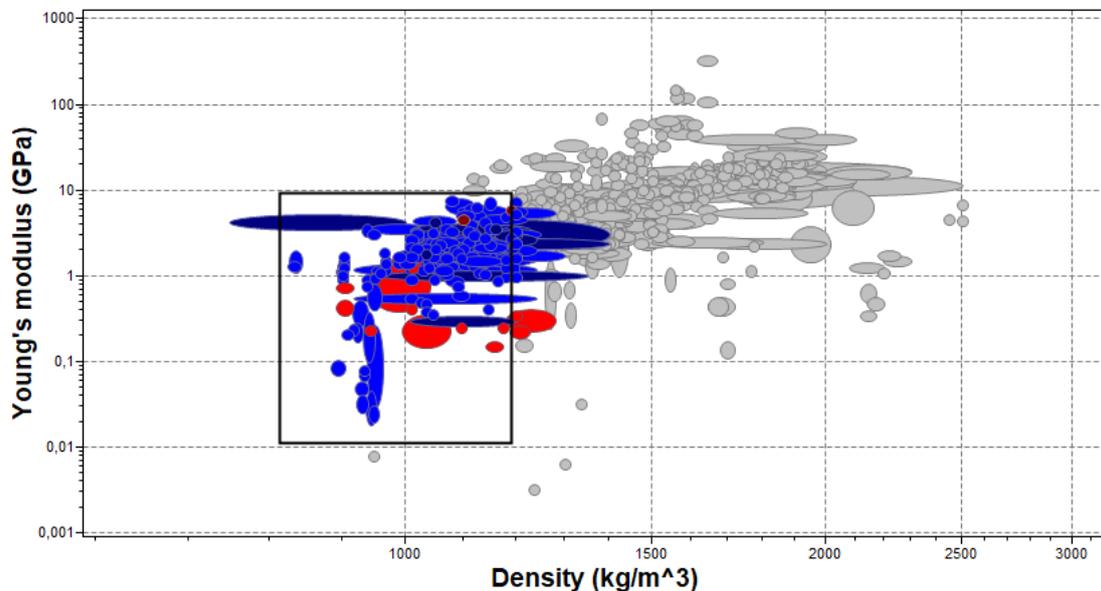


Figura 16. Módulo de Young frente a densidad.

Para la segunda etapa, se representa la durabilidad frente al precio. Se ha elegido la resistencia a bases débiles por el pH de la sangre, que es ligeramente básico (Figura 17).

A continuación, se compara la resistencia a la fractura frente a su grado de transparencia (Figura 18).

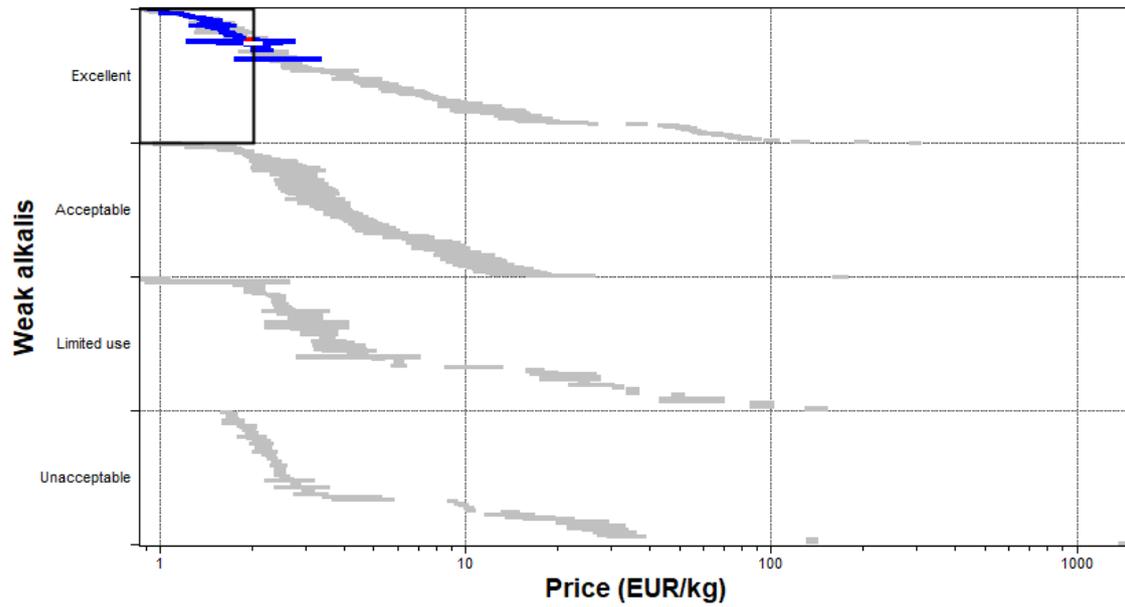


Figura 17. Durabilidad con bases débiles frente a precio.

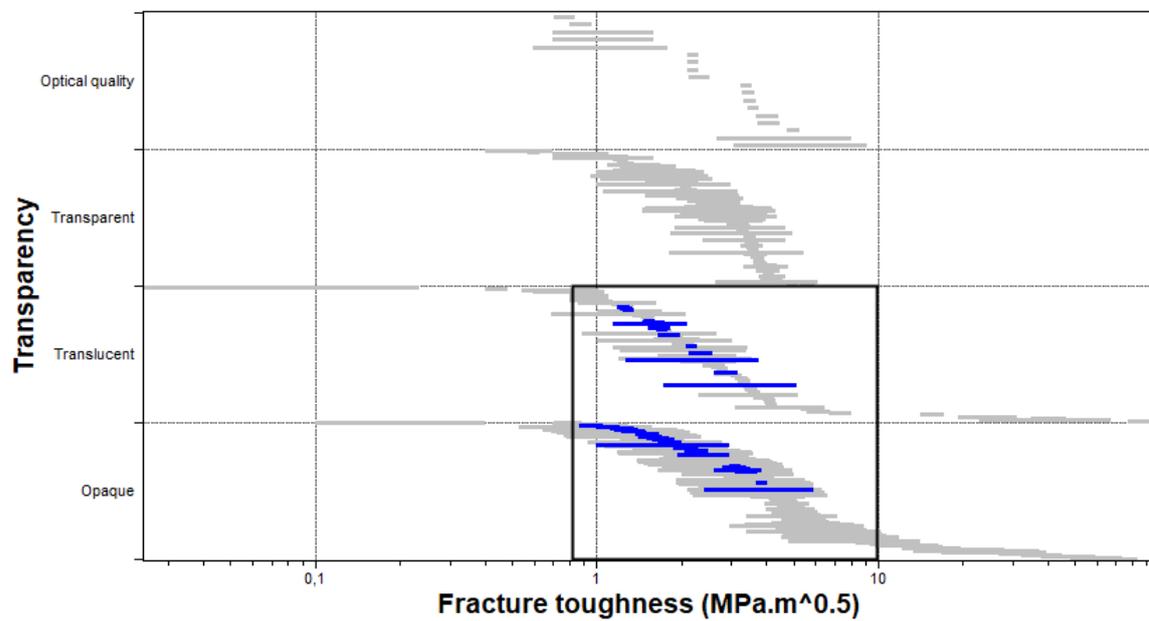


Figura 18. Transparencia frente a resistencia a la fractura.

Y en último lugar, se representa la resistencia al impacto frente a la huella de carbono (Figura 19).

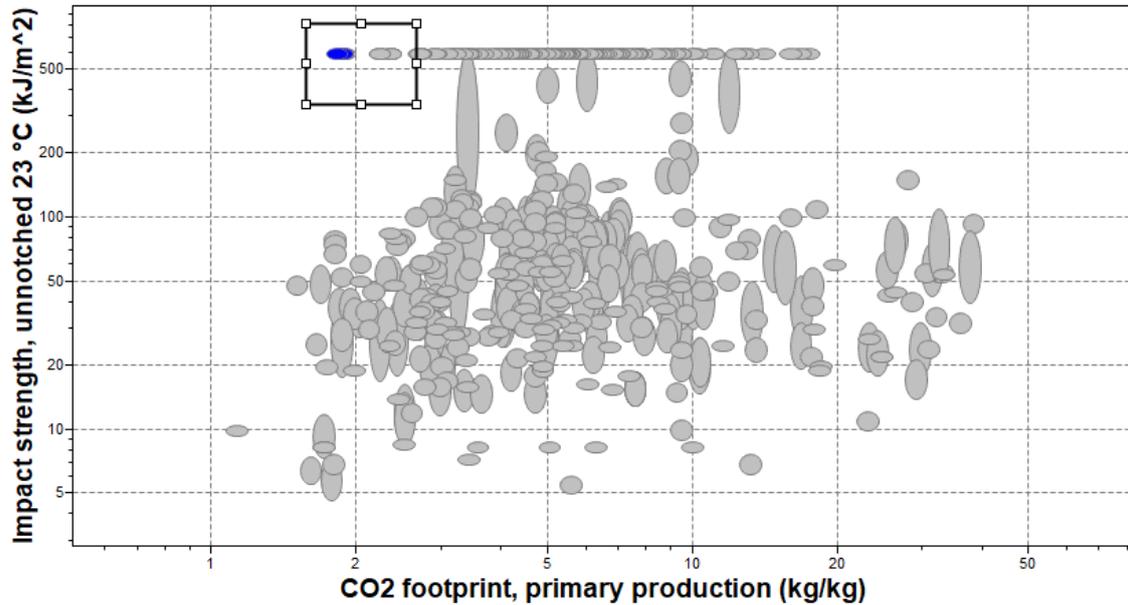


Figura 19. Resistencia al impacto frente a la huella de carbono.

Aunque el polipropileno (PP) tiene unas características similares, el material elegido finalmente y que supera todas las etapas es el polietileno de alta densidad (HDPE). Se trata de un material con muy buena resistencia al impacto, buena procesabilidad, ligero, es translúcido casi opaco y además no es atacado por bases ni ácidos. No es biodegradable, pero se puede reciclar y su combustión puede ser utilizada para la recuperación de energía (Tabla 6).

Tabla 6. Características de reciclabilidad del HDPE.

Recycling and end of life				
Recycle	(i)	✓		
Embodied energy, recycling	(i)	* 25,4	- 28,1	MJ/kg
CO2 footprint, recycling	(i)	* 0,898	- 0,993	kg/kg
Recycle fraction in current supply	(i)	8,02	- 8,86	%
Downcycle	(i)	✓		
Combust for energy recovery	(i)	✓		
Heat of combustion (net)	(i)	* 44	- 46,2	MJ/kg
Combustion CO2	(i)	* 3,06	- 3,22	kg/kg
Landfill	(i)	✓		
Biodegrade	(i)	✗		

7.1.1 Ecoauditoría.

El programa *Granta Design* también permite realizar una ecoauditoría mediante la cual se calcula la energía usada y el CO₂ producido durante las principales etapas de la vida de un producto (material, fabricación, transporte, uso y finales de la vida).

Para ello, supondremos una serie de factores: el material transportado va a ser un envase destinado a objetos cortopunzantes de 10 l de capacidad y una masa máxima de 3kg (Figura 14). La masa del envase es aproximadamente de 0,8 kg. Una vez se llena en el centro sanitario (en el caso más desfavorable, 3 kg), se transporta a la planta de gestión de residuos para su eliminación. Suponemos que el centro de origen es el Hospital Universitario de Santa Lucía (Cartagena) y la empresa encargada de su eliminación es Reyval Ambient S. L. (Castellón) [45]. Entre ambos lugares hay una distancia de 360 km y la unidad de transporte elegida es un vehículo ligero de mercancías. El polietileno empleado es virgen (0% reciclado).

En este caso, durante el uso del producto no se consume energía ni se emite CO₂.

Se realiza a continuación una comparativa (Figura 20) entre dos envases de idénticas características, diferenciándose únicamente en el proceso de fabricación y el tratamiento a final de vida. Uno de ellos es fabricado mediante extrusión y sometido a un proceso de incineración, y el otro, mediante moldeo y reciclado al final de su vida útil.

Como se puede comprobar, el material es la fase dominante, por lo que, si se quiere reducir la eco huella del producto, los esfuerzos se deberían centrar, por ejemplo, en disminuir la masa del envase.

En cuanto a la fabricación, es evidente que el proceso de moldeo implica más energía y también produce más emisiones.

Por otro lado, tal y como era de esperar, el proceso de reciclaje es mucho más ventajoso desde un punto de vista energético y medioambiental que el de incineración. No obstante, debido a la peligrosidad de los residuos que contiene este embalaje, el método que se suele emplear para la eliminación es la incineración, como se verá más adelante.

Por tanto, el envase elegido finalmente es de polietileno de alta densidad fabricado por extrusión y sometido a un proceso de incineración.

En el ANEXO V se puede ver un informe mucho más detallado sobre estos aspectos.

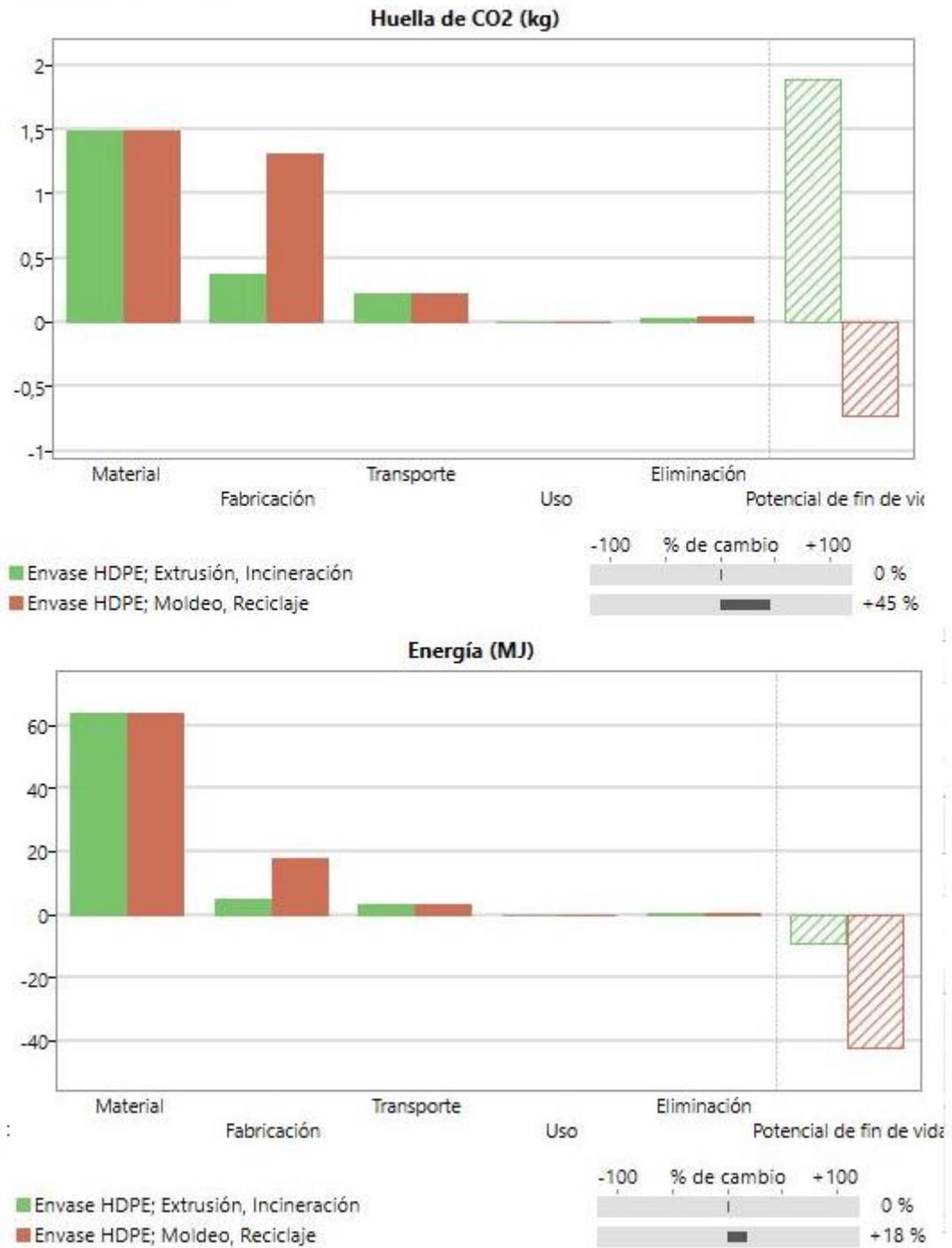


Figura 20. Comparativa entre dos envases de HDPE

7.2 Pruebas para los embalajes

El embalaje deberá ser sometido a determinadas pruebas antes de ser utilizado y, si se da el caso, después de modificaciones que afecten tanto al diseño, como al material o modo de construcción. Tal y como se dice en la instrucción de embalaje P621 del ANEXO IV, el contenedor deberá “*satisfacer el nivel de pruebas del grupo de embalaje II para las materias sólidas*”. Las pruebas se ejecutan sobre los embalajes ya preparados para el transporte y se llenarán, al menos, hasta el 95% de su capacidad. Estas pruebas son las que se indican a continuación:

- **Prueba de caída.** (norma ISO 2248) Serán necesarias seis muestras por prueba:
 - “*Primer ensayo (con tres muestras): el embalaje deberá golpear el área de impacto diagonalmente con el reborde del fondo o, si no hay reborde, con una junta periférica o un borde.*
 - “*Segundo ensayo (con las otras tres muestras): el embalaje deberá golpear el área de impacto con la parte más débil que no fue comprobada en el primer ensayo de caída, por ejemplo, con un cierre o, para determinados bidones cilíndricos, con la junta longitudinal soldada de la virola.*” [23]

Para este tipo de prueba, por tratarse de jerricanes de plástico, “*la muestra y su contenido se acondicionarán a una temperatura igual o inferior a -18°C*”. [23].

La altura de caída será de 1,2 m.

Una vez realizada la prueba, el embalaje no deberá “*presentar ningún deterioro que pueda comprometer la seguridad durante el transporte*”. [23]

- **Prueba de apilamiento.**

Son necesarias tres muestras, las cuales serán sometidas “*a una fuerza aplicada sobre su superficie superior equivalente a la masa total de los bultos idénticos que pudieran apilarse encima de la muestra durante el transporte [...] La prueba deberá durar 24 horas*”. [23]

Tras haber sido sometido a la prueba, “*ninguna de las muestras deberá presentar deterioros que pudieran comprometer la seguridad durante el transporte, ni deformaciones que puedan reducir su resistencia o provocar una falta de estabilidad cuando los embalajes estén apilados*”. [23]

Además, en la instrucción P621 se especifica: “*Los envases/embalajes destinados a contener objetos cortantes o puntiagudos como cristales rotos y agujas, deben ser resistentes a perforaciones*”. Es por eso que estos deberán someterse también a la **prueba de perforación:**

- Para embalajes con una masa bruta inferior o igual a 7 kg, como es nuestro caso, se colocará en una superficie dura y plana y con “*una barra cilíndrica*

de acero, con una masa mínima de 7 kg, un diámetro de 38 mm y cuya extremidad de impacto tenga un radio de 6 mm como máximo, deberá soltarse verticalmente en caída libre desde una altura de 1 m, medida desde la extremidad de impacto al área de impacto de la muestra”.



Figura 21. Ejemplos del ensayo de caída y de apilamiento en el Laboratorio de Mercancías Peligrosas de AIDIMME. [46]

En el caso de que los envases/embalajes fueran destinados a contener residuos que incluyan materias líquidas como puede ser sangre y hemoderivados (más de 100 ml), estos deberían contener suficiente material absorbente capaz de absorber en su totalidad el líquido presente en caso de derrame [24], además superar también los siguientes ensayos adicionales a los ya mencionados:

- Prueba de apilamiento.

En el caso de envases destinados a líquidos, los envases se someten a esta prueba durante 28 días a una temperatura mínima de 40 °C.

- Prueba de estanqueidad. Sólo se llevará a cabo para los envases que contienen materias líquidas.
Son necesarias tres muestras y consiste en mantener bajo el agua el envase durante cinco minutos mientras se le somete a una presión de aire interna de al menos 20 kPa para el grupo de embalaje II. No se deberá observar ninguna fuga.
- Prueba de presión interna (hidráulica).
Son necesarias también tres muestras. Los envases de plástico (nuestro caso) serán sometidos a la presión de la prueba durante 30 minutos. La presión hidráulica aplicada dependerá de la presión manométrica total medida en el embalaje a 55 °C, la presión de vapor a 50 °C y a 55 °C del líquido destinado a su transporte.

No obstante, este trabajo se centrará en el transporte de materias sólidas, infecciosas y cortopunzantes, por lo que no se contemplan los mencionados ensayos para líquidos.

8. MARCADO Y ETIQUETADO

8.1 Señalización del contenedor

Es importante que los bultos estén debidamente marcados y etiquetados para proporcionar la información sobre su contenido, la naturaleza del peligro y las normas de embalaje que se han aplicado, así como su rápida identificación.

Según el ADR [23], todas las marcas deberán “*ser visibles fácilmente y legibles, así como resistir a la exposición a la intemperie sin degradación apreciable*”.

Sobre cada bulto debe figurar el número ONU precedido de las letras “UN” las cuales deben tener una altura mínima de 12 mm para el caso del contenedor de 60 l y de 6 mm para el contenedor de cortopunzantes, por tener una capacidad de 10 l, inferior a 30 l.

El pictograma de peligro de clase 6.2 que debe aparecer sobre el contenedor son tres medias lunas superpuestas sobre un círculo en color negro y fondo blanco y es el que se encuentra en la Figura 22.

De forma opcional, puede incluir de forma escrita el texto situado en la mitad inferior: “*MATERIAS INFECCIOSAS*” y “*En caso de desperfecto o fuga, avísese inmediatamente a las autoridades sanitarias*”.



Figura 22. Pictograma de peligro Clase 6.2

El pictograma deberá tener unas dimensiones iguales o superiores a 100 mm de lado.

Además del pictograma de peligro y el número ONU, la siguiente información deberá aparecer en el embalaje [24], [47]:

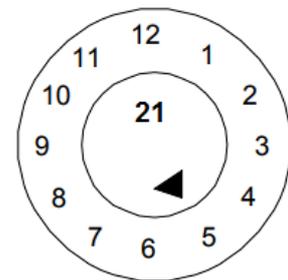
- Código LER que se le asigna al residuo (18 01 03).
- El titular de los residuos o expedidor, es decir, el nombre, la dirección y el teléfono del centro sanitario del que se recogen.
- Nombre y dirección del consignatario.
- Fecha de envasado: tanto la fecha inicial como la final del almacenamiento, las cuales coinciden con el depósito del envase como con su retirada en el punto de generación.

De igual modo, deberá poseer una marca que certifique que los envases/embalajes diseñados y fabricados se corresponden con el tipo de construcción aprobado y que,

por tanto, está homologado. Dicha marca está formada, en el orden que se indica, por:

- A. Símbolo de las Naciones Unidas.
- B. Código asociado al tipo de embalaje.
- C. Código formado por dos letras para indicar las pruebas que ha superado con éxito según el grupo de embalaje y la masa bruta máxima en kg de las materias sólidas interiores o densidad relativa en el caso de contener materias líquidas.
- D. La letra “S” si transporta materias sólidas o, en el caso de líquidos, la presión en kPa a la que estuvo sometida en el ensayo de prueba hidráulica.

- E. Las dos últimas cifras del año en que se fabricó el embalaje. Además, en los embalajes tipo 1H y 3H (nuestro caso) también se deberá indicar el mes de fabricación. Se suele utilizar un reloj, donde las horas son los meses y el número central, el año. Por ejemplo, para indicar que la fecha de fabricación fue mayo de 2021, sería:

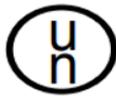


Dado que ya se indica el año de fabricación en el centro de dicho reloj, si este símbolo se localiza junto a la marca “UN”, no es necesario que el año también figure en la marca. En cualquier caso, los dígitos correspondientes al año deben coincidir en ambas indicaciones.

- F. El distintivo del Estado que autoriza la asignación de la marca, indicado por el signo distintivo de sus vehículos en circulación internacional por carretera.
- G. El nombre del fabricante u otra identificación del embalaje especificada por la autoridad competente.

En la siguiente tabla se muestra dicha marca, para los dos contenedores estudiados:

Tabla 7. Marca de homologación.

 3H2/ Y3 /S/21/E/Código Fabricante						
 3H2/Y30/S/21/E/Código Fabricante						
A	B	C	D	E	F	G

Poseen la misma marca sólo diferenciándose en la masa bruta máxima.

8.2 Señalización de la unidad de transporte

El vehículo de transporte dedicado a trasladar estas mercancías peligrosas desde el centro hospitalario hasta el lugar de tratamiento deberá llevar un panel color naranja de forma rectangular, tanto en la parte delantera del vehículo como en la trasera. Este panel debe contener el número de identificación asignado a la sustancia que transporta, en el caso de materias infecciosas, el número es el 606, el cual aparece en la columna 20 de la tabla del ANEXO I. También debe figurar en dicho panel el número ONU.

En el ADR, se detallan las especificaciones relativas a este panel:

“Los paneles naranjas deben ser retroreflectantes y deberán tener una base de 40 cm. y una altura de 30 cm.; llevarán un ribete negro de 15 mm El material utilizado debe ser resistente a la intemperie y garantizar una señalización duradera. [...] El número de identificación de peligro y el número ONU deberán estar constituidos por cifras negras de 10 cm. de altura y de 15 mm de espesor. El número de identificación del peligro deberá inscribirse en la parte superior del panel y el número ONU en la parte inferior; estarán separados por una línea negra horizontal de 15 mm de espesor que atraviese el panel a media altura”[23].

Según estas pautas, el panel que deberá figurar en el vehículo es el que se encuentra en la Figura 23.

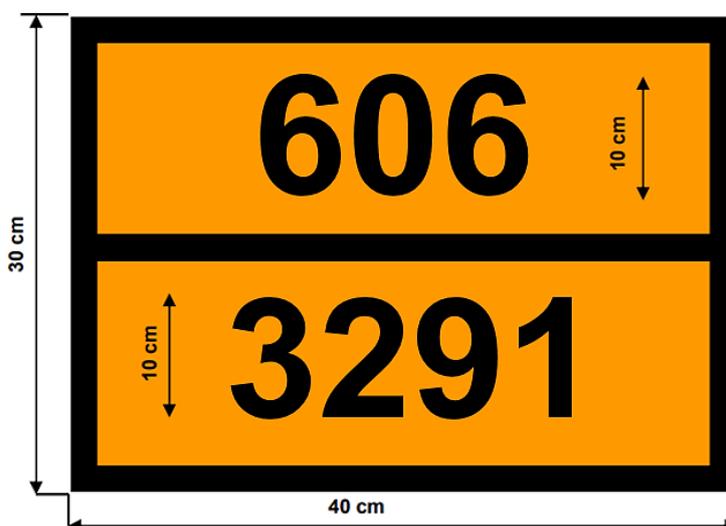


Figura 23. Panel naranja.

En caso de incendio, si la duración de este es de 15 minutos, el panel deberá permanecer fijado y tanto el número ONU como el de identificación de peligro tendrán que continuar siendo visibles e indelebles [23].

9. RETIRADA Y TRANSPORTE

9.1 Gestión de los residuos generados en el centro hospitalario

La empresa correspondiente deberá suministrar los envases/embalajes y recipientes que se necesitan para depositar los residuos generados en el centro hospitalario y será responsable tanto de su retirada y transporte como de su entrega al gestor autorizado para su tratamiento o destrucción [47].

Deberá existir un programa que incluya un plano donde se representen los puntos de generación, la ruta que se debe seguir para distribuir los envases y reponerlos, la frecuencia con la que se lleva a cabo, entre otros aspectos. Es conveniente que el transporte intracentro de los residuos se realice minimizando el riesgo de expansión de los microorganismos que contienen [47].

Mensualmente, dicha empresa debe mostrar un certificado de desinfección y limpieza de las unidades de transporte que son destinadas al traslado de los residuos. También está obligada a llevar a cabo un control automatizado y un adecuado sistema de trazabilidad de los desechos producidos, el cual incluya la fecha y hora de recogida, pesaje y entrega al gestor de los desechos producidos [47].

La frecuencia de revisión y recogida para estos residuos pertenecientes al grupo III (sanitarios específicos infecciosos) deberá ser de 24 horas y su transporte a las plantas de procesado no deberá exceder las 48 - 72 horas. La retirada de los envases para cortopunzantes será obligatoria cuando estén llenos 2/3 de su capacidad. Se debe garantizar que no se produzcan acumulaciones indebidas ni situaciones en las que se dificulte la segregación de los desechos. Los envases serán colocados ordenadamente en la sala de almacenamiento final que se destina a este fin y podrán ser apilados según indique el fabricante, en nuestro caso, hasta tres. Será una zona exclusiva para la recepción de los contenedores y que deberá estar acondicionada para ello: hermética, protegida contra atmósferas explosivas, suelos y paredes impermeables de hormigón, toma de agua cercano, EPIS, extintores, puerta con abertura hacia fuera, cerradura y protección interior, etc. [47].

9.2 Carga, descarga y manipulación de los bultos.

El transporte de los bultos se debe llevar a cabo de forma adecuada para evitar que los envases/embalajes se dañen y se produzcan accidentes.

Tal y como indica el código V1 de la columna 16 de la tabla del ADR (ANEXO I del presente documento), *“los bultos deberán cargarse en vehículos cubiertos o entoldados o en contenedores cerrados o entoldados”* [23].

Los bultos pueden apilarse para su transporte, ya que están diseñados para este fin. Como ya se ha comentado anteriormente, pueden apilarse hasta tres envases llenos.

No obstante, no se pueden cargar cerca de mercancías alimentarias u otros objetos destinados al consumo, y en el caso de hacerlo, se separarán mediante tabiques, otros bultos o un espacio de 0,8 m, tal y como se explica en la disposición CV28 (columna 18, tabla del ANEXO I) [23].

Además, los códigos BK2 y VC3 correspondientes a las columnas 10 y 17 (ANEXO I), respectivamente, señalan lo siguiente:

BK2: *“el transporte en contenedor para granel cerrado¹² está permitido”*. [23]
VC3: *“Está autorizado el transporte a granel en vehículos o contenedores especialmente equipados según normas especificadas por la autoridad competente del país de origen. Si el país de origen no es un país Parte contratante del ADR, estas condiciones deberán ser reconocidas por la autoridad competente del primer país por el que pase el envío que sea Parte contratante del ADR”*. [23]

Por tanto, aunque en los contenedores a granel cerrados, los residuos hospitalarios a consecuencia del COVID-19 (N.º ONU 3291) pueden ir en el interior de estos en sacos de plástico cumpliendo determinadas condiciones y habiendo sido sometidos a ciertas pruebas¹³, también se pueden transportar en el interior de dichos contenedores a granel los envases rígidos estudiados en este proyecto; la condición es que estén estibados de forma correcta y separados los unos de los otros [23].

Es muy importante que en los lugares de carga y descarga de los contenedores se realice un examen visual tanto del vehículo como de los contenedores y comprobar que no existen desperfectos que puedan afectar a la integridad de los bultos. En el caso de que se produzca alguna fuga, el vehículo o contenedor se tendrá que limpiar y desinfectar con la mayor brevedad posible y siempre antes de volver a ser utilizado, disposición CV13 (columna 18, tabla del ANEXO I) [23].

Este proceso de carga y descarga debe supervisarse por parte del personal asignado del centro médico y previamente a él, se realizará una pesada de los bultos [47].

Si se produjera algún incidente grave o accidente tanto en la carga o descarga como durante el transporte, se deberá presentar un informe (modelo en el ANEXO VI). Por ser mercancía de la clase 6.2, cualquier derrame, independientemente de la cantidad, deberá ser notificado mediante dicho informe [23].

Otra disposición que se le aplica es la CV25, que indica lo siguiente:

“(1) Los bultos deberán ir colocados de forma que sean fácilmente accesibles.

¹² Su definición a efectos del ADR se encuentra en el capítulo 4. DEFINICIONES, (página 9).

¹³ Según el ADR, los sacos deberán satisfacer las normas ISO 7765-1:1998 e ISO 6383-2:1983, referentes a la resistencia al choque y al desgarro [23].

(2) Si deben transportarse bultos a una temperatura ambiente que no exceda los 15 °C o refrigerados, esta temperatura deberá mantenerse durante la descarga o el almacenamiento.

(3) Los bultos deben almacenarse en lugares frescos, alejados de fuentes de calor.”[23]

Por supuesto, para los miembros de la tripulación, queda prohibido fumar en las cercanías de los vehículos o contenedores, así como abrir cualquiera de los bultos [23].

Tabla 8. Cargas en común permitidas [23].

Nºs de las etiquetas	1	1.4	1.5	1.6	2.1 2.2 2.3	3	4.1	4.1 +	4.2	4.3	5.1	5.2	5.2 +	6.1	6.2	7A, 7B, 7C	8	9 9A					
1	véase 7.5.2.2										d								b				
1.4					a	a	a		a	a	a	a					a	a	a	a	a	a b c	
1.5																							b
1.6																							b
2.1, 2.2, 2.3		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
3		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
4.1		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
4.1 +1								X															
4.2		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
4.3		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
5.1	d	a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
5.2		a			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
5.2 + 1												X	X										
6.1		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
6.2		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
7A, 7B, 7C		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
8		a			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
9, 9A	b	a b c	b	b	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				

X Carga en común autorizada.

^a Carga en común autorizada con las materias y objetos 1.4 S.

^b Carga en común autorizada entre las mercancías de la clase 1 y los dispositivos de salvamento de la clase 9 (Nos ONU 2990, 3072 y 3268).

^c Cargamento en común autorizado entre los dispositivos pirotécnicos de seguridad de la división 1.4, grupo de compatibilidad G (Nº de ONU 0503) y los dispositivos de seguridad de cebado eléctrico de la clase 9 (Nº de ONU 3268).

^d Carga en común autorizada entre los explosivos de voladura (con excepción del ONU 0083, explosivos para voladuras, Tipo C y el nitrato amónico (Nos ONU 1942 y 2067) del nitrato amónico en emulsión, suspensión o gel (Nº de ONU 3375) y nitratos de metales alcalinos y nitratos de metales alcalino-térreos con la condición de que el conjunto se considere como formado por explosivos para voladura de la clase 1 en lo que se refiere a placas, a la separación, la carga y la carga máxima admisible. Los nitratos de metales alcalinos incluyen nitrato de cesio (ONU 1451), nitrato de litio (ONU 2722), nitrato potásico (ONU 1486), nitrato de rubidio (ONU 1477) y nitrato sódico (ONU 1498). Los nitratos de metales alcalino-terreos, incluyen nitrato de bario (ONU 1446), nitrato de berilio (ONU 2464), nitrato cálcico (ONU 1454), nitrato de magnesio (ONU 1474) y nitrato de estroncio (ONU 1507).

Por precaución y de forma general, los bultos correspondientes con materias peligrosas no deberán cargarse en el mismo vehículo en el que se transportan otros bultos peligrosos. No obstante, en la Tabla 8 se muestran las cargas en común permitidas.

Como se puede apreciar, los bultos de la clase 6.2, pueden ser cargados en común con el resto de mercancías peligrosas a excepción de las clase 1 (*“Materias y objetos explosivos”*) y cuando esta se combina con las clase 4.1 (*“Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas, materias que polimerizan y materias explosivas desensibilizadas sólidas”*) y la 5.2 (*“Peróxidos orgánicos”*) [23]. Aun así, el transporte de los desechos sanitarios se realizará prioritariamente en un vehículo exclusivo para estos [19].

9.3 Documentación y equipamiento necesarios.

Según el ADR [23], entre los documentos requeridos se incluyen:

- Carta de porte, la cual debe proporcionar la información siguiente:
 - *“el número ONU precedido de las letras “UN”*
 - *“la designación oficial de transporte”*
 - *“el número de modelo de etiqueta” en este caso, el 6.2.*
 - *“el grupo de embalaje atribuido a la materia que puede ir precedido de las letras “GE”;*
 - *“el número y la descripción de los bultos cuando sea aplicable. Los códigos de los envases/embalajes de la ONU solo pueden utilizarse para completar la descripción de la naturaleza del bulto;”*
 - *“la cantidad total de cada mercancía peligrosa que tenga un número ONU, una designación oficial de transporte o un grupo de embalaje diferente;”*
 - *“el nombre y la dirección del o de los expedidor/es;”*
 - *“el nombre y la dirección del o de los destinatario/s. Con el acuerdo de las autoridades competentes de los países implicados en el transporte, cuando se transportan las mercancías peligrosas para distribuirlas a destinatarios múltiples que no pueden ser identificados al comienzo del transporte, las palabras “Venta en Ruta” podrán ser indicadas en su lugar;”* De igual modo, deberá aparecer el nombre y número de una persona responsable (que puede coincidir o no con el expedidor) y que estará disponible si se necesita contactar con ella durante el proceso de envío. [24]
 - *“declaración conforme a las disposiciones de cualquier acuerdo particular;”*
 - *“para el transporte que incluya el paso a través de túneles con restricciones para el transporte de mercancías peligrosas, el código de restricción en túneles [...], en mayúsculas dentro de paréntesis, o la mención ‘(-)’.”*

- Instrucciones escritas (Tabla 9). Deben encontrarse en la cabina del vehículo y estar accesibles para el conductor y miembros de la tripulación en el caso de que ocurra algún accidente. También deberá tener acceso a las indicaciones adicionales sobre las características de peligro, en este caso de la clase 6.2 (Tabla 10).
- Documento de identificación que incluya una fotografía de cada miembro de la tripulación.

Como ya se ha comentado, el vehículo deberá ir provisto del panel naranja (Figura 23, página 41).

Tabla 9. Instrucciones escritas ADR. [23]

INSTRUCCIONES ESCRITAS SEGÚN EL ADR
<p style="text-align: center;"><u>Acciones en caso de accidente o emergencia</u></p> <p>En caso de accidente o emergencia que puede producirse o surgir durante el transporte, los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable hacerlo:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista;- Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar ni usar cigarrillos electrónicos o dispositivos similares o activar ningún equipo eléctrico;- Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas;- Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado;- Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada;- No andar sobre las materias derramadas, no tocarlas y evitar la inhalación de gases, humo, polvo y vapores manteniéndose en el lado desde donde sopla el viento;- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños/iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor;- Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga;- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear el equipo de a bordo para evitar fugas al medio ambiente acuático o al sistema de alcantarillado y para contener los derrames;- Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias;- Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

Tabla 10. Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación - Clase 6.2 [23]

Indicaciones adicionales para los miembros de la tripulación del vehículo sobre las características de peligro de las mercancías peligrosas por clase y sobre las acciones a realizar en función de las circunstancias predominantes		
Etiquetas y paneles de peligro	Características de peligro	Indicaciones suplementarias
(1)	(2)	(3)
<p>Materias infecciosas</p> 	<p>Riesgo de infección. Puede causar enfermedades graves en seres humanos o animales. Riesgos para el medio ambiente acuático o el sistema de alcantarillado.</p>	

En cuanto al equipamiento de protección tanto general como individual, el vehículo deberá incluir:

- *“un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas para la masa máxima del vehículo y el diámetro de las ruedas;*
- *dos señales de advertencia autoportantes;*
- *líquido para el lavado de los ojos;*
- *un chaleco o ropa fluorescente (semejante por ejemplo al descrito en la norma europea EN ISO 20471);*
- *aparato de iluminación portátil;*
- *un par de guantes protectores;*
- *y un equipo de protección ocular.”* [23]

9.3.1. Formación de los miembros de la tripulación

Los conductores de las unidades de transporte de mercancías peligrosas tienen la obligación de disponer de un certificado que acredite su formación. Esta consta de un curso básico que incluye contenidos tanto teóricos como prácticos y pretende *“sensibilizar a los conductores de los peligros que surgen en el transporte de mercancías peligrosas y para darles información básica indispensable para reducir al mínimo la probabilidad de un incidente y, si alguno les sobreviniera, para que puedan tomar las medidas necesarias para su propia seguridad y la del público, así como para la protección del medio ambiente y para limitar los efectos del incidente”*. [23]

Para el transporte de materias infecciosas, no es necesario realizar ningún curso de especialización, como si es el caso para el transporte en cisternas o materiales explosivos o radiactivos.

Una vez realizado dicho curso y el examen que implica que se han adquirido los conocimientos necesarios, se obtiene un certificado con cinco años de validez. Un modelo de dicho certificado se encuentra en el ANEXO VII. Este debe ser de plástico y poseer unas dimensiones conformes a la norma ISO 7810:2003 ID-1. [23]

10. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Tras haber sido envasados, retirados y trasladados los residuos infecciosos al lugar de manipulación final (Figura 24), estos deben someterse a algún proceso o tecnología que sea capaz de inactivar hasta un mínimo, en nuestro caso, el virus SARS-CoV-2 [19].

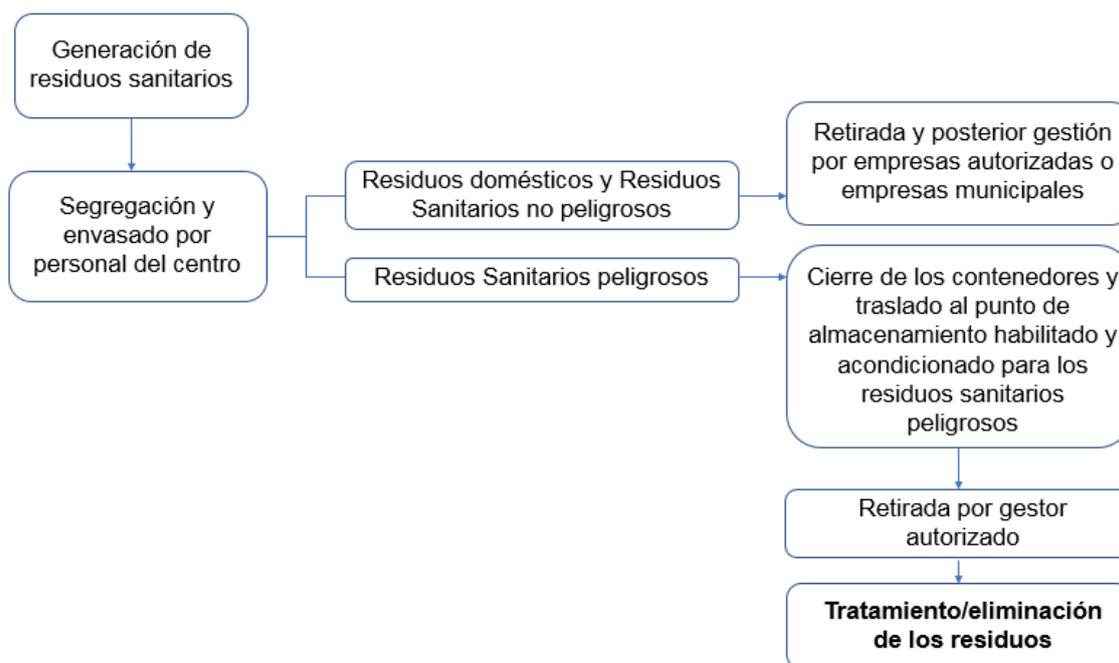


Figura 24. Esquema resumen de la gestión de residuos sanitarios. [28]

Dichos residuos se someten normalmente a un proceso de incineración, ya que es una de las formas más fáciles de descontaminación. No obstante, existen otros métodos como pueden ser el tratamiento con microondas, irradiación, autoclave, desinfección química, esterilización con gas o la inactivación química. Como es obvio, la utilización de una u otra tecnología depende de aspectos como el coste, su impacto en el medio ambiente o la capacidad de las plantas de tratamiento [3], [7], [39]. Cuando sea posible, se deberá priorizar aquellos tratamientos que no impliquen una combustión, evitando así liberar contaminantes [19].

La incineración es el tratamiento al que se someten la gran mayoría de los desechos infecciosos, especialmente, en los países desarrollados. De hecho, es el método recomendado en las pautas de la OMS [18] y el predominante en Europa [39]. Esta técnica consiste en un tratamiento térmico a muy alta temperatura, entre 900 y 1200 °C según recomendaciones de la OMS [48], para así convertir los residuos en cenizas; estas se entierran posteriormente en un vertedero [49], tratándolas ya como residuos no peligrosos [7]. La principal ventaja no es solo que se asegura la esterilización, sino también que se reduce el volumen de los residuos en un 70 u 80

por ciento, los costes de transporte al vertedero y el impacto ambiental que genera la cada vez más creciente acumulación de residuos [40], [49]. Sin embargo, durante el proceso se liberan multitud de partículas nocivas y toxinas a la atmósfera, lo cual es una desventaja a tener en cuenta. Las dioxinas¹⁴, furanos¹⁵ y el mercurio¹⁶ son algunas de las toxinas que se emiten y más preocupan [7], [39], [40]. De hecho, al menos un 3 por ciento de las emisiones de mercurio a causa de la actividad humana se debe a la incineración de residuos, peligrosos y no peligrosos [40].

En cuanto a la normativa, existe una directiva desarrollada por la Unión Europea: *Directiva 2010/75/UE* de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales que regula este tipo de instalaciones y además fija valores límites de emisión, esta se transpone al ámbito estatal mediante el *Real Decreto 814/2013*. También hay un reglamento sobre contaminantes orgánicos persistentes: *Reglamento (CE) 850/2004*. [49]

La principal alternativa a la incineración, es el autoclave, mediante el cual los desechos infecciosos son tratados con vapor o calor seco a una presión y temperatura determinadas y durante cierto tiempo, logrando así la desinfección [19], [40]. Los residuos tras este tratamiento se pueden tratar como material no infeccioso y la ventaja es que no se liberan contaminantes en el proceso. No obstante, presenta también inconvenientes; el primero de ellos es que no cambia el aspecto de los residuos, pareciendo que se traslada a vertedero material médico sin tratar; por eso, en ocasiones se incineran después del proceso de autoclave dando lugar a un doble tratamiento que incrementa el coste y además tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Otro de los inconvenientes es que no se reduce el volumen de residuos que debe trasladarse a vertedero [40].



Figura 25. Autoclave para residuos hospitalarios [50]

¹⁴ Son compuestos orgánicos persistentes conocidos por ser altamente cancerígenos y provocar daños que afectan a la reproducción en humanos [40].

¹⁵ Presentan una estructura similar a las dioxinas y poseen propiedades tóxicas semejantes [40].

¹⁶ Capaz de entrar al cuerpo a través de los pulmones y es capaz de provocar daños en el sistema nervioso, reproductivo y excretor [40].

Una variante del método anterior es el tratamiento con microondas, donde se usa energía radiante para conseguir la desinfección. Es importante que no se incluyan químicos peligrosos ya que podrían liberarse contaminantes, ni metales, pues las microondas al impactar con estos podrían provocar chispas [19], [40]. Además, según algunos estudios, este método no es suficiente para la esterilización [51].

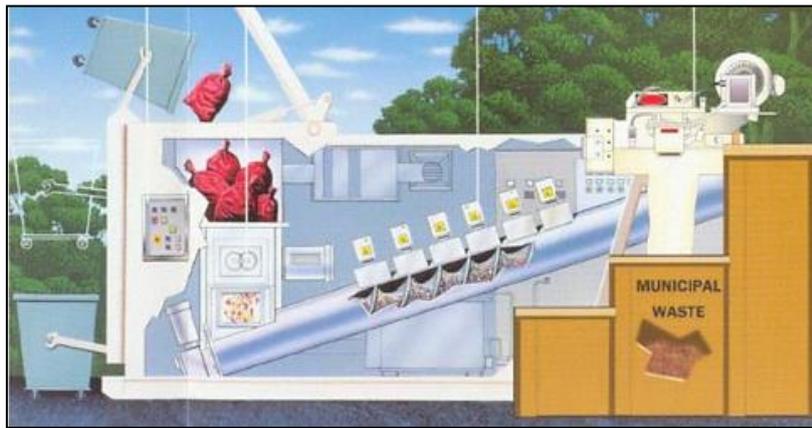


Figura 26. Sistema de microondas continuo [19]

También existe el tratamiento químico, pero es más apropiado para pequeñas cantidades o desechos líquidos. A pequeña escala, destaca el encapsulamiento o compuestos solidificantes para agujas, sangre u otros fluidos [19].

En el caso de países en desarrollo o con menos recursos y en situaciones de emergencia como la que se ha vivido en los últimos meses respecto al COVID-19, a menudo lo que se lleva a cabo es el enterramiento de estos residuos infecciosos en fosas (Figura 27) [3], [39].

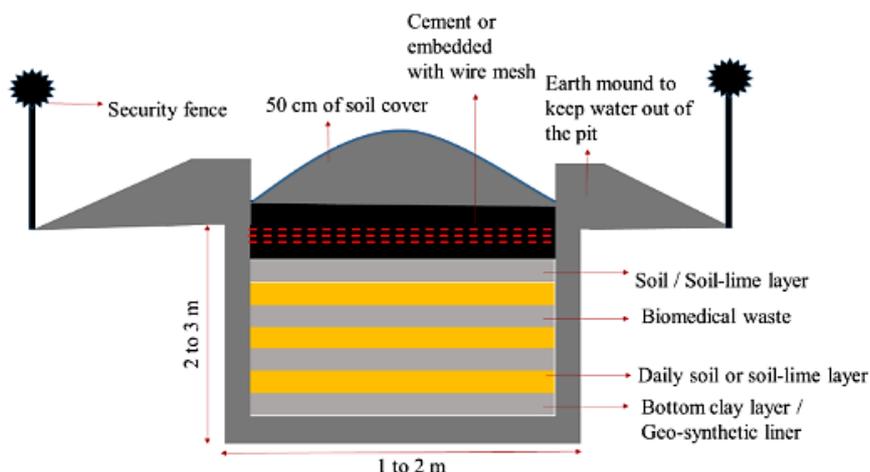


Figura 27. Fosa para enterrar desechos sanitarios en situaciones de emergencia. [3]

Una vez se depositan los desechos en la fosa, esta se rellena con tierra y se cubre con cemento o una malla de alambre. Es importante que se señalice correctamente y no se encuentre al alcance de personas o animales. Por supuesto, es una práctica que únicamente se lleva a cabo como último recurso y cuando la generación de residuos supera la capacidad de incineración [3].

En resumen, la incineración es el método al que más se recurre, lo cual ha dado lugar a que investigadores sugieran que el equipo médico se produzca con materiales que al ser incinerados no liberen partículas tóxicas. Se ha demostrado que los materiales que contienen policloruro de vinilo (PVC) son la principal causa de las emisiones de dioxinas durante la incineración. Por eso, los fabricantes de equipos médicos deberían hacer un esfuerzo para reducir o incluso eliminar este compuesto de sus productos [40]. También, si se recurre a un recuperador de calor, la energía química contenida en los plásticos se puede recuperar con otros fines [7].

Además, es importante que los desechos se clasifiquen correctamente en el centro hospitalario ya que hay estudios que concuerdan en que un alto porcentaje de los desechos infecciosos está compuesto por residuos que no lo son y han sido erróneamente mezclados. Esto genera un volumen de residuos peligrosos mucho mayor y consecuentemente, mayor coste [40].

La siguiente figura es un resumen del manejo y destino final de los residuos sanitarios, los cuales están compuestos mayoritariamente por plásticos.

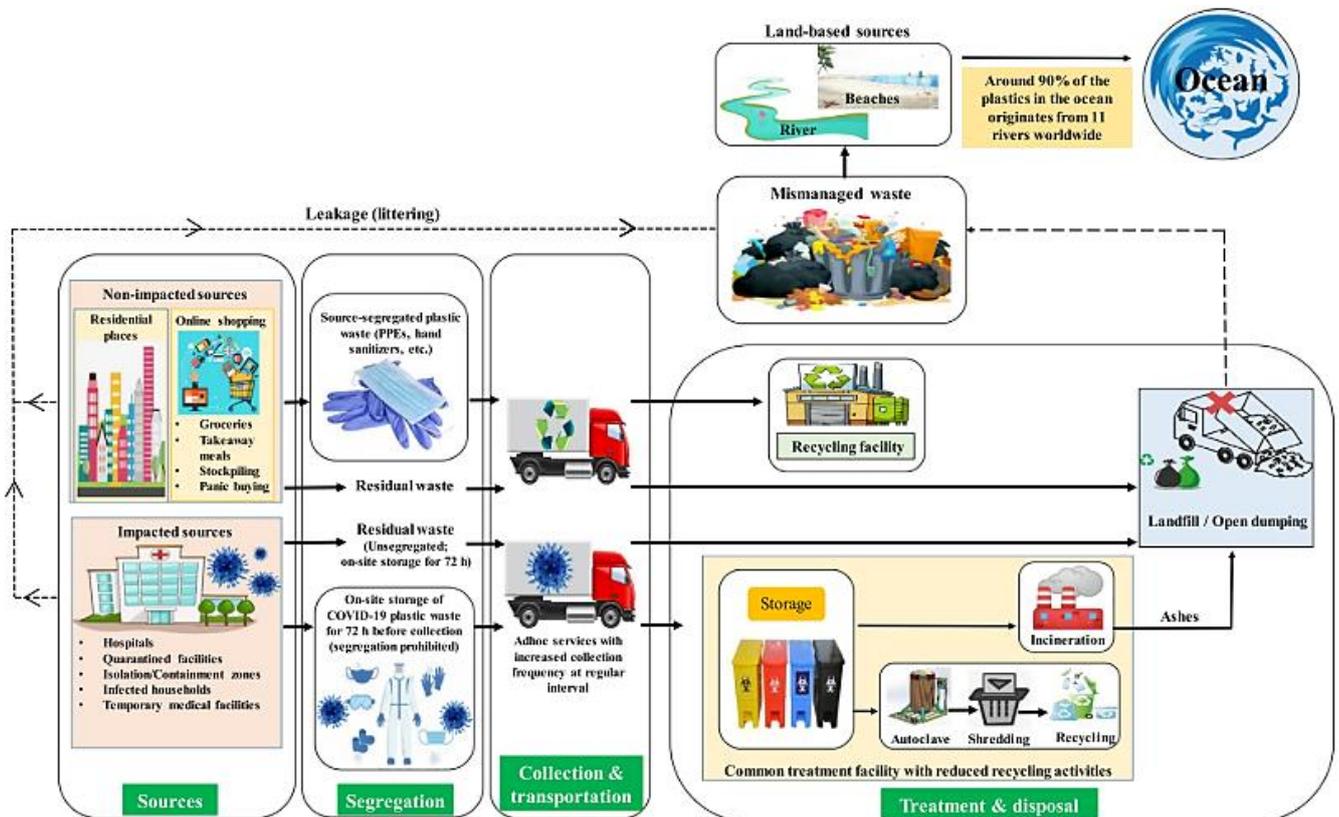


Figura 28. Manejo de los residuos durante la pandemia del COVID-19. [39]

11. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Como ya se ha comentado en la introducción, en la situación actual, los productos de plástico de un solo uso han resultado indispensables para la protección contra el virus [52]. Cada día, se genera un gran número de residuos plásticos como guantes, botellas de gel desinfectante, embalajes, tests médicos y por supuesto, mascarillas. Su uso se ha convertido en una obligación con el fin de reducir la transmisión del virus, pero ha dado lugar a la generación de cientos de toneladas de microplásticos y a un importante problema de contaminación [9], [52], [53].



Figura 29. Mascarilla N95 y quirúrgica, respectivamente.

Según S. Akber Abbasi *et al* [53], “en una sola mascarilla N95 y en una mascarilla quirúrgica desechable, hay aproximadamente 11 y 4,5 g de polipropileno y otros derivados de los plásticos como polietileno, poliuretano, poliestireno, policarbonato y poliacrilonitrilo; respectivamente”. Por factores como las altas temperaturas, cambios en el pH o la exposición a los rayos UV, fracciones de los polímeros termoplásticos se desintegran en partículas más pequeñas dando lugar a microplásticos (Figura 30). El polipropileno, por ejemplo, el material mayoritario de las mascarillas quirúrgicas [9], posee propiedades como alto peso molecular, resistencia, propiedades hidrofóbicas y elevada rugosidad superficial, lo que hace que su degradación completa no sea posible y consecuentemente, permanezca en el medio ambiente, especialmente en el mar, en forma de nanoplásticos y microplásticos [52], [53].

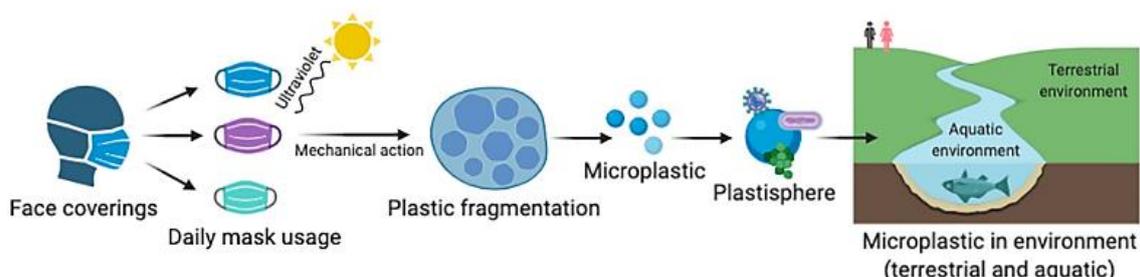


Figura 30. Microplásticos generados a causa de las mascarillas [53]

Se espera que el porcentaje de estos microplásticos aumente en los próximos años debido al elevado uso de las mascarillas durante esta pandemia [53].

Además, según K. Selvaranjan *et al.* [9], referenciando a T. Liebsch [54], “El procesado del propileno, pequeñas tiras de aluminio y del polipropileno para la producción de mascarillas N95 y quirúrgicas contribuye a una cantidad significativa de emisiones de CO₂ al medio ambiente”. De hecho, sin tener en cuenta el transporte, la producción de una sola mascarilla N95, fabricada con PP¹⁷, goma y aluminio, libera 50 g CO₂eq [55], lo cual tiene un gran impacto en la atmósfera teniendo en cuenta los millones de mascarillas que se producen actualmente [9]. 3,4 miles de millones de mascarillas se desechan cada día según una estimación de N. U. Benson *et al.* [52].

Un estudio llevado a cabo en Reino Unido por C. Rizan *et al.* [56] para cuantificar el impacto medioambiental de los EPIs durante la pandemia del COVID-19 llegó a los siguientes resultados en cuando a la huella de carbono¹⁸ (Figura 31):

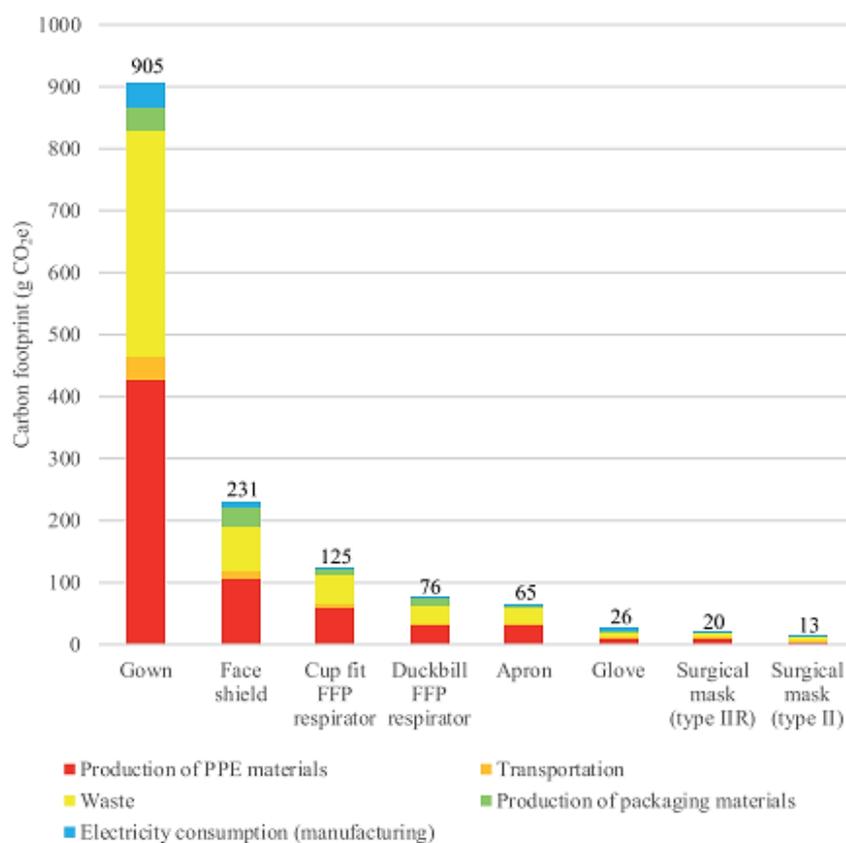


Figura 31. Huella de carbono de los EPI. [56]

¹⁷ Polipropileno

¹⁸ Se entiende por huella de carbono a la estimación de las emisiones, tanto directas como indirectas, de los gases de efecto invernadero asociadas a un determinado producto o servicio, por ejemplo, a la eliminación de desechos [57].

Según esta gráfica, las batas son los artículos que presentan un mayor impacto y las mascarillas quirúrgicas, los que menos. En todos ellos, la mayor contribución a la huella de carbono viene dada por la producción de los materiales, seguida de los residuos que genera su utilización.

Según mencionado artículo [56], *“la huella de carbono a consecuencia del suministro de EPIs a centros sanitarios en Inglaterra entre el 25 de febrero y el 23 de agosto de 2020 fue de 106 478 toneladas CO₂eq. [...] Por día, esto es igual que 591 toneladas CO₂eq, que equivale aproximadamente a 244 vuelos de vuelta desde Londres a Nueva York”*. Para mitigar los efectos negativos, se analizan distintas estrategias: la primera de ellas, sería manufacturar los artículos de protección personal en Reino Unido, lugar donde se lleva a cabo el estudio, eliminando así el transporte desde el extranjero y usando la electricidad local (que posee un porcentaje mayor de renovables que el resto de países considerados en los cálculos inicialmente). Esto se traduciría en una reducción de la huella de carbono en un 12% durante los seis meses del período de estudio. También si se eliminara el uso de guantes, se promoviera la reutilización de batas y se maximizara el reciclaje, se podría llegar a una disminución del 75% de las emisiones de CO₂, siempre y cuando no se comprometa la seguridad y salud de los trabajadores y pacientes [56]. En la Figura 32 se representa gráficamente lo dicho.

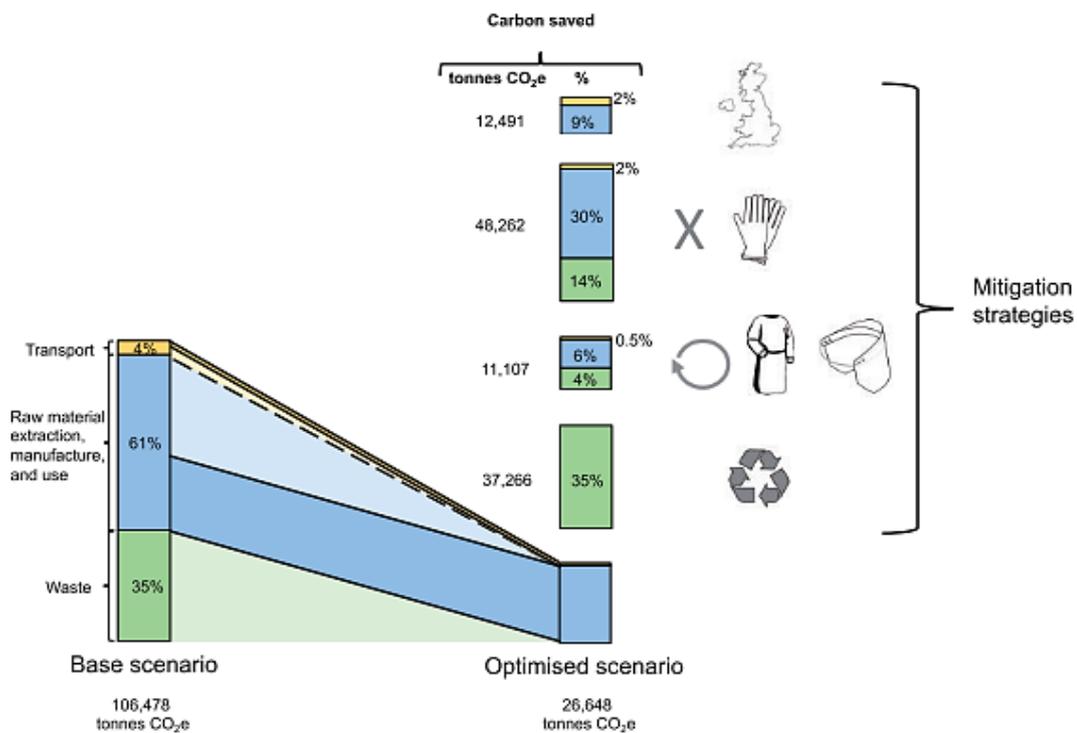


Figura 32. Disminución de la huella de carbono de los EPIs. [56]

No obstante, se sabe que no es posible un reciclaje total ni en muchos casos la reutilización de material; por eso, se debe clasificar y desechar correctamente los residuos para que se sometan al tratamiento de eliminación o reciclado adecuado y la huella de carbono sea la mínima posible [56], [57].

Según otro estudio llevado a cabo también por C. Rizan *et al.* [57], en el cual se estiman las huellas de carbono para los distintos flujos de desechos sanitarios, se concluye que la incineración a alta temperatura ($T \geq 1100$ °C) es la más costosa, no solo económicamente sino también desde un punto de vista medioambiental pues es la que genera más emisiones. Por este motivo, se dice que este método se debe reservar para restos anatómicos, infecciosos o los cortopunzantes. Otra opción que se propone para los residuos infecciosos es la descontaminación previa de estos, por ejemplo, mediante autoclave y un tratamiento posterior para así tratarlos como residuos no peligrosos. De esta forma, la huella de carbono es un 53% de la mencionada incineración a alta temperatura. El tratamiento posterior puede ser triturado o incineración a baja temperatura, entre otros [57]. En la siguiente figura se aprecian los resultados comentados:

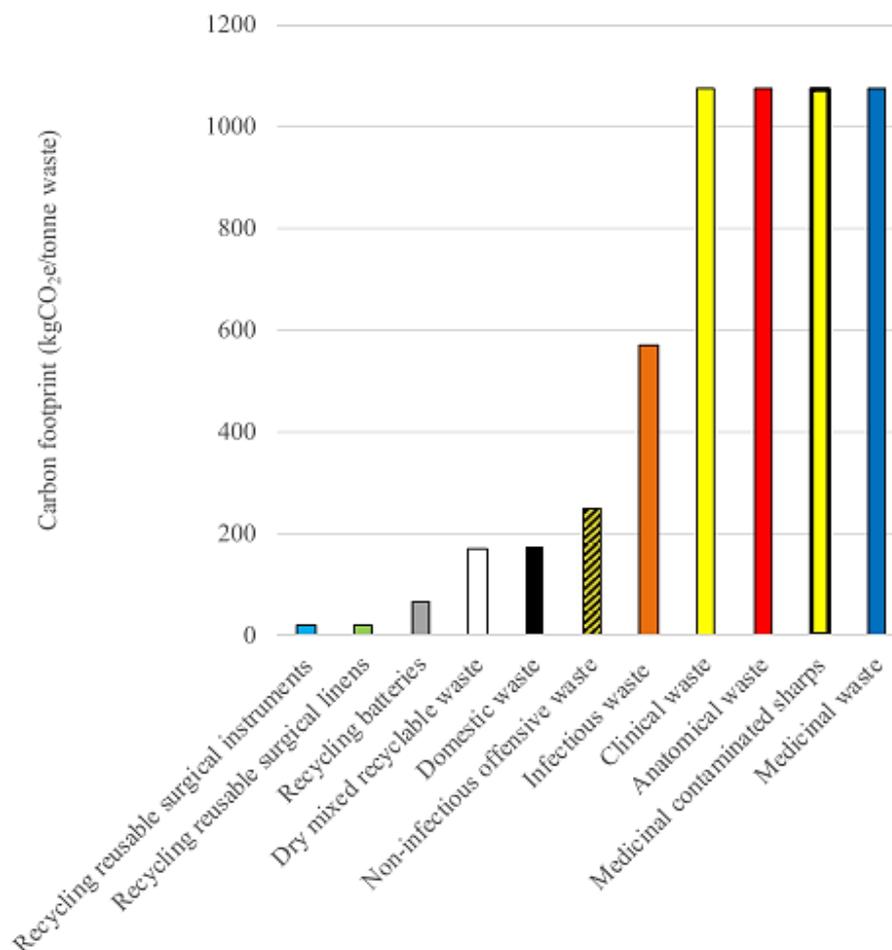


Figura 33. Comparativa de la huella de carbono entre distintos tipos de desechos hospitalarios. [57]

Las agujas contaminadas fueron eliminadas a través de incineración a alta temperatura, y los desechos infecciosos, mediante autoclave seguido de incineración a baja temperatura. Usualmente, este proceso puede incorporar recuperación de energía o material (cenizas o escoria metálica) [57].

Más estudios sobre planes de respuesta efectivos ante situaciones como la crisis del COVID-19 son necesarios, en ellos, se debe minimizar el consumo de energía para disminuir el impacto medioambiental, especialmente en hospitales y en la clasificación y manejo de los residuos médicos [55]. Más aún sabiendo que grandes volúmenes de mascarillas y otros artículos de protección van a seguir presentando una fuerte demanda [56].

12. CONCLUSIONES

El elevado volumen de residuos, tanto peligrosos como urbanos, que se genera diariamente a consecuencia del COVID-19 supone un reto para la sociedad y las empresas del sector. Resulta evidente la importancia de una correcta gestión de dichos residuos y el impacto negativo, tanto para la salud como para el medio ambiente, que supone no hacerlo adecuadamente.

A lo largo de este trabajo se ha analizado la normativa, artículos y publicaciones referentes a la gestión de residuos sólidos infecciosos.

El ADR ha sido el principal documento que se ha seguido, y en base a este se ha elegido un envase/embalaje para contener los desechos infecciosos generados en centros sanitarios y los aspectos relacionados con el transporte y documentación necesaria.

La selección del material del envase se ha realizado recurriendo al software *Granta Design* y, tratando de elegir la opción más sostenible y con una huella de carbono menor, el polietileno de alta densidad ha sido la elección final.

En cuanto a la normativa, las competencias relativas a la gestión de residuos recaen sobre las comunidades autónomas. Cada autonomía posee libertad para elaborar su propio plan de residuos. A consecuencia de esto, no existe un criterio único y, por tanto, hay diferencias significativas entre una región y otra. En la Región de Murcia en concreto, el plan de residuos actual ni siquiera hace una mención especial a los residuos sanitarios. Es importante que se elabore cuanto antes una norma o guía de carácter nacional que regule la nomenclatura, clasificación y otros aspectos relacionados con la gestión de residuos sanitarios y de esta manera unificar los criterios entre comunidades.

Finalmente, también se han examinado algunos de los tratamientos de eliminación más comunes para este tipo de residuos y cuál es su impacto en el medio ambiente.

13. REFERENCIAS

- [1] G. Kampf, D. Todt, S. Pfaender, y E. Steinmann, «Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents», *J. Hosp. Infect.*, vol. 104, n.º 3, pp. 246-251, 2020, doi: 10.1016/j.jhin.2020.01.022.
- [2] World Health Organization, «Coronavirus disease (COVID-19) pandemic», 2021. Accedido: jun. 14, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://covid19.who.int/>.
- [3] H. B. Sharma *et al.*, «Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic», *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 162, nov. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105052.
- [4] B. Gardiner, «Pollution made COVID-19 worse. Now, lockdowns are clearing the air.», *National Geographic*, abr. 08, 2020.
- [5] T. Rume y S. M. D. U. Islam, «Environmental effects of COVID-19 pandemic and potential strategies of sustainability», *Heliyon*, vol. 6, n.º 9, p. e04965, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04965.
- [6] M. A. Zambrano-Monserrate, M. A. Ruano, y L. Sanchez-Alcalde, «Indirect effects of COVID-19 on the environment», *Sci. Total Environ.*, vol. 728, ago. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138813.
- [7] J. J. Klemes, Y. Van Fan, R. R. Tan, y P. Jiang, «Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 127, p. 109883, 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.109883.
- [8] M. Usman y Y. S. Ho, «COVID-19 and the emerging research trends in environmental studies: a bibliometric evaluation», *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-13098-z.
- [9] K. Selvaranjan, S. Navaratnam, P. Rajeev, y N. Ravintherakumaran, «Environmental challenges induced by extensive use of face masks during COVID-19: A review and potential solutions», *Environ. Challenges*, vol. 3, n.º November 2020, p. 100039, 2021, doi: 10.1016/j.envc.2021.100039.
- [10] UNEP, «Waste management an essential public service in the fight to beat COVID-19», *The United Nations Environment Programme (UNEP) y The Basel Convention*, 2020. <http://www.basel.int/Implementation/PublicAwareness/PressReleases/WastemanagementandCOVID19/tabid/8376/Default.aspx> (accedido mar. 30, 2021).
- [11] World Health Organization, «Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions», jul. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-SARS-CoV-2-implications-for-infection-prevention-precautions>.
- [12] N. van Doremalen *et al.*, «Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1», *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, n.º 16, pp. 1564-1567, abr. 2020, doi: 10.1056/nejmc2004973.

- [13] D. K. Milton, «A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols», *J. Pediatric Infect. Dis. Soc.*, vol. 9, n.º 4, pp. 413-415, sep. 2020, doi: 10.1093/jpids/piaa079.
- [14] «Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones.», 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.msrebs.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf.
- [15] H. Yu, X. Sun, W. D. Solvang, y X. Zhao, «Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreak: Insights from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Wuhan», *SSRN Electron. J.*, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3538063.
- [16] P. F. Rupani, M. Nilashi, R. A. Abumalloh, S. Asadi, S. Samad, y S. Wang, «Coronavirus pandemic (COVID-19) and its natural environmental impacts», *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 17, n.º 11, pp. 4655-4666, 2020, doi: 10.1007/s13762-020-02910-x.
- [17] World Health Organization, *Safe management of wastes from health-care activities, 2nd ed.* 2014.
- [18] World Health Organization, «Interim guidance April 2020: Water, sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus», 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-WASH-2020.4>.
- [19] United Nations y Basel Convention, «Revised draft factsheets on specific waste streams», en *Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, Thirteenth meeting, 2017*, n.º April, pp. 1-40, [En línea]. Disponible en: <http://www.basel.int/Default.aspx?tabid=5843>.
- [20] Convenio de Basilea y PNUMA, *Directrices técnicas sobre el manejo ambientalmente racional de los desechos biomédicos y sanitarios.* 2003.
- [21] A. Lucas, «La empresa de recogida de residuos de los centros de salud, “desbordada”», *La Opinión de Murcia*, 2020.
- [22] Comunicación de la Comisión 2018/C 124/01, «Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos», 2018. [En línea]. Disponible en: <http://ec.europa>.
- [23] *Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR 2021).* 2021.
- [24] World Health Organization, «Guidance on regulations for the transport of infectious substances 2021-2022», 2021, p. 47, Accedido: abr. 19, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339825?locale-attribute=es&>.
- [25] *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.* .

- [26] Ministerio de Asuntos Exteriores y Unión Europea, *Acuerdo Multilateral M317 en virtud de la sección 1. 5. del ADR, relativo al transporte de desechos médicos sólidos o clínicos, Categoría A, hecho en Madrid el 23 de marzo de 2020.*
- [27] World Health Organization, «Laboratory biosafety guidance related to coronavirus disease (COVID-19)», 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/laboratory-biosafety-novel-coronavirus-version-1-1.pdf?sfvrsn=912a9847_2.
- [28] Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, «Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR). 2016-2022». Consultado: may 10, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.miteco.gov.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm30-170428.pdf.
- [29] Jefatura del Estado, *Ley Orgánica 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*, vol. 181. 2011, pp. 1-52.
- [30] Comisión Europea, *Reglamento (UE) nº 1357/2014, de 18 de diciembre de 2014 por el que se sustituye el Anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas*. 2014.
- [31] Comisión Europea, *Decisión de la Comisión 2014/955/UE de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. 2014.
- [32] Comisión Europea, *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*. 2008, p. 28 pags.
- [33] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 372: Tratamiento de residuos sanitarios», 1995. Consultado: abr. 29, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_372.pdf/e756793c-413f-450a-88a8-24c9d3cae076.
- [34] «Plan de Residuos de la Región de Murcia 2016-2020». [En línea]. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=53799&IDTIPO=100&RASTRO=c507\\$m1463](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=53799&IDTIPO=100&RASTRO=c507$m1463).
- [35] «Prórroga y adaptación hasta 2022 de la vigencia temporal del Plan de Residuos de la Región de Murcia 2016-2020». [En línea]. Disponible en: [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=53799&IDTIPO=100&RASTRO=c507\\$m1463](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=53799&IDTIPO=100&RASTRO=c507$m1463).
- [36] «CARM.es - Gestión de residuos y COVID-19». [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=68259&IDTIPO=100&RASTRO=c670\\$m](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=68259&IDTIPO=100&RASTRO=c670$m) (consultado may 03, 2021).

- [37] BOE, *Orden SND/271/2020, de 19 de marzo, por la que se establecen instrucciones sobre gestión de residuos en la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19*. 2020, p. 4.
- [38] E. Insa, M. Zamorano, y R. López, «Critical review of medical waste legislation in Spain», *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 54, n.º 12, pp. 1048-1059, 2010, doi: 10.1016/j.resconrec.2010.06.005.
- [39] N. Parashar y S. Hait, «Plastics in the time of COVID-19 pandemic: Protector or polluter?», *Sci. Total Environ.*, vol. 759, p. 144274, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144274.
- [40] E. S. Windfeld y M. S. L. Brooks, «Medical waste management - A review», *J. Environ. Manage.*, vol. 163, pp. 98-108, 2015, doi: 10.1016/j.jenvman.2015.08.013.
- [41] Hospital La Fe - Departament de Salut, «Segregación de residuos». [En línea]. Disponible en: http://www.lafe.san.gva.es/c/document_library/get_file?uuid=92d0fd13-eff5-4993-b781-43824e8e6d4e&groupId=18.
- [42] Servivio Andaluz de Salud y Hospital Universitario Reina Sofía, «MODULO III-RESIDUOS». Accedido: may 14, 2021. [En línea]. Disponible en: http://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/hrs3/fileadmin/user_upload/area_servicios_generales/gestion_medioambiental/curso/mod_3_residuos.pdf.
- [43] B. Blanco Burguillo y Hospital Universitario Ramón y Cajal, «GESTION DE RESIDUOS HOSPITALARIOS EFICIENTE». Accedido: may 20, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://portal.coim.es/uploads/files/e7992cac1c4195e037f8b05fc3b09e41c58d3a29.pdf>.
- [44] «EuroPlásticos Expósito». <http://www.europlasticosexposito.com/> (accedido may 20, 2021).
- [45] REYVAL AMBIENT S.L., «Curso Gestión de residuos Universidad de Murcia». [En línea]. Disponible en: <https://www.um.es/documents/14554/3773924/Clasificación%2C contenedores+y+etiquetado.pdf/38a76570-827d-400e-aaaa-159b73619c29>.
- [46] R. Moreno y R. Saiz, «AIDIMME homologa los embalajes para contener los residuos del Covid-19 procedentes de centros sanitarios», *ACTUALIDAD AIDIMME*. <https://actualidad.aidimme.es/2020/04/21/aidimme-homologa-embalajes-contener-residuos-covid-19-centros-sanitarios/> (accedido may 22, 2021).
- [47] «Servicio de gestión integral de residuos hospitalarios peligrosos en el Hospital General Universitario “Santa Lucía”, de Cartagena.», 2016. Accedido: may 27, 2021. [En línea]. Disponible en: https://transparencia.carm.es/wres/transparencia/doc/Consejo_Gobierno/2016-09-28/punto_12_residuos_hospitalarios_Santa_Lucia.pdf.

- [48] WHO, «Treatment and disposal technologies for health-care waste», *Safe Manag. wastes from Heal. Act.*, pp. 77-112, 2002, [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/077to112.pdf?ua=1.
- [49] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, «Incineración y coincineración». https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/incineracion_coincineracion.aspx.
- [50] W. Hernan, «Autoclave Residuos Hospitalarios», *Youtube*, 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=62GxLwtfokc> (accedido jun. 15, 2021).
- [51] B. K. Lee, M. J. Ellenbecker, y R. Moure-Ersaso, «Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes», *Waste Manag.*, vol. 24, n.º 2, pp. 143-151, 2004, doi: 10.1016/j.wasman.2003.10.008.
- [52] N. U. Benson, D. E. Bassegy, y T. Palanisami, «COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint», *Heliyon*, vol. 7, n.º 2, p. e06343, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06343.
- [53] S. Akber Abbasi, A. B. Khalil, y M. Arslan, «Extensive use of face masks during COVID-19 pandemic: (micro-)plastic pollution and potential health concerns in the Arabian Peninsula», *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 27, n.º 12, pp. 3181-3186, 2020, doi: 10.1016/j.sjbs.2020.09.054.
- [54] T. Liebsch, «The rise of the face mask: What's the environmental impact of 17 million N95 masks.», 2020.
- [55] J. J. Klemeš, Y. Van Fan, y P. Jiang, «The energy and environmental footprints of COVID-19 fighting measures – PPE, disinfection, supply chains», *Energy*, vol. 211, n.º x, 2020, doi: 10.1016/j.energy.2020.118701.
- [56] C. Rizan, M. Reed, y M. F. Bhutta, «Environmental impact of personal protective equipment distributed for use by health and social care services in England in the first six months of the COVID-19 pandemic», *J. R. Soc. Med.*, vol. 114, n.º 5, pp. 250-263, 2021, doi: 10.1177/01410768211001583.
- [57] C. Rizan, M. F. Bhutta, M. Reed, y R. Lillywhite, «The carbon footprint of waste streams in a UK hospital», *J. Clean. Prod.*, vol. 286, p. 125446, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125446.

ANEXO I

N° ONU	Nombre y descripción	Clase	Código de clasificación	Grupo de embalaje	Etiquetas	Disposiciones especiales	Cantidades limitadas y exceptuadas		Embalaje		
									Instrucciones de embalaje	Disposiciones especiales de embalaje	Disposiciones para el embalaje en común
	3.1.2	2.2	2.2	2.1.1.3	5.2.2	3.3	3,4	3.5.1.2	4.1.4	4.1.4	4.1.10
(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)	(8)	(9a)	(9b)
3287	LÍQUIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T4	I	6.1	274 315	0	E5	P001		MP8 MP17
3287	LÍQUIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T4	II	6.1	274	100 ml	E4	P001 IBC02		MP15
3287	LÍQUIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T4	III	6.1	274	5 L	E1	P001 IBC03 LP01 R001		MP19
3288	SÓLIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T5	I	6.1	274	0	E5	P002 IBC07		MP18
3288	SÓLIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T5	II	6.1	274	500 g	E4	P002 IBC08	B4	MP10
3288	SÓLIDO TÓXICO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	T5	III	6.1	274	5 kg	E1	P002 IBC08 LP02 R001	B3	MP10
3289	LÍQUIDO TÓXICO, CORROSIVO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	TC3	I	6.1 +8	274 315	0	E5	P001		MP8 MP17
3289	LÍQUIDO TÓXICO, CORROSIVO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	TC3	II	6.1 +8	274	100 ml	E4	P001 IBC02		MP15
3290	SÓLIDO TÓXICO, CORROSIVO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	TC4	I	6.1 +8	274	0	E5	P002 IBC05		MP18
3290	SÓLIDO TÓXICO, CORROSIVO, INORGÁNICO, N.E.P.	6.1	TC4	II	6.1 +8	274	500 g	E4	P002 IBC06		MP10
3291	DESECHOS CLÍNICOS, N.E.P. o DESECHOS (BIO)MÉDICOS, N.E.P. o DESECHOS MÉDICOS REGULADOS, N.E.P.	6.2	I3		6.2	565	0	E0	P621 IBC620 LP621		MP6
3291	DESECHOS CLÍNICOS, N.E.P. o DESECHOS (BIO)MÉDICOS, N.E.P. o DESECHOS MÉDICOS REGULADOS, N.E.P., en hidrógeno líquido refrigerado	6.2	I3		6.2 +2.2	565	0	E0	P621 IBC620 LP621		MP6

Nº ONU	Cisternas portátiles y contenedores para granel		Cisternas ADR	Disposiciones especiales	Vehículos para transporte en cisternas	Categoría de transporte (Código de restricción en túneles)	Disposiciones especiales de transporte		Carga, descarga y manipulado	Explotación	Número de identificación de peligro
	Instrucciones de transporte	Disposiciones especiales	Código cisterna				Bultos	Granel			
	4.2.5.2 7.3.2	4.2.5.3	4.3	4.3.5, 6.8.4	9.1.1.2	1.1.3.6 (8.6)	7.2.4	7.3.3	7.5.11	8.5	5.3.2.3
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
3287	T14	TP2 TP27	L10CH	TU14 TU15 TE19 TE21	AT	1 (C/E)			CV1 CV13 CV28	S9 S14	66
3287	T11	TP2 TP27	L4BH	TU15 TE19	AT	2 (D/E)			CV13 CV28	S9 S19	60
3287	T7	TP1 TP28	L4BH	TU15 TE19	AT	2 (E)	V12		CV13 CV28	S9	60
3288	T6	TP33	S10AH L10CH	TU14 TU15 TE19 TE21	AT	1 (C/E)	V10		CV1 CV13 CV28	S9 S14	66
3288	T3	TP33	SGAH L4BH	TU15 TE19	AT	2 (D/E)	V11		CV13 CV28	S9 S19	60
3288	T1	TP33	SGAH L4BH	TU15 TE19	AT	2 (E)		VC1 VC2 AP7	CV13 CV28	S9	60
3289	T14	TP2 TP27	L10CH	TU14 TU15 TE19 TE21	AT	1 (C/E)			CV1 CV13 CV28	S9 S14	668
3289	T11	TP2 TP27	L4BH	TU15 TE19	AT	2 (D/E)			CV13 CV28	S9 S19	68
3290	T6	TP33	S10AH L10CH	TU15 TE19	AT	1 (C/E)	V10		CV1 CV13 CV28	S9 S14	668
3290	T3	TP33	SGAH L4BH	TU15 TE19	AT	2 (D/E)	V11		CV13 CV28	S9 S19	68
3291	BK2		S4AH L4BH	TU15 TE19	AT	2 (-)	V1	VC3	CV13 CV25 CV28	S3	606
3291						2 (-)	V1		CV13 CV25 CV28	S3	

ANEXO II

MGI.19



Regulación normativa

Descripción:

Redacción y publicación de normativa que regule aspectos necesarios de la recogida separada de los residuos industriales y comerciales.

Elaboración de una instrucción técnica sobre residuos sanitarios que puede trasladarse a regulación normativa de la Comunidad autónoma.

Operación:

Genérica

Tipo de medida:

Desarrollo normativo

Objetivos relacionados:

OGI.01

Indicador de ejecución:

- Elaboración de normativa reguladora.
- Nº de normativas publicadas.
- Instrucción técnica elaborada.

Responsables:

- Administración autonómica.

Cronograma de ejecución / aplicación:

Anterior 2015	2016	2017	2018	2019	2020
		X	X	X	X

ANEXO III



MINISTERIO PARA
LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO
AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL

**Instrucción sobre gestión de residuos hospitalarios y COVID-19
17.03.2020**

Gestión de los residuos procedentes de hospitales, ambulancias, centros de salud, laboratorios, y derivados de la desinfección de instalaciones, etc. en contacto con COVID 19.

En relación con la gestión de los residuos en contacto con COVID19 procedentes de hospitales, centros de salud, derivados de la desinfección de instalaciones, etc., como guantes, mascarillas, batas, etc., se considerarán como residuos infecciosos y se gestionarán como tales, según lo dispuesto para los mismos en la regulación autonómica sobre residuos sanitarios, como viene haciéndose habitualmente para este tipo de residuos.

Se deberá maximizar el llenado de los contenedores disponibles en estos centros para cada uno de los tipos de residuos generados, evitando entregarlos a los gestores autorizados sin optimizar su capacidad, de forma que se logre así una gestión lo más eficiente posible.

Así mismo, las autoridades competentes podrán requerir el trabajo coordinado de las empresas de gestión de estos residuos para cubrir las necesidades de estos centros, así como la puesta a disposición de naves o terrenos de terceros para el almacenamiento de contenedores cuando los gestores encuentren dificultades de gestión debido a la acumulación de los mismos.

En caso de que fuera necesario, se requerirá a las instalaciones industriales de fabricación de cemento autorizadas para coincinerar residuos, la incineración de estos residuos.

ANEXO IV

P621	INSTRUCCIÓN DE EMBALAJE	P621
Esta instrucción se aplica al N° ONU 3291.		
Los envases/embalajes siguientes están autorizados si satisfacen las disposiciones generales de las secciones 4.1.1 , con excepción del 4.1.1.15, y 4.1.3 :		
1) Siempre que haya una cantidad suficiente de materia absorbente para absorber la totalidad del líquido presente y que el embalaje sea por sí mismo apto para retener líquidos: Bidones (1A2, 1B2, 1N2, 1H2, 1D, 1G); Cajas (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2); Jerricanes (3A2, 3B2, 3H2). Los envases/embalajes deben satisfacer el nivel de pruebas del grupo de embalaje II para las materias sólidas.		
2) Para los bultos que contengan cantidades más importantes de líquido: Bidones (1A1, 1A2, 1B1, 1B2, 1N1, 1N2, 1H1, 1H2, 1D, 1G); Jerricanes (3A1, 3A2, 3B1, 3B2, 3H1, 3H2); Embalajes compuestos (6HA1, 6HB1, 6HG1, 6HH1, 6HD1, 6HA2, 6HB2, 6HC, 6HD2, 6HG2, 6HH2, 6PA1, 6PB1, 6PG1, 6PD1, 6PH1, 6PH2, 6PA2, 6PB2, 6PC, 6PG2 o 6PD2). Los envases/embalajes deben satisfacer el nivel de pruebas del grupo en embalaje II para los líquidos.		
Disposiciones suplementarias: Los envases/embalajes destinados a contener objetos cortantes o puntiagudos como cristales rotos y agujas, deben ser resistentes a perforaciones y retener los líquidos en condiciones de prueba del capítulo 6.1.		

IBC620	INSTRUCCIÓN DE EMBALAJE	IBC620
Esta instrucción de embalaje se aplica al N° ONU 3291.		
Los GRG/IBC siguientes están autorizados si satisfacen las disposiciones generales de las secciones 4.1.1 , a excepción del 4.1.1.15 , 4.1.2 y 4.1.3 : GRGIBC rígidos y estancos que satisfagan el nivel de prueba del grupo de embalaje II.		
Disposiciones suplementarias: 1. Los GRG/IBC deben contener material absorbente suficiente para absorber la cantidad total del líquido presente. 2. Los GRG/IBC deben poder retener los líquidos. 3. Los GRG/IBC que deben contener objetos cortantes o puntiagudos como vidrio roto y agujas, deberán ser resistentes a las perforaciones.		

LP621	INSTRUCCIÓN DE EMBALAJE	LP621
Esta instrucción se aplica al N° ONU 3291.		
Los grandes embalajes siguientes están autorizados si satisfacen las disposiciones generales de las secciones 4.1.1 y 4.1.3 :		
1) Para los residuos clínicos colocados en envases interiores: Grandes embalajes rígidos estancos conforme a las disposiciones del capítulo 6.6 para los sólidos, con nivel de prueba del grupo II, a condición de que disponga de material absorbente en cantidad suficiente para absorber la totalidad del líquido presente y que el gran embalaje tenga la capacidad de retener los líquidos. 2) Para los bultos que contengan grandes cantidades de líquido: Grandes embalajes rígidos conforme a las disposiciones del capítulo 6.6 del nivel de prueba del grupo de embalaje II para líquidos.		
Disposición suplementaria: Los grandes embalajes destinados a contener objetos cortantes o puntiagudos como vidrio roto y agujas deberán ser resistentes a las perforaciones y retener los líquidos conforme a las condiciones de prueba del capítulo 6.6.		

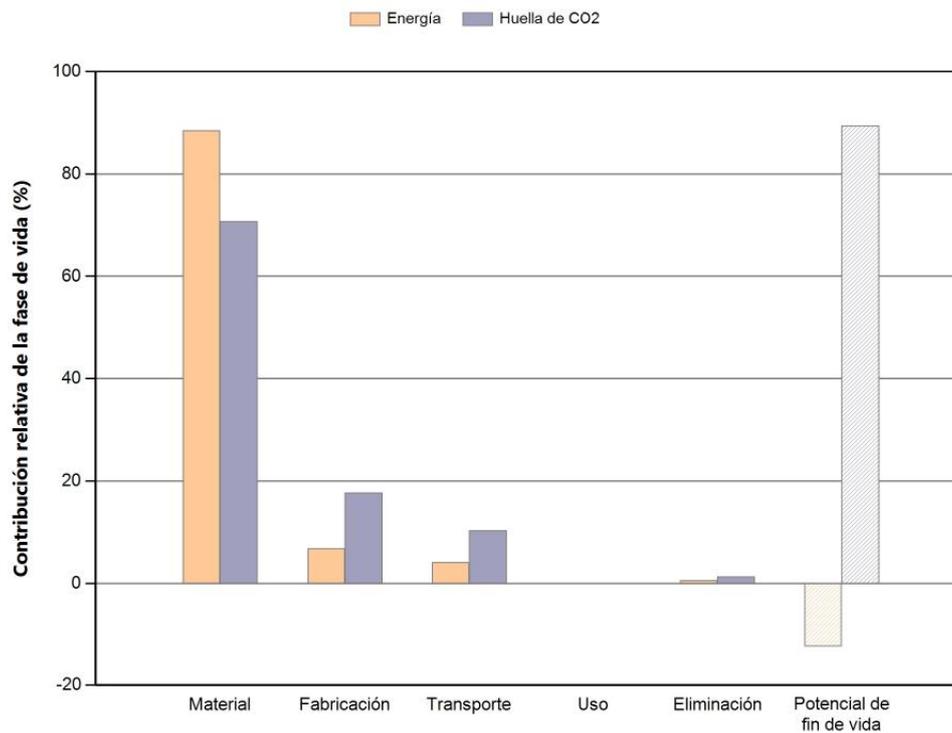
ANEXO V



Informe de Eco Audit

Nombre del producto: Envase HDPE; Extrusión, Incineración
País de uso: España
Vida del producto (años): 1

Resumen:



[Detalles energéticos](#)

[Detalles de la huella de carbono](#)

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	63,9	88,4	1,49	70,7
Fabricación	4,96	6,9	0,372	17,7
Transporte	3,01	4,2	0,217	10,3
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	0,4	0,6	0,028	1,3
Total (para primera vida)	72,3	100	2,1	100
Potencial de fin de vida	-9,02		1,88	

NOTA: Las diferencias de menos del 20% no suelen ser significativas.

[Ver notas sobre precisión y fuentes de datos.](#)

Página 1 / 5

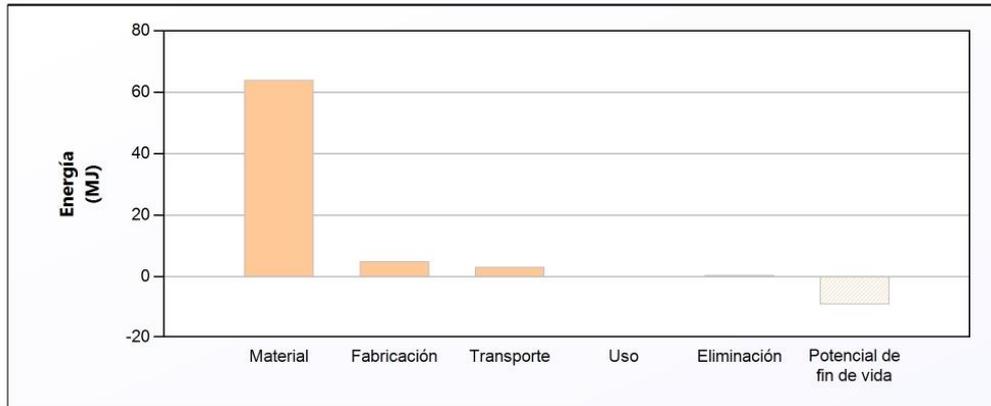
miércoles, 30 de junio de 2021



Informe de Eco Audit

Análisis de energía

[Resumen](#)



	Energía (MJ / año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 1 año/s de vida útil del producto):	72,3

Desglose detallado de las fases de vida individual

Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Energía (MJ)	%
Envase HDPE	PE-HD (general purpose, molding & extrusion)	Virgen (0%)	0,8	1	0,8	64	100,0
Residuos			3	1	3	0	0,0
Total				2	3,8	64	100

*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Energía (MJ)	%
Envase HDPE	Extrusión de polímeros	0,8 kg	5	100,0
Total			5	100

Transporte:

[Resumen](#)

Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Energía (MJ)	%
Del centro sanitario a la planta de eliminación	Vehículo ligero de mercancías	3,6e+02	3	100,0
Total		3,6e+02	3	100

Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Energía (MJ)	%
Envase HDPE	0,8	0,63	21,1
Residuos	3	2,4	78,9
Total	3,8	3	100

Uso:

[Resumen](#)

Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Energía (MJ)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
Envase HDPE	Incineración	0,4	100,0
Residuos	Ninguno	0	0,0
Total		0,4	100

Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
Envase HDPE	Incineración	-9	100,0
Residuos	Ninguno	0	0,0
Total		-9	100

Notas:

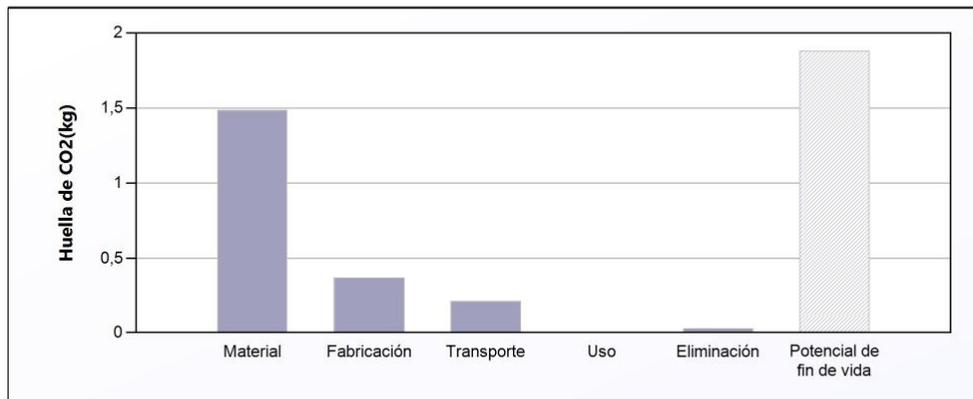
[Resumen](#)



Informe de Eco Audit

Análisis de la huella de carbono

[Resumen](#)



	CO2 (kg/año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 1 año/s de vida útil del producto):	2,1

Desglose detallado de las fases de vida individual

Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Huella de CO2(kg)	%
Envase HDPE	PE-HD (general purpose, molding & extrusion)	Virgen (0%)	0,8	1	0,8	1,5	100,0
Residuos			3	1	3	0	0,0
Total				2	3,8	1,5	100

*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Huella de CO2(kg)	%
Envase HDPE	Extrusión de polímeros	0,8 kg	0,37	100,0
Total			0,37	100

Transporte:

[Resumen](#)

Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Huella de CO2 (kg)	%
Del centro sanitario a la planta de eliminación	Vehículo ligero de mercancías	3,6e+02	0,22	100,0
Total		3,6e+02	0,22	100

Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Huella de CO2 (kg)	%
Envase HDPE	0,8	0,046	21,1
Residuos	3	0,17	78,9
Total	3,8	0,22	100

Uso:

[Resumen](#)

Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Huella de CO2(kg)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
Envase HDPE	Incineración	0,028	100,0
Residuos	Ninguno	0	0,0
Total		0,028	100

Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
Envase HDPE	Incineración	1,9	100,0
Residuos	Ninguno	0	0,0
Total		1,9	100

Notas:

[Resumen](#)

ANEXO VI

Informe sobre sucesos ocurridos durante el transporte de mercancías peligrosas conforme a la sección 1.8.5 del RID/ADR

Transportista/Empresa ferroviaria:
Dirección:
Nombre de la persona de contacto:.....Teléfono:.....Fax:.....

(La autoridad competente retirará esta página de portada antes de remitir el informe)

ANEXO VII

Modelo de certificado de formación para los conductores de vehículos que transporten mercancías peligrosas

Anverso	<p>ADR - CERTIFICADO DE FORMACION DEL CONDUCTOR</p> <p>**</p> <p>(Insertar la fotografía del conductor) *</p>	<ol style="list-style-type: none">1. (Nº DE CERTIFICADO) *2. (APELLIDO(S)) *3. (NOMBRE)*4. (FECHA DE NACIMIENTO dd/mm/aaaa) *5. (NACIONALIDAD)*6. (FIRMA DEL TITULAR) *7. (ORGANISMO QUE EXPIDE EL CERTIFICADO) *8. VALIDO HASTA: (dd/mm/aaaa) *			
	Reverso	<p>VALIDO PARA LA O LAS CLASES O LOS N° ONU:</p> <table><tr><td>CISTERNAS:</td><td>DISTINTO DE CISTERNAS</td></tr><tr><td>9. (Clase o número(s) ONU) *</td><td>10. (Clase o número(s) ONU) *</td></tr></table>	CISTERNAS:	DISTINTO DE CISTERNAS	9. (Clase o número(s) ONU) *
CISTERNAS:	DISTINTO DE CISTERNAS				
9. (Clase o número(s) ONU) *	10. (Clase o número(s) ONU) *				

* Reemplazar el texto por los datos que procedan.

** Signo distintivo utilizado en los vehículos en el tráfico internacional (para las Partes del Convenio de 1968 sobre circulación por carretera o la Convención de 1949 sobre circulación por carretera, según lo notificado al Secretario general de la Organización de las Naciones Unidas, respectivamente, de conformidad con el artículo 45 (4) o el anexo 4 de los convenios citados).