



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Rediseño de filtros de lavadora para minimizar el impacto de los microplásticos procedentes de aguas residuales textiles.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: López Ricart, María

Tutor/a: Díaz García, Pablo

Cotutor/a externo: MINGUEZ GARCIA, DAVID

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

**Autora:** María López Ricart

**Tutor:** Pablo Díaz García

**Cotutor:** David Mínguez García

## RESUMEN DEL PROYECTO

Actualmente, la contaminación del medio acuático es uno de los grandes problemas ambientales existentes a nivel mundial. Los mares y océanos se han convertido en el principal vertedero de plásticos, siendo los más representativos de estos los microplásticos. Estos afectan de forma directa y negativa al medio acuático y a los seres vivos que habitan en él.

La mayoría de los microplásticos son microfibras textiles. Estas se pueden crear con la simple fricción de las prendas entre sí dentro del tambor de la lavadora donde, tras finalizar el proceso de lavado, traspasa el filtro de la lavadora. Los filtros convencionales de las lavadoras domésticas no son capaces de atrapar estas microfibras, puesto que el tamaño de poro de filtrado que presentan sus diseños es demasiado grande para retenerlas.

En el presente proyecto se ha diseñado FiberClean, una estructura textil adaptable al filtro convencional de las lavadoras domésticas, capaz de disminuir la presencia de microfibras en las aguas residuales de los procesos de lavado. FiberClean se compone de una estructura no tejida y una capa nanofibrosa, mediante las cuales se consigue una porosidad filtrante nanométrica, la cual se prevé que sea capaz de retener las microfibras en su totalidad.

## PALABRAS CLAVE

Microfibra, no tejido, nanofibra, vertido, poro

## PROJECT SUMMARY

Nowadays, pollution of the aquatic environment is one of the biggest environmental problems in the world. The seas and oceans have become the main dumping ground for plastics, the most representative of which are microplastics. These directly and negatively affect the aquatic environment and the living creatures that inhabit it.

The majority of microplastics are textile microfibers. These can be created by the simple friction of the clothes against each other inside the washing machine drum where, after the washing process is completed, they pass through the washing machine's filter. Conventional filters in domestic washing machines are not able to trap these microfibers, because the filter pore size of their designs is too large to retain them.

In the present project FiberClean has been designed, a textile structure adaptable to the conventional filter of domestic washing machines, which is able to reduce the presence of microfibers in the wastewater from the washing process. FiberClean is composed of a non-woven structure and a nanofibrous layer, by means of which a nanometric filtering porosity is achieved, which is expected to be able to retain the microfibers in their totality.

## KEY WORDS

Microfiber, non-woven, nanofiber, effluent, pore

Escuela Politècnica Superior d'Alcoi

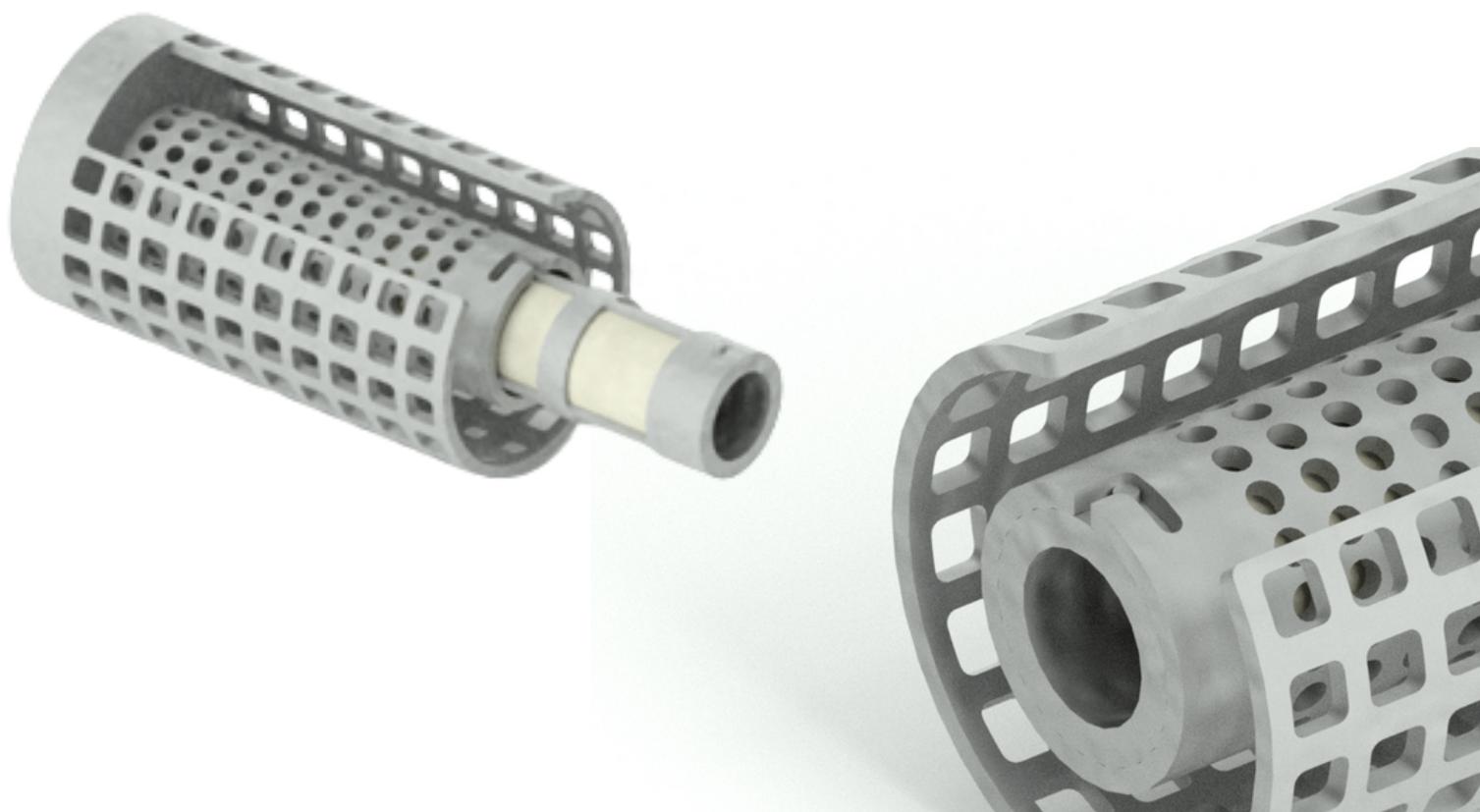
Universitat Politècnica de València

Julio 2023

**GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**

# **REDISEÑO DE FILTROS DE LAVADORA PARA OPTIMIZAR EL IMPACTO DE LOS MICROPLÁSTICOS PROCEDENTES DE AGUAS RESIDUALES**

**MARÍA LÓPEZ RICART**



## AUTORIZACIÓN PARA LA CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

En Valencia, a ..6.. de ..... julio..... de ..2023..

D. / Dña. .... María López Ricart .....  
(en adelante, "EL/A AUTOR/A") con NIF ..... 73226532Y .....  
y domicilio en .... Caruana, 11 46117 Bétera, Valencia .....  
.....

(indicar domicilio completo).

### MANIFIESTA

**Primero.** - Que es el/la Autor/a del trabajo fin de grado (*especificar el título*)  
Rediseño de filtros de lavadora para optimizar el impacto de microplásticos procedentes de aguas residuales.....  
.....

**Segundo.** - Que el poster del mismo título corresponde a parte de dicho trabajo fin de grado.

**Tercero.** - Que

Está interesado/a en ceder a la Universitat Politècnica de València sus derechos de reproducción, distribución y comunicación pública del mencionado poster únicamente en base a las siguientes

No está interesado/a en ceder a la Universitat Politècnica de València sus derechos de reproducción, distribución y comunicación pública del mencionado poster únicamente en base a las siguientes  
(marcar lo que proceda)

### CLÁUSULAS

#### DEFINICIONES:

**Poster:** se entiende por tal, el resumen del trabajo fin de grado en formato cartón, incluyendo imágenes, que comprende un extracto estructurado del mismo.

#### 1. OBJETO DEL ACUERDO

1.1 El/La Autor/a cede a la Universitat durante el periodo de vigencia del presente acuerdo, con carácter gratuito, los derechos de reproducción distribución y comunicación pública, del Poster, únicamente para:

- a) Reproducirlo de forma total o parcial, en un soporte cartón para su uso exclusivo por parte de la Universitat.
- b) Distribuir el Poster reproducido en formato papel en el caso de que la Universitat lo considerase oportuno.
- c) La comunicación pública o puesta a disposición, total o parcial, del poster para difusión a través de cualquier canal de comunicación analógico o digital.

1.2. El/La Autor/a podrá autorizar, en todo caso, la cesión de los derechos objeto del presente acuerdo a terceros. Respetando en todo caso la cesión realizada a la Universitat en la cláusula 1.1.

1.3. La cesión se efectúa con carácter no exclusivo a la Universitat Politècnica de València y dada la naturaleza intrínsecamente transfronteriza del medio utilizado en el caso de su comunicación pública, la cesión tendrá eficacia a nivel mundial.

#### 2. GARANTÍAS.

2.1 El/La Autor/a garantiza que es titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con el Poster y que, en consecuencia, tiene plenas facultades para realizarla a favor de la Universitat, y que lo establecido en este documento no infringe ningún derecho de terceros, sea la propiedad industrial, intelectual, secreto comercial o cualquier otro.

2.2 Sin perjuicio de cualquier otro derecho que le pueda corresponder, la Universitat podrá cesar en el uso del Poster en el caso de que un tercero haga prevaler cualquier derecho sobre toda o parte de los

mismos y/o el/la Autor/a no pueda garantizar el ejercicio pacífico de los derechos que son cedidos a la misma. Ambas partes se comprometen a comunicar a la otra, cuando llegue a su conocimiento, la existencia de cualquier reclamación de un tercero relacionada con los cursos multimedia.

### **3. DURACIÓN.**

El acuerdo entrará en vigor el día de su firma. La cesión posee carácter gratuito y tendrá una duración de cinco años.

### **4. REGIMEN DE LA CESIÓN**

La Universitat Politècnica de València no podrá ceder los derechos transmitidos en este documento sin el consentimiento explícito del Autor/a.

### **5. OBLIGACIONES DEL AUTOR/A.**

El/la Autor/a deberá indicar inmediatamente a la Universitat cualquier error o incidencia de la que tenga conocimiento en relación con el Poster, con el objeto de que ésta pueda actuar en consecuencia.

### **6. PROPIEDAD INTELECTUAL.**

6.1 La titularidad de los derechos morales y explotación de propiedad intelectual sobre los Posters, pertenece y seguirá perteneciendo al Autor/a. La Universitat Politècnica de València, adquiere únicamente los derechos que específicamente figuren en este acuerdo, y en particular los que se especifican en la Cláusula 1ª del acuerdo.

6.2 Por lo tanto, quedan excluidos de este acuerdo y reservados al Autor, cuantos derechos le correspondan con relación a modalidades de uso de los Posters no previstas en la cláusula primera, o que hayan de efectuarse en forma y condiciones distintas a las expresamente indicadas en esta cláusula.

### **7. FINALIZACIÓN DEL ACUERDO.**

7.1 El acuerdo finalizará por el cumplimiento de la condición recogida en la anterior Cláusula 3, sin perjuicio de que cada una de las partes pueda instar la rescisión de este acuerdo de cesión en el caso que la otra parte incumpla cualquiera de las obligaciones derivadas del mismo. Asimismo, se podrá proceder a la resolución por mutuo acuerdo o por voluntad unilateral de una de las partes, siempre que se avise a la otra con una antelación mínima de un mes.

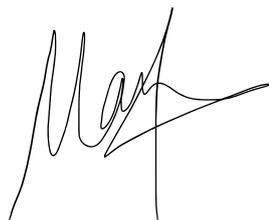
7.2 Con la finalización de esta autorización se producirá el cese inmediato en el ejercicio de los derechos cedidos y la Universitat Politècnica de València.

### **8. JURISDICCIÓN Y LEY APLICABLE.**

El presente documento se registrará de conformidad con la legislación española en todas aquellas situaciones y consecuencias no previstas en forma expresa en el mismo y, en concreto, de acuerdo con las prescripciones de la legislación española sobre propiedad intelectual vigentes y demás legislación aplicable. En caso de surgir alguna discrepancia en el alcance, interpretación y/o ejecución de la presente autorización, las partes se someten a la competencia de los Juzgados y Tribunales de Valencia y sus superiores jerárquicos, con expresa renuncia a su fuero, de ser éste diferente.

Y en prueba de conformidad, el/la Autor/a firma la presente autorización, en lugar y la fecha indicados en la cabecera.

Firma del Autor/a:



D/D<sup>a</sup> ..... María López Ricart .....



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

D/Dña..... María López Ricart .....

con DNI.....73226532Y..... y estudiante del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia, en relación con el Trabajo Final de Grado que presento para su exposición y defensa titulado ....Rediseño de filtros de lavadora para optimizar el impacto de los.....  
.....microplásticos procedentes de aguas residuales.....

Declaro que asumo la originalidad de dicho trabajo y que todas las fuentes utilizadas para su realización han sido citadas debidamente.

Alcoy a 5 de .....julio..... de .....2023.....

Fdo.: ..... María López Ricart .....

# REDISEÑO DE FILTROS DE LAVADORA PARA OPTIMIZAR EL IMPACTO DE LOS MICROPLÁSTICOS PROCEDENTES DE AGUAS RESIDUALES

Actualmente, la contaminación del medio acuático es uno de los grandes problemas ambientales existentes a nivel mundial. Los mares y océanos se han convertido en el principal vertedero de plásticos, siendo los más representativos de estos los microplásticos. Estos afectan de forma directa y negativa al medio acuático y a los seres vivos que habitan en él.

La mayoría de los microplásticos son microfibras textiles. Estas se pueden crear con la simple fricción de las prendas entre sí dentro del tambor de la lavadora donde, tras finalizar el proceso de lavado, traspasa el filtro de la lavadora. Los filtros convencionales de las lavadoras domésticas no son capaces de atrapar estas microfibras, puesto que el tamaño de poro de filtrado que presentan sus diseños es demasiado grande para retenerlas.

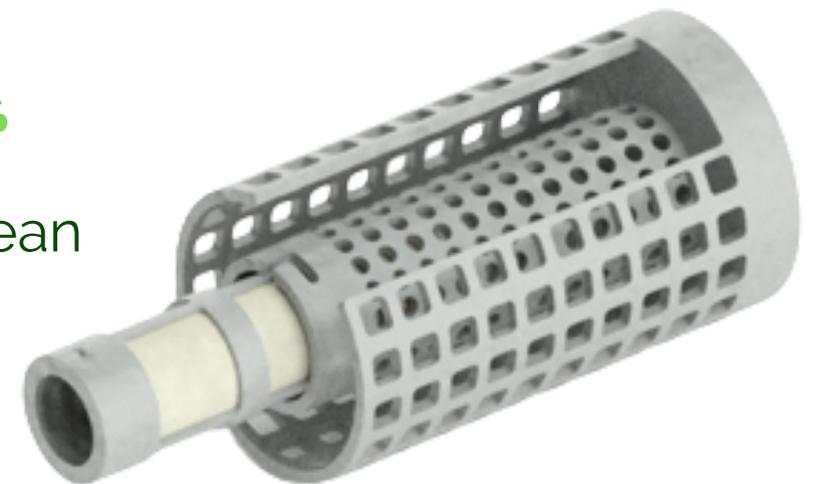
En el presente proyecto se ha diseñado FiberClean, una estructura textil adaptable al filtro convencional de las lavadoras domésticas, capaz de disminuir la presencia de microfibras en las aguas residuales de los procesos de lavado. FiberClean se compone de una estructura no tejida y una capa nanofibrosa, mediante las cuales se consigue una porosidad filtrante nanométrica, la cual se prevé que sea capaz de retener las microfibras en su totalidad.

## FILTRO TEXTIL: FIBERCLEAN

- Filtro compuesto en su totalidad de polipropileno (PP).
- Diseño a partir de un sustrato base no tejido con la incorporación de un velo de nanofibras.
- Alto grado de filtración gracias a la porosidad a nivel nanométrico que posee.
- Fomenta la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.



FiberClean



# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
2. ANTECEDENTES	15
2.1. LA LAVADORA	16
2.1.1. PROGRAMAS DE LAVADO	16
2.1.2. PARTES DE LA LAVADORA	19
2.1.3. FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA	20
2.2. FILTROS DE LAVADORA	22
2.2.1. FILTROS CONVENCIONALES	22
2.2.2. FILTROS DE MICROFIBRAS	25
2.3. CONCLUSIONES - ANTECEDENTES	27
3. NORMATIVA	29
4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	30
5. ESTUDIO DE USUARIOS	31
5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO	33
5.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO	33
5.3. CONCLUSIONES - ESTUDIO DE USUARIOS	36
6. REQUISITOS DEL DISEÑO	38
6.1. CONCLUSIONES - REQUISITOS DE DISEÑO	40
7. OBJETIVOS	41
8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	42
8.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	42
8.2. VARIABLES DE DISEÑO	42
8.2.1. ELEMENTOS COMPONENTES	43
8.3. MÉTODO DE OBTENCIÓN	44
8.3.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL	45
8.3.2. SUSTRATO TEXTIL	48
8.3.2.1. NANOFIBRAS	52
8.4. MATERIALES	56
8.4.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL	56
8.4.2. SUSTRATO TEXTIL	57
8.4.3. NANOFIBRAS	57
8.5. CONCLUSIONES - ANÁLISIS DE SOLUCIONES	58
9. DESARROLLO DEL FILTRO DE LAVADORA	59
9.1. MAQUINARIA	59
9.1.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL	59
9.1.2. SUSTRATO TEXTIL	59

9.1.3. NANOFIBRAS _____	60
9.2. PROCESO DE OBTENCIÓN _____	62
9.2.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL _____	62
9.2.2. SUSTRATO TEXTIL _____	65
9.2.3. NANOFIBRAS _____	66
9.3. CORTADO _____	68
9.4. CONCLUSIONES - DESARROLLO DEL FILTRO DE LAVADORA _____	70
9.5. REDISEÑO FILTRO DE LAVADORA _____	70
10. MODO DE EMPLEO _____	72
11. MARCA _____	75
12. ETIQUETADO _____	77
12.1. ETIQUETADO TEXTIL _____	77
13. ENVASE _____	79
13.1. ENVASES EXISTENTES _____	79
13.2. REQUISITOS DEL ENVASE _____	80
13.3. DISEÑO DEL ENVASE _____	80
13.4. MATERIAL DEL ENVASE _____	81
13.5. TARIFA PUNTO VERDE _____	82
14. PRESUPUESTO _____	84
15. CONCLUSIÓN _____	86
16. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN _____	88
BIBLIOGRAFÍA _____	89
ANEXOS _____	97
ANEXO A: ESTUDIO DE MERCADO _____	97
ANEXO B: VTP DEL REDISEÑO _____	112
ANEXO C: BOCETOS _____	114
ANEXO D: VTP DE LOS BOCETOS _____	117
ANEXO E: ESTUDIO DE LA MARCADA _____	118
ANEXO F: PLANOS _____	119
ANEXO G: FICHA TÉCNICA _____	123
ANEXO H: SIMULACIÓN _____	124

## ÍNDICE FIGURAS Y TABLAS

### ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible	12
Figura 2. Las cinco zonas donde se encuentran los mares de plásticos	13
Figura 3. Efectos de los microplásticos en la salud	14
Figura 4. Lavadora SAMSUNG modelo WW90T534DTW	16
Figura 5. Datos de los programas de lavado SAMSUNG modelo WW90T534DTW	18
Figura 6. Partes de una lavadora	19
Figura 7. Paso del agua en la lavadora	21
Figura 8. Filtro de lavadora Samsung DC97-1	22
Figura 9. Filtro de lavadora Samsung DC97-099238D	22
Figura 10. Filtro de lavadora DC97-15695A	22
Figura 11. Filtro de lavadora LG 388EER2001A	23
Figura 12. Filtro de lavadora LG 388EER2001B	23
Figura 13. Filtro de lavadora grupo Bosch 00614351	23
Figura 14. Filtro de lavadora grupo Bosch 0067920	23
Figura 15. Filtro de lavadora Fagor LA0934800	24
Figura 16. Filtro de lavadora Fagor 1F810	24
Figura 17. Filtro de lavadora AEG 132794001	24
Figura 18. Filtro de lavadora AEG 1327658017	24
Figura 19. Bolsas de filtro	25
Figura 20. Filtro Cora Ball	26
Figura 21. Filtro Lint LUV-R	26
Figura 22. Filtro PlanetCare	27
Figura 23. Filtro AEG	27
Figura 24. Edades de los encuestados	33
Figura 25. Frecuencia de lavado de los encuestados	34
Figura 26. Configuración del programa de lavado según las necesidades de la ropa	34
Figura 27. Programas de lavado más utilizados según los encuestados	34
Figura 28. Conocimiento de los usuarios del desprendimiento de fibras durante el lavado	35
Figura 29. Conocimiento de los usuarios del filtro de lavadora	35
Figura 30. Conocimiento de los usuarios sobre la capacidad del filtro de captar las fibras	35
Figura 31. Utilización por parte de los usuarios de un filtro capaz de captar microfibras	36
Figura 32. Utilización del filtro de lavadora con un precio más elevado	36
Figura 33. Caudal de desagüe de aparatos sanitarios	39
Figura 34. Rediseño del filtro de lavadora	43

Figura 35. Estructura exterior del filtro de lavadora	43
Figura 36. Soporte del filtro textil	43
Figura 37. Filtro textil	44
Figura 38. Capas de filtración	44
Figura 39. Proceso de extrusión	45
Figura 40. Proceso de extrusión-soplado	45
Figura 41. Proceso de inyección	46
Figura 42. Proceso de inyección-soplado	46
Figura 43. Proceso de moldeo rotaciones o rotomoldeo	46
Figura 44. Proceso de termoconformado	47
Figura 45. Proceso de molde por compresión	47
Figura 46. Proceso de molde por transferencia	48
Figura 47. Proceso <i>airlaid</i>	49
Figura 48. Proceso de vía húmeda	49
Figura 49. Proceso <i>Spunbonded</i>	50
Figura 50. Proceso <i>Metblown</i>	50
Figura 51. Imagen SEM no tejido	51
Figura 52. Imagen SEM velo de nanofibras	51
Figura 53. Esquema máquina de electrospinning	53
Figura 54. Estructura de las fibras	53
Figura 55. Máquina de inyección TEDERIC serie NEO-H	59
Figura 56. Máquina <i>airlaid</i> de la marca Sail	60
Figura 57. Calandra de banda con tambor calefactor	60
Figura 58. Máquina Nanospinner	61
Figura 59. Spinbox ELECTROSPINNING	62
Figura 60. Equipo de laboratorio	62
Figura 61. Proceso de inyección	63
Figura 62. Proceso de obtención del sustrato textil	65
Figura 63. Filtro atrapa color Mercadona	66
Figura 64. Proceso de electrohilado	66
Figura 65. CA y PVA	67
Figura 66. Agitación magnética	67
Figura 67. Ensayo de solubilidad PVA	68
Figura 68. Medidas del filtro de lavadora	69
Figura 69. Estudio de la marcada	70
Figura 70. Rediseño filtro de lavadora	71
Figura 71. Rediseño filtro lavadora 2	71
Figura 72. Modo de empleo del filtro textil	72

Figura 73. Extracción del filtro de lavadora	73
Figura 74. Extracción del soporte del filtro textil	73
Figura 75. Extracción del filtro textil	73
Figura 76. Colocación del filtro textil	74
Figura 77. Colocación del soporte del filtro textil	74
Figura 78. Colocación del filtro de lavadora	74
Figura 79. Marca del filtro de lavadora	75
Figura 80. Paleta de colores	76
Figura 81. Isotipo	76
Figura 82. Logotipo	76
Figura 83. Etiquetado del envase del filtro textil	78
Figura 84. Envase del filtro PlantCare	79
Figura 85. Envase del filtro Lint LUV-R	79
Figura 86. Envase filtro CoraBall	79
Figura 87. Envase filtro CoraBall	79
Figura 88. Desplegable del envase de los filtros de lavadora con medidas	81
Figura 90. Mock up del envase del filtro textil de lavadora	82
Figura 91. Tarifa del punto verde	83
Figura 92. Filtro de lavadora Samsung DC97-1	87
Figura 93. Filtro de lavadora Samsung DC97-099238D	98
Figura 94. Filtro de lavadora DC97- 15695A	99
Figura 95. Filtro de lavadora LG 388EER2001A	100
Figura 96. Filtro de lavadora LG 388EER2001B	100
Figura 97. Filtro de lavadora grupo Bosch 00614351	101
Figura 98. Filtro de lavadora grupo Bosch 0067920	103
Figura 99. Filtro de lavadora Fagor LA0934800	106
Figura 100. Filtro de lavadora Fagor 1F1810	107
Figura 101. Filtro de lavadora AEG 1327294011	110
Figura 102. Filtro de lavadora AEG 1327658017	111
Figura 103. Boceto 1	114
Figura 104. Boceto 2	114
Figura 105. Boceto 3	115
Figura 106. Boceto 4	115
Figura 107. Boceto 5	116
Figura 108. Boceto 6	116
Figura 109. Estudio de la marcada	118
Figura 110. Filtro completo de lavadora	124
Figura 111. Partes del filtro de la lavadora	124

Figura 112. Orden de las capas de filtración_____	125
Figura 113. Extracción del soporte del filtro de lavadora_____	125
Figura 114. Enganche del soporte de la lavadora_____	125
Figura 115. Soporte del filtro textil_____	125
Figura 116. Filtro de lavadora_____	126
Figura 117. Filtro de lavadora colocado en la lavadora_____	126
Figura 118. Filtro de lavadora_____	126

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Parámetros del electrohilado_____	56
Tabla 2. Propiedades del PP_____	57
Tabla 3. Resumen proceso de obtención y materiales utilizados_____	58
Tabla 4. Caracterización de la disolución_____	67
Tabla 5. Parámetros del electrohilado_____	68
Tabla 6. Tarifa del punto verde del envase_____	83
Tabla 7. Coste de los materiales_____	84
Tabla 8. Coste de los procesos de producción_____	84
Tabla 9. VTP filtros de lavadora_____	112
Tabla 10. VTP filtros de lavadora_____	112
Tabla 11. VTP filtros de lavadora_____	113
Tabla 12. VTP filtros de lavadora_____	113
Tabla 13. VTP bocetos_____	117
Tabla 14. Ficha técnica_____	123

# 1. INTRODUCCIÓN

El **cambio climático** es uno de los problemas más grandes al que se enfrenta la población a día de hoy, sin embargo, no es el único. Existen otros problemas ambientales que aún continúan sin resolverse. Por un parte, el calentamiento global, que afecta directamente al cambio climático, no deja de ascender. Este amenaza con sequías, incendios e inundaciones a todos los seres vivos que habitan en este planeta. Los problemas de **contaminación** tanto del aire como del agua, han derivado en el aumento de enfermedades respiratorias y graves problemas para la salud, pudiendo llegar hasta el fallecimiento de las personas. Sin embargo, estos dos recursos naturales deben de protegerse puesto que son necesarios para la supervivencia de la humanidad y los seres vivos, especialmente el agua, ya que actualmente se está sufriendo escasez de este medio.

Por otra parte, los mares y océanos se han transformado en el vertedero particular de los plásticos, destruyendo así el hábitat de especies y seres vivos que habitan en estas aguas. Además, el 8% de especies animales que habitaban en la Tierra se han extinguido por el deterioro de su medio y el 22% se encuentra en peligro de extinción [1]. Por todo esto, en 2015, se decidió desarrollar a nivel mundial los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que entre otras metas una de ellas es proteger el planeta. Los ODS están compuestos por 17 objetivos a desarrollar que tienen como finalidad eliminar la pobreza, asegurar la prosperidad y, como se ha comentado anteriormente, proteger el planeta. Estos objetivos son los siguientes [2]:



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible [2].

1. Fin de la pobreza.
2. Hambre cero.
3. Salud y bienestar.
4. Educación de calidad.
5. Igualdad de género.
6. Agua limpia y saneamiento.
7. Energía asequible y no contaminante.
8. Trabajo decente y crecimiento económico.
9. Industria, innovación e infraestructura.

10. Reducción de las desigualdades.
11. Ciudad y comunidades sostenibles.
12. Producción y consumo responsable.
13. Acción por el clima.
14. Vida submarina.
15. Vida de ecosistemas terrestres.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas.
17. Alianzas para lograr los objetivos.

Como se ha comentado con anterioridad, la contaminación de mares y océanos es un problema actual sin resolver, concretamente con el **vertido de plásticos** en estos medios. Estos plásticos afectan a la vida de personas y seres vivos, alteran los hábitats y procesos naturales, y entorpece la capacidad de adaptación de los medios naturales al cambio climático [3]. A día de hoy, se producen una gran cantidad de productos plásticos, como envases, recipientes, juguetes, ... Una vez finaliza su vida útil, se decide deshacerse de ellos tirándolos a la basura. Sin embargo, aunque se deposite en el lugar correcto, la gran mayoría de veces no acaba en el lugar deseado. Actualmente, solo se llega a reciclar el 9% del plástico utilizado, el 12% ha sido incinerado y el 79% restante ha acabado en vertederos o el medio acuático. De estos residuos encontrados en los mares y océanos, el 80% proviene de la tierra y el 20% de las actividades que se realizan en el mar [4].

El plástico posee grandes propiedades mecánicas, por lo que se dificulta su eliminación. Puede tardar en degradarse entre décadas y cientos de años dependiendo del tipo de plástico del que se trate y las condiciones ambientales que le afecten. Al encontrarse en los mares y océanos, el oleaje que se forma en este medio ayuda a que los plásticos se fragmenten formando los **microplásticos**. Por ello, se han llegado a encontrar en cualquier rincón del planeta. La mayoría de estos microplásticos se encuentran en cinco zonas bien diferenciadas del planeta Tierra: en el océano Índico, en el norte y sur del océano Atlántico y en el norte y sur del océano Pacífico. Estas cinco zonas poseen una alta tasa de concentración de microplásticos, pero no son las únicas. Las zonas de costa y litorales son lugares donde también se encuentran estos residuos [4].



Figura 2. Las cinco zonas donde se encuentran los mares de plásticos [5].

Estos microplásticos poseen un tamaño máximo de 5 mm de longitud y según su procedencia pueden clasificarse en primarios y secundarios. Los microplásticos primarios son los que llegan al medio ambiente en su forma original, representando entre el 15% y el 61% de los encontrados en el medio acuático. Por otro lado, los microplásticos secundarios tienen su origen en la degradación de los objetos plásticos de gran tamaño como se ha comentado con anterioridad. Estos últimos, se encuentran en los océanos en una cantidad elevada llegando a representar hasta el 81% de los microplásticos encontrados [6,7]. Además de afectar al medio ambiente, los microplásticos también provocan efectos negativos en los seres vivos, tanto en personas como en animales [8]. La contaminación de microplásticos en los animales marinos va en aumento afectando desde los primeros organismos que constituyen la cadena alimentaria hasta los últimos, como lo son los peces. Estos residuos se quedan adheridos en el hígado de estos animales marinos. Por lo que una de las causas principales de la presencia de microplásticos en los seres humanos es debido a la ingesta de alimentos, como el pescado, y de bebidas como el agua potable, que aunque haya pasado por sistemas de filtración se han llegado a encontrar grandes cantidades de estos residuos [9]. El cuerpo humano es capaz de eliminar el 90% de los microplásticos ingeridos, sin embargo, esto depende del tamaño, el tipo de polímero y los aditivos que contenga [10]. Los microplásticos que no llegan a ser expulsados pueden llegar a afectar la salud reproductiva en adultos, pueden provocar trastornos del neurodesarrollo, enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares y enfermedades metabólicas [11].

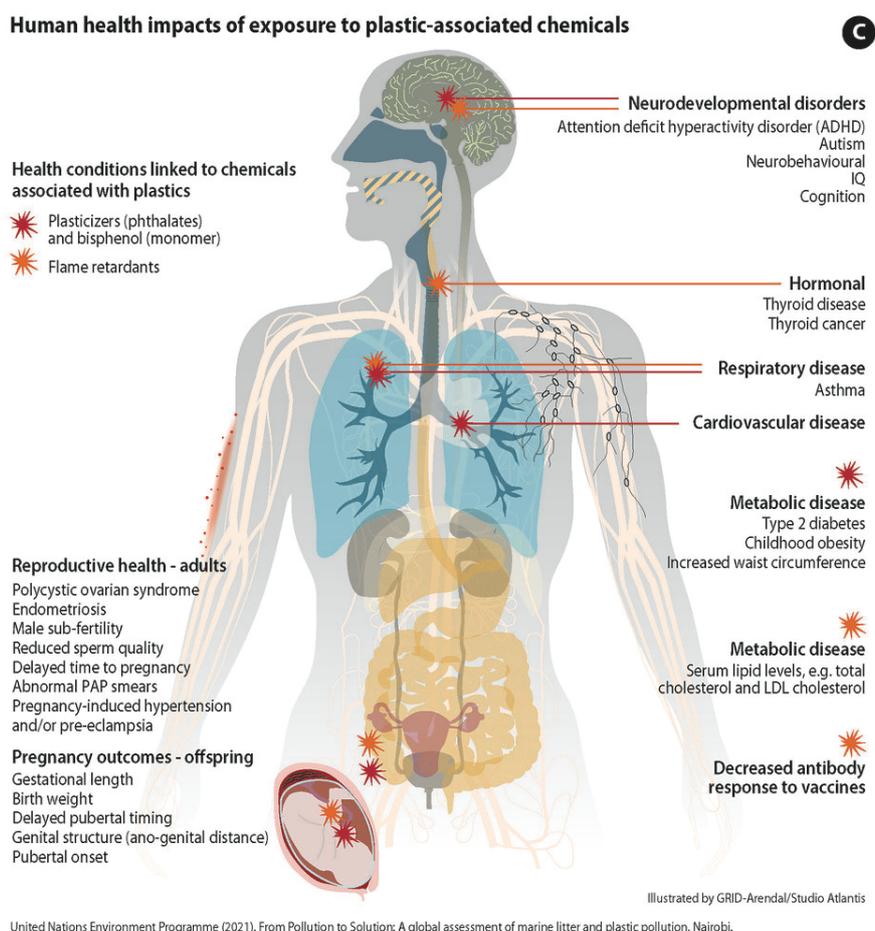


Figura 3. Efectos de los microplásticos en la salud [11].

## 2. ANTECEDENTES

Una de las causas más representativas de la presencia de microplásticos en el medio acuático son las microfibras textiles, estas se generan durante el proceso de lavado con el roce de las prendas entre sí al girar el tambor. Con cada uso de la lavadora, se pueden llegar a desprender 1.900 fibras por lavado [14], por lo que es una de las acciones que libera más microplásticos diariamente [15]. Las aguas residuales que generan los lavados domésticos son tratadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, llegando a eliminar las microfibras con un tamaño superior a las 100  $\mu\text{m}$ , sin embargo, las microfibras más pequeñas son más difíciles de eliminar [15]. Este número de microfibras tras el lavado puede variar según los siguientes factores:

- El **tipo de lavadora**, puesto que existen dos tipologías de lavadoras domésticas, la lavadora de carga frontal y la lavadora de carga superior. En general las lavadoras de carga superior utilizan de 2 a 4 veces más de agua que las lavadoras de carga frontal, por lo que llegan a desprender un mayor número de microfibras [16].
- El **programa de lavado**, ya que afecta a la duración de este. Un programa con una duración mayor utiliza más cantidad de agua, por lo que genera más microfibras durante el lavado que un programa corto [16].
- La **temperatura de lavado**. Se ha observado que las fibras se desprenden con mayor facilidad con una temperatura de lavado de 60 °C que de 30 °C. Por lo que las telas sintéticas se deben lavar a temperaturas bajas para evitar un mayor desprendimiento de fibras [14].
- El **uso de detergente** en el lavado promueve la liberación de estas microfibras, posiblemente por los tensioactivos que se depositan en la parte superior de las fibras produciendo una reducción de las fuerzas de fricción y generando daños a las fibras. Mientras que los lavados sin detergente, solamente usando agua, se liberan un 75% menos de fibras que usando detergente [14].
- El **tipo de tejido** que se esté lavando, ya que al lavar tejido de punto se liberan más microfibras que un tejido producido mediante calada. Esto se debe a que el tejido de calada está más compacto que el tejido de punto [14].
- El **tipo de fibra** que se esté lavando. Tras un estudio se observó que el desprendimiento de microfibras podría estar relacionado con el gramaje de las telas, el peso por unidad de superficie. Este parámetro depende del grosor del hilo, el grosor de la tela y la densidad lineal. Por lo que una tela con un mayor número de hilos por unidad de longitud liberará menos cantidad de microfibras al presentar una estructura más compacta [14].

Actualmente, se han creado diferentes formas de eliminación de los microplásticos, como pueden ser la filtración mediante membrana, la floculación, la ingestión mediante microbios, la oxidación de UV y la absorción o separación magnética [15], sin embargo ninguna de ellas se ha incorporado a las lavadoras domésticas. Entre todas estas técnicas, la más económica y con un alto grado de eficiencia es la filtración por membrana. Esta técnica es capaz de capturar los microplásticos con un tamaño más grande que los poros que contiene la membrana. Sin embargo, no se ha diseñado un

sistema conocido que impida el paso de las microfibras a los mares y océanos sin que tenga una repercusión negativa en el lavado o en su proceso [17].

## 2.1 LA LAVADORA

En el mercado no existen lavadoras domésticas que sean capaces de atrapar microfibras por ellas mismas, pero si productos que pueden ayudar a la disminución de liberar estos microplásticos a las aguas residuales. Posiblemente, en líneas futuras pueden aparecer nuevas modelos capaces de subsanar este problema ya que, a nivel industrial, Inditex y Jeanología en colaboración, han creado una tecnología que reduce el desprendimiento de fibras un 60% utilizando aire a presión. Por lo que también reduce el consumo de agua, ayuda a conservar la calidad de los tejidos y consigue reciclar todas las fibras desprendidas [18]. Es un tratamiento que se realiza industrialmente antes de la comercialización de las prendas para que a la hora del lavado, no desprenda una gran cantidad de microfibras.

Para el desarrollo de este trabajo se ha seleccionado la lavadora más comercializada en el mercado español durante los años 2022 y 2023. En este caso, tras valorar la información de diferentes fuentes, la lavadora más vendida es la lavadora de la marca SAMSUNG modelo WW90T534DTW [19].



Figura 4. Lavadora SAMSUNG modelo WW90T534DTW [20].

### 2.1.1. PROGRAMAS DE LAVADO

La lavadora es un electrodoméstico cuya función principal es limpiar la ropa sucia mediante agua fría o caliente y detergente. El tipo de lavado que se utilice para limpiar la ropa estará definido en función del programa a utilizar según las características de la prenda. Cada programa puede variar en los siguientes aspectos: tiempo, temperatura

y centrifugado. Los programas que ofrece la lavadora doméstica SAMSUNG modelo WW90T534DTW son los siguientes [21]:

- **Eco 40 - 60:** Permite lavar prendas de algodón con una temperatura entre 40°C y 60°C con una suciedad normal.
- **Algodón:** Este programa es exclusivo para algodón. Permite lavar toallas, ropa de cama, camisas o ropa interior donde el programa ajusta el tiempo de lavado y los aclarados según la carga del tambor. Se utiliza una temperatura de 20°C.
- **Lavado IA:** Se ajusta automáticamente según la carga y la suciedad el nivel de detergente y el ciclo a utilizar. Se configura a una temperatura de 40°C.
- **Rápido 15':** Se utiliza para lavar pequeñas cantidades de ropa con un nivel de suciedad bajo. La temperatura de lavado oscila entre 20°C y 40°C.
- **Super Speed:** Programa utilizado para el lavado de ropa de uso diario. La duración del lavado varía según la carga y el agua suministrada. La temperatura que se utiliza varía entre el lavado en frío y los 40°C.
- **Lavado en frío:** Programa de baja temperatura que ayuda a reducir el consumo de energía.
- **Lana:** Se utiliza para lavar prendas de lana a una temperatura que varía de lavado frío a 40°C.
- **Ropa de cama:** Es un programa específico para lavar sábanas, colchas, fundas de edredón... a una temperatura que puede oscilar entre el lavado en frío y llegar a los 40°C.
- **Impermeable:** Utilizado para prendas impermeables con una temperatura de lavado de frío a 40°C.
- **Camisas:** Programa utilizado para camisas y blusas compuestas por algodón o fibras sintéticas con una temperatura de lavado de frío a 60°C.
- **Toallas:** Programa específico para lavar toallas a una temperatura de lavado que oscila entre el lavado en frío y los 90°C.
- **Higiene:** Permite lavar ropa que está en contacto con la piel compuesta de algodón o lino. Para una correcta higiene se recomienda utilizar una temperatura de lavado de 60°C o superior.
- **Ropa de bebé:** El programa realiza un lavado a una temperatura de hasta 90°C.
- **Aclarar + Centrifugar:** Se trata de un programa adicional al utilizado donde se realiza un aclarado al añadir el suavizante.

- **Desaguar/Centrifugar:** Es otro programa adicional donde se desagüa el interior de la lavadora y realiza un centrifugado más.
- **Limpieza del tambor:** Este programa se utiliza para limpiar la suciedad y las bacterias que se quedan en el tambor de la lavadora lavado tras lavado. Se debe realizar con el tambor vacío cada 40 lavados a una temperatura de entre los 60°C y los 70°C.
- **Día nublado:** Se trata de un programa específico para los días con una humedad elevada, ya que realiza un centrifugado específico para obtener un secado óptimo. Se realiza el lavado a una temperatura de frío a 60°C.
- **Ropa deportiva:** Utilizado para sudaderas, pantalones, camisetas o tops de entrenamiento. Este lavado ofrece un cuidado especial para este tipo de tejidos a una temperatura que oscila entre la temperatura de frío a los 40°C.
- **Color:** Es un programa adicional donde se realizan aclarados adicionales y un centrifugado reducido a una temperatura de frío a 40 °C.
- **Sintéticos:** Programa específico para tejidos compuesto de poliéster, poliamida u otros materiales sintéticos a una temperatura de lavado de frío a 60°C.
- **Delicados:** Programa óptimo para tejidos delicados que solo pueden ser lavados a mano utilizando una temperatura de lavado de frío a 40°C.
- **Ropa vaquera:** Es un programa utilizado para tejidos con esta característica donde utiliza un nivel de agua superior en el lavado principal, a una temperatura que puede variar hasta los 40°C.
- **Lavado silencioso:** Se utiliza este programa en las ocasiones que se requiera de reducir el sonido y las vibraciones. Se puede llegar a una temperatura de lavado de hasta 40°C.
- **Mezcla:** Se trata del único programa de lavado que permite lavar tejidos de algodón y tejidos de fibras sintéticas utilizando una temperatura de lavado máxima de 60°C.

Programas	Capacidad (kg)	Duración programa (HH:MM)	Consumo de energía (kWh/Ciclo)	Consumo de agua (L/Ciclo)	Temperatura máxima (°C)	Contenido de humedad residual (%)	Velocidad de centrifugado (RPM)
Eco 40-60	9	3:48	0,809	71,0	31	49,5	1400
	4,5	2:54	0,509	46,0	27	51,0	1400
	2,5	2:36	0,216	36,0	21	53,0	1400
Algodón 20 °C	9	3:19	0,357	117,0	20	53,0	1400
Algodón 60 °C	9	2:25	1,504	134,0	55	53,0	1400
Algodón 60 °C + Remojo burbujas	9	2:55	2,099	134,0	60	53,0	1400
Sintéticos 40 °C	4	2:25	0,680	68,0	40	32,0	1200
Rápido 15' Frío	2	0:15	0,015	43,0	15	105,0	800

Figura 5. Datos de los programas de lavado SAMSUNG modelo WW90T534DTW [21]. (Se ha querido remarcar el consumo de energía y la temperatura máxima).

Tras analizar en la Figura 5 los diferentes programas que ofrece una lavadora, se observa que la duración de los lavados puede variar entre 2 horas y 25 minutos hasta las 3 horas y 48 minutos, a excepción del lavado rápido que su duración es de 15 minutos. El consumo de agua en litros por ciclo no tiene por qué ser proporcional al tiempo de lavado, ya que el lavado con una duración de 3 horas y 48 minutos con capacidad máxima de 9 kg consume 71,0 L/ciclo, pero el lavado con una duración de 2 horas y 25 minutos consume 134,0 L/ciclo. Además, el lavado rápido de 15 minutos tiene un consumo de agua de 43,0 L/ciclo, sin embargo, el lavado Eco 40-60 con una capacidad de 4,5 kg tiene un consumo de 46,0 L/ciclo. Por lo que los usuarios pueden llegar a pensar que utilizando un programa de corto tiempo ayudan a no consumir tanta agua. Sin embargo, visualizando la tabla se observa que este pensamiento es incorrecto.

### 2.1.2. PARTES DE LA LAVADORA

Las lavadoras domésticas generalmente están compuestas por las mismas partes. En este apartado se muestran las partes de la lavadora SAMSUNG WW90T534DTW, que como se ha mencionado en el apartado 2.1 LA LAVADORA, es la más vendida en el mercado durante este último año [21].

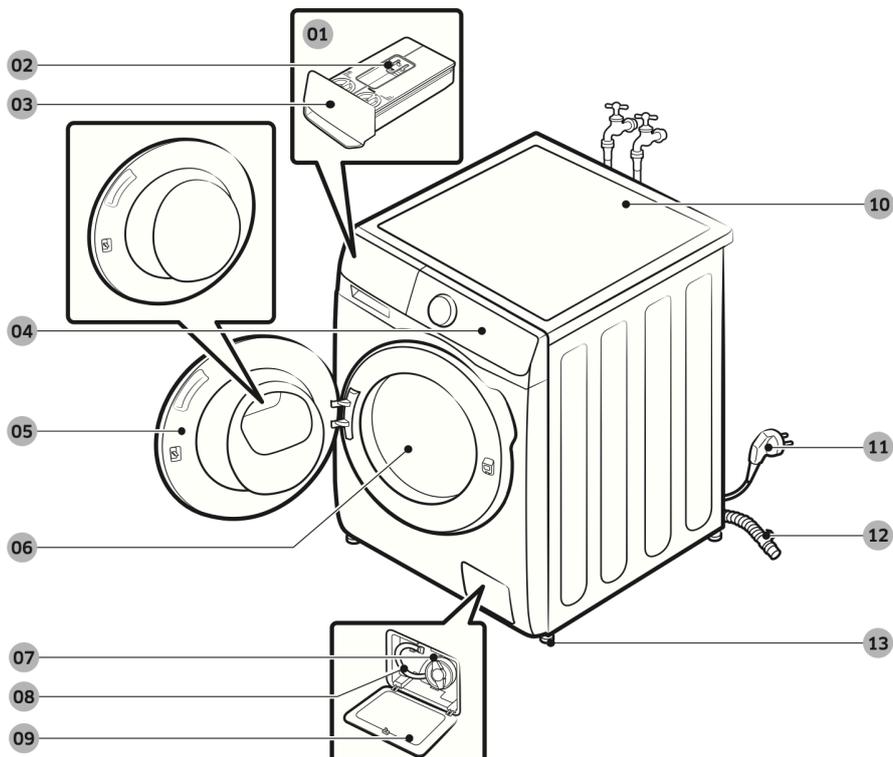


Figura 6. Partes de una lavadora. [21]

1. **Dosificador automático**, permite que la lavadora suministre el detergente o suavizante necesario según la carga colocada en el tambor.

2. **Palanca de desbloqueo**, permite extraer la cubeta del detergente para su posterior limpieza.
3. **Cubeta para detergente**, parte donde se vierten los detergentes y suavizantes a utiliza. Se ubica en la parte superior izquierda de la lavadora
4. **Panel de control**, contiene todos los botones para programar el lavado requerido. Desde este panel se pueden regular distintos parámetros como se ha comentado en el apartado anterior, la temperatura del lavado, el tiempo del lavado y el centrifugado. Se encuentra en la parte superior derecha de la lavadora.
5. **Puerta**, parte de la lavadora que permite introducir las prendas antes del lavado y una vez iniciado el programa permanece cerrada y bloqueada hasta que finalice. Algunos diseños de lavadoras cuentan con la puerta *AddWash* utilizada para añadir prendas una vez que el lavado ha comenzado.
6. **Tambor**, lugar donde se introduce la ropa que se desee lavar. Suele ser cilíndrica con agujeros pequeños por donde corre el agua del lavado.
7. **Filtros para residuos**, retiene los restos u objetos sólidos evitando que puedan dañar la ropa o los componentes de la lavadora pudiendo extraerlos con facilidad al limpiar el filtro. Se encuentra en la parte inferior derecha al abrir la tapa del filtro.
8. **Tubo de desagüe de emergencia**, ayuda al vaciado del tambor en caso de emergencia para poder extraer la ropa de la lavadora. Se encuentra detrás de la tapa del filtro.
9. **Tapa del filtro**, detrás de esta tapa se encuentran el tubo de desagüe de emergencia y el filtro para residuos. Se sitúa en la parte inferior derecha de la lavadora.
10. **Encimera**, parte superior de la lavadora.
11. **Enchufe**, cable de conexión que ofrece suministro eléctrico a la lavadora que se encuentra en la parte trasera.
12. **Manguera de desagüe**, encargada de evacuar el agua utilizada durante el lavado cuando finaliza el programa. Se sitúa en la parte trasera.
13. **Patas niveladoras**, evitan que por la vibración la lavadora se pueda mover o pueda generar algún tipo de ruido.

### 2.1.3. FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA

Es importante conocer cómo funcionan las lavadoras para saber cuál es el paso del agua durante cada programa de lavado. En primer lugar, una vez colocados las

prendas textiles en el interior de la lavadora, se llena el tambor de agua gracias a una bomba que lleva el agua desde la toma de agua a la lavadora. En el interior del tambor hay un sensor que detiene el paso del agua cuando el tambor tiene la suficiente para el lavado. A la vez que se va llenando de agua, el tambor va girando para que todo lo que haya en el interior se vaya mojando por igual. A continuación, el detergente va cayendo del cajón, dónde se ha colocado inicialmente, y va girando el tambor para facilitar la impregnación por igual con el agua. Si se ha utilizado un programa con una temperatura determinada, el agua se calienta por una resistencia de la lavadora.

Por otra parte, en cuanto al aclarado, la bomba vacía el tambor de la lavadora eliminando el agua sucia pasando por el filtro de la lavadora, donde deberían de quedarse las microfibras liberadas tras el lavado, y posteriormente se vuelve a llenar con agua limpia para eliminar el jabón restante. Este proceso se repite hasta que el detergente está eliminado por completo. Finalmente, en el centrifugado el tambor gira a la velocidad programada eliminando el agua sobrante gracias a la fuerza centrífuga [22].

En la Figura 7 se muestra el paso del agua desde el inicio del lavado, pasando por la manguera de fuelle, donde la bomba impulsa el agua para hacerla pasar por el filtro hasta la manguera de vaciado. La última zona antes de que el agua pase por la manguera de vaciado es el filtro, por lo que teóricamente debería ser es la zona donde se recogieran las microfibras generadas durante el proceso de lavado para que no se liberen junto a las aguas residuales, como se ha mencionado en el apartado 2.1.2. *PARTES DE LA LAVADORA.*

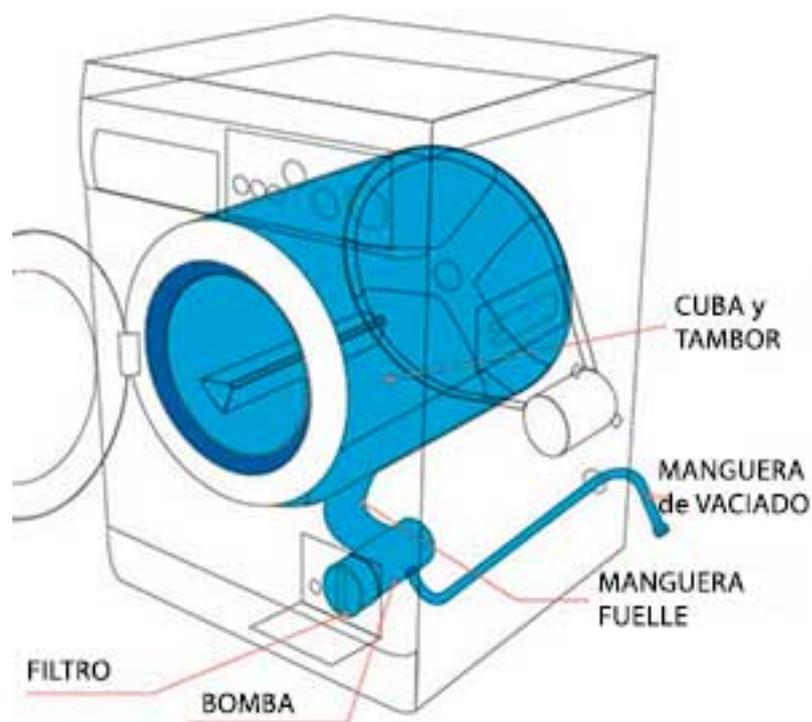


Figura 7. Paso del agua en la lavadora [23].

## 2.2. FILTROS DE LAVADORA

Las lavadoras a día de hoy cuentan con distintos métodos para poder atrapar la suciedad que desprende la ropa durante el lavado. Sin embargo, estos métodos no llegan a capturar la mayoría de las microfibras que se liberan, puesto que los filtros convencionales de las lavadoras retienen residuos con un tamaño considerable. Esto supone un problema, ya que el 85% de los microplásticos tiene un tamaño inferior a los 5 mm de longitud. En este apartado se analizan las distintas soluciones que se encuentran en el mercado en cuanto a la filtración de microfibras.

En el mercado se encuentran dos tipologías diferenciadas de filtros de lavadora. Por un lado, de forma más habitual, se encuentran los filtros convencionales que son los encontrados en las lavadoras domésticas, y, por otro lado, se encuentran filtros más concienciados con el medio ambiente, los filtros capaces de atrapar las microfibras. En este apartado se van a analizar ambos grupos de una forma general, mientras que en el Anexo A de la memoria se encuentran detallados de una forma más amplia.

### 2.2.1. FILTRO CONVENCIONAL

Este tipo de filtro es el más utilizado actualmente, puesto que es el que se encuentra en las lavadoras domésticas. Sin embargo, cada marca tiene un diseño del filtro diferente. Son filtros diseñados para atrapar pelusas y objetos que se olvidan en las prendas como pueden ser pañuelos, papeles...

Tras analizar las diferentes marcas que ofertan lavadoras se puede observar que no todos tienen el mismo tamaño de diámetro ni de altura, Además su forma estética es completamente diferente en cada caso.

La marca de lavadora **SAMSUNG** tiene en sus lavadoras tres filtros diferentes que dependen del modelo de lavadora que se utilice. En primer lugar el **filtro DC97-1** y el **filtro DC97-15695A** poseen una forma similar con un diámetro de 55,6 mm y una altura de 111mm [24, 28]. Ambos poseen dos capas de filtración, como se puede observar en las Figuras 8 y 10, para atrapar los elementos que puedan obstruir el paso del agua. Sin embargo, el otro filtro que ofrece Samsung, el **filtro DC97-09928D** solamente tiene una capa de filtración, además de poseer unos tamaños más



Figura 8. Filtro de lavadora Samsung DC97-1 [24].



Figura 9. Filtro de lavadora Samsung DC97-099238D [25].



Figura 10. Filtro de lavadora DC97-15695A [28].

pequeños de altura y diámetro respectó a los dos anteriores, concretamente un diámetro de 60 mm y una altura de 70 mm [26, 27].

La marca de lavadoras **LG** ofrece dos tipologías de filtro según el modelo de lavadora que se utilice. En primer lugar, el filtro **LG 383EER2001A** es similar al que ofrece la marca Samsung teniendo una altura de 101 mm [29, 30]. Sin embargo, solo posee una capa de filtración como se puede ver en la Figura 11. Por otro lado, el **filtro 388EER2001B** es de un tamaño inferior al comentado con anterioridad. Tiene una altura de 75 mm y un diámetro de 60 mm y su objetivo principal es proteger la bomba de los objetos que puedan provocar averías en ella [30, 31]. Como se observa en la Figura 12 no tiene ninguna capa de filtración.



Figura 11. Filtro de lavadora LG 388EER2001A [30].



Figura 12. Filtro de lavadora LG 388EER2001B [31].

Las lavadoras que pertenecen al grupo **BSH** están compuestas por las marcas Bosh, Balay, Siemens, Gaggenau, Lynx, Neff, Constructora, Novamatic, Viva, Pitsos y Profilo, por lo que utilizan filtros de lavadora similares. Los dos filtros, el **filtro Bosch Siemens 00614351** y el **filtro Bosch Siemens 0067920**, tienen un tamaño de altura de 75 mm sin embargo poseen un diámetro de 65 mm y 62 mm respectivamente [33, 34, 35, 36]. Como se observa en la Figura 13 y 14, hacen pasar el agua por orificios tubulares de diámetro inferior.



Figura 13. Filtro de lavadora grupo Bosch 00614351 [33].



Figura 14. Filtro de lavadora grupo Bosch 0067920 [36].

La marca **Fagor**, también está formada por múltiples marcas de lavadoras como son Fagor, Arison, Whirlpool, Indesit, Edesa, Brandt, Aspes, Mabe, Mastercook, Ocean, San Giorgio, Thomson, Vedette y Peral. Estas marcas utilizan el **filtro LA0934800** y el **filtro 1F1810**. El primer filtro, Figura 15, tiene una altura de 67 mm y un diámetro de 55 mm, además de una forma similar a los utilizados por el grupo BSH [38]. El segundo filtro, Figura 16, tiene unas dimensiones superiores con un diámetro de 75 mm y una altura de 115 mm [38]. Además, este filtro es el que posee una capa de filtración con los orificios más pequeños encontrado en el mercado.



Figura 15. Filtro de lavadora Fagor LA0934800 [37].



Figura 16. Filtro de lavadora Fagor 1F1810 [39].

Por último se encuentran los filtros de las lavadoras **AEG**, que utilizan dos modelos distintos el **filtro de lavadora 1327294011** y el **filtro 1327658017**. Como se observa en las Figuras 17 y 18 estéticamente son diferentes. No se posee información sobre las medidas de ambos productos pero se aprecia que el tamaño del primer filtro es inferior teniendo una capacidad de filtrado mayor al tener los orificios laterales y el cono azul en su interior.



Figura 17. Filtro de lavadora AEG 1327294011 [40].



Figura 18. Filtro de lavadora AEG 1327658017 [41]

Tras analizar los filtros que se encuentran en el mercado se observa como no poseen las mismas medidas en cuanto al diámetro ni la altura, variando de 55,6 a 75 mm en cuanto al diámetro y de 67 a 115 mm en cuanto a la altura. Además poseen formas y capas de filtración distintas en cada uno de ellos, variando en el número de capas, tamaño de los orificios y forma de la filtración.

### 2.2.2. FILTROS DE MICROFIBRAS

Esta tipología de filtros no es la más utilizada, puesto que los usuarios no le dan la importancia necesaria a las microfibras para llegar a comprarse un producto adicional que sea capaz de retener estas fibras. A continuación, se van analizar distintos productos que se encuentran en el mercado capaces de solucionar esta problemática.

En primer lugar, las **bolsas de filtros** son un producto adicional a la lavadora, por lo que no viene con la lavadora. Se coloca en el interior de lavadora junto con la ropa durante el lavado. Este producto dispone de recambios, ya que es reutilizable y su limpieza es sencilla por el material del que está fabricado, en este caso de poliéster [42]. Se ofrece en el mercado como filtro el cual captura pelusas, por lo que es capaz de capturar con éxito las microfibras más largas (>1000 mm), dejando de lado las microfibras más cortas (<500 mm) sin que lleguen al sistema de desagüe [14].



Figura 19. Bolsas de filtro [43].

El filtro **Cora Ball**, consiste en una bola de plástico con una especie de brazos con lo que recoge las fibras entre cada brazo. Este filtro se coloca en el interior de la lavadora, concretamente en el tambor estando en contacto con la ropa para poder atrapar las fibras durante el lavado. Al reducir la liberación de las fibras de la ropa, ayuda a que la vida útil de estas prendas pueda aumentar. Es capaz de reducir un 31% la cantidad de fibras que saldrían de la lavadora [44] con un tamaño de  $1,5 \pm 0,4$  mm [45]. Ofrecen este producto en el mercado como un buen producto utilizándolo

con los ciclos de lavado correcto para poder obtener la mayor eficiencia. No existe recambios de este producto, por lo que cuando finalice su vida útil de 5 años debes de adquirir uno nuevo [44].



Figura 20. Filtro Cora Ball [46].

El filtro **Lint LUV-R**, se coloca en la parte exterior de la lavadora haciendo pasar el agua de lavado por el puerto de entrada. El agua pasa por el filtro dejando las partículas en el interior de este y el agua continua su paso hasta el puerto de salida [47]. Lint LUV-R es capaz de reducir el número de microfibras liberadas a un 86%, capturando microfibras de un tamaño mínimo de  $0,4 \pm 0,1$  mm. Concretamente reduce las emisiones de las fibras de algodón un 65% y las fibras de poliéster un 74% [14]. Al ser transparente la carcasa del filtro se puede observar cuando se debe limpiar. Normalmente suele ser cada 3 semanas, sin embargo, todo depende del número de veces que se utilice la lavadora. Todos los restos que se encuentran en el filtro se pueden eliminar fácilmente y depositar en la basura, por lo que no se necesitan recambios [47].



Figura 21. Filtro Lint LUV-R [48].

El filtro **PlanetCare** también se coloca en la parte exterior de la lavadora, haciendo pasar por él el agua de desagüe para eliminar las microfibras liberadas durante el lavado. Es capaz de capturar el 90% de las microfibras con altos niveles de flujo de agua. Sus cartuchos se cambian cuando está repleto de microfibras cada 20 - 25 lavados para, posteriormente, enviarlos a la empresa y que puedan limpiarlos con el fin de poder usarlos de nuevo. De esta forma se aseguran que las microfibras no queden liberadas en los mares y océanos [49].



Figura 22. Filtro PlanetCare [50].

Por último, el **filtro AEG** solo es compatible para las lavadoras de la marca AEG, Electrolux y Zanuss, por lo que no es útil para el resto de las marcas. Este filtro también se coloca en la parte exterior de la lavadora, concretamente en la pared. Puede capturar el 90 % de las microfibras generadas de un tamaño mínimo de 45 micras. Cuando el filtro necesite ser lavado, se encenderá una luz denominada indicador de suciedad. Esta suciedad se depositará en la basura para eliminar estos residuos [51].



Figura 23. Filtro AEG [51].

### 2.3. CONCLUSIONES - ANTECEDENTES

Tras analizar los filtros de lavadora que se encuentran en el mercado se observa que existen tres tipologías distintas: los filtros convencionales, que se colocan en el interior de la lavadora; los filtros que atrapan las microfibras y las pelusas estando en contacto con la ropa, por lo que se colocan en el tambor de la lavadora; y los filtros que capturan un elevado número de microfibras tras cada lavado, los cuales se colocan en el exterior de la lavadora. Para el usuario es más cómodo optar por una solución donde el filtro se encuentre en el interior de la

lavadora o que se coloque en el tambor, sin embargo la opción que más captura microfibras son los filtros que se colocan en el exterior. Normalmente, en las viviendas construidas actualmente, las cuales destacan por el aprovechamiento al máximo del espacio, no se dispone de este espacio extra, ya que este tipo de electrodomésticos se suelen colocar de forma que menos espacio ocupen (integrados en los armarios de la cocina, junto a la secadora, encajonados entre otros muebles o electrodomésticos...).

En este trabajo se pretende realizar un rediseño de un filtro de lavadora que sea cómodo de utilizar para el usuario, que se pueda utilizar en las lavadoras actuales y que sea capaz de atrapar las microfibras. Por ello se ha optado por realizar un VTP para saber desde donde debería partir el rediseño del filtro. De esta forma, otras marcas pueden apostar por la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente realizando un pequeño rediseño de su filtro de lavadora.

Los requisitos necesarios para elegir el filtro son los siguientes:

- **Situarse en el interior de la lavadora.** En el mercado existen productos que capturan altos niveles de microfibras, sin embargo, deben de ser colocados en el exterior de la lavadora por lo que se necesita un espacio adicional en los hogares que, normalmente, no se dispone.
- **Tener diferentes capas de filtración.** Al tratarse de un filtro de lavadora, es conveniente que posea diferentes niveles de filtración pasando de unos orificios de mayor tamaño a menor. Así se facilita la retención y extracción de los residuos más voluminosos en las capas exteriores del filtro y no se produce ninguna obstrucción en las interiores.
- **Poseer una forma cilíndrica.** Al tratarse de un rediseño de una parte de la lavadora, es conveniente utilizar la misma forma del lugar donde va a ser colocado para que la lavadora no tenga que sufrir ninguna modificación.
- **Posibilidad de añadir una capa adicional.** Se pretende diseñar un filtro de lavadora textil capaz de retener estas microfibras, por lo que el filtro rediseñado debe de facilitar la colocación de esta capa adicional.

Una vez realizado el VTP que se pueden visualizar en el Anexo B del trabajo, se ha obtenido como resultado que los filtros más aptos para el rediseño son el filtro Samsung DC97-1 y el filtro Samsung DC97-15695A. Estos filtro poseen una estética similar por lo que se ha optado por rediseñar el **filtro Samsung DC97-1**, ya que es el utilizado por la lavadora más vendida durante las anualidades 2022 y 2023.

### 3. NORMATIVA

Todo el vertido de aguas residuales está controlado por los países de la Unión Europea y se necesita contar de una autorización para poder verter estas aguas. Las aguas residuales se someten a un proceso de depuración para conseguir la menor contaminación posible.

Estos vertidos están regulados por la siguiente normativa:

- **La Directiva 91/271/CEE**, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- **Real Decreto 509/1996**, del 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Por otro lado, en cuanto a los microplásticos centrados en las aguas residuales se ha encontrado la siguiente normativa:

- **UNE-EN ISO 4484-1:2023**. Textiles y productos textiles. Microplásticos de origen textil. Parte 1: Determinación de la pérdida de material de los tejidos durante el lavado. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2023.)
- **UNE-EN 14987:2007**. Plásticos. Evaluación de la aptitud de los plásticos para ser eliminados en plantas de tratamiento de aguas residuales. Programa de ensayo para la aceptación final y especificaciones.

#### 3.1. NORMATIVA APLICADA AL PRODUCTO

El producto a diseñar debe cumplir la siguiente normativa para asegurar su correcto funcionamiento:

- **UNE-EN ISO 12947-2:2017**. Textiles. Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale. Parte 2: Determinación de la rotura de la probeta.
- **UNE-EN ISO 9073-16:2009**. Textiles. Métodos de ensayo para los no tejidos. Parte 16: Determinación de la resistencia a la penetración de agua (presión hidrostática).
- **UNE-EN 13443-2:2005+A1:2008**. Equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios. Filtros mecánicos. Parte 2: Partículas de dimensiones comprendidas entre 1 µm y 80 µm . Requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.

## 4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**CA** : Ácido cítrico

**Disolución polimérica** : Se trata de mezclas líquidas de polímeros en disolventes.

**Fibras** : Estructura básica en los textiles.

**NF (nanofibras)** : Fibras de un tamaño nanométrico.

**No tejido** : Tela obtenida mediante el enmarañamiento de fibras entre sí, constituyendo una lámina del grosor deseado.

**PVA** : Alcohol de polivinilo.

**PP (polipropileno)** : Se trata de un polímero termoestable que se obtiene tras la polimerización del propileno. Es un material altamente utilizado por sus buenas propiedades.

**Sustrato base** : Material utilizado para recoger la deposición de nanofibras electrohiladas en el proceso de electrohilatura.

## 5. ESTUDIO DE USUARIOS

Para realizar un estudio de la población sobre el conocimiento que tienen sobre el filtro de lavadora, se ha realizado una encuesta para poder cuantificar los datos requeridos para el rediseño de este filtro. Está diseñada para que sea contestada por usuarios que utilicen la lavadora, sin embargo también puede rellenarla usuarios que no la utilicen.

Este apartado se ha redactado con la información obtenida en la encuesta comentada con anterioridad. La encuesta está compuesta por 9 preguntas de las cuales dos de ellas no tienen carácter obligatorio, puesto que es necesario obtener una respuesta positiva en la pregunta anterior.

Para conseguir la máxima difusión de la encuesta y poder obtener una mayor cantidad de información, el formulario se ha realizado con la herramienta GoogleForms, puesto que facilita la difusión al realizarse completamente online.

El título utilizado en la difusión de la encuesta ha sido:

“Trabajo Final de Grado”

y, la descripción que acompaña a la encuesta ha sido la siguiente:

“¡Hola!

Soy María, estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, y estoy realizando mi trabajo final de grado. El proyecto consiste en el rediseño de un filtro para lavadora que sea capaz de retener las microfibras que se liberan tras cada lavado. Estas microfibras llegan al medio acuático afectando al medio ambiente e incluso a los seres humanos, ya que se han llegado a encontrar en los peces y en agua embotellada.

Realizar la encuesta no lleva más de 5 minutos, y el objetivo es conocer el uso que tiene el público de la lavadora y, concretamente, de su filtro.

¡Muchas gracias por tu ayuda! “

Por otro lado, las preguntas que aparecían en la encuesta con sus respectivas opciones son las siguientes:

1. Edad:
  1. Menos de 25 años.
  2. De 26 a 35 años.
  3. De 36 a 45 años.
  4. De 46 a 55 años.
  5. Más de 56 años.
  
2. ¿Con qué frecuencia utilizas la lavadora?:
  1. De 1 a 2 veces por semana.
  2. De 3 a 4 veces por semana.
  3. De 5 a 6 veces por semana.
  4. Todos los días.
  5. Nunca.

3. ¿Sueles configurar el programa de lavado según las necesidades de la ropa que vayas a lavar?:
1. Sí.
  2. No.
4. ¿Qué programa de lavado es el que más utilizas?:
1. Eco 40 - 60.
  2. Algodón.
  3. Lavado IA.
  4. Rápido 15'.
  5. Super Speed.
  6. Lavado en frío.
  7. Lana.
  8. Ropa de cama.
  9. Impermeable.
  10. Camisas.
  11. Toallas.
  12. Higiene.
  13. Ropa de bebé.
  14. Día nublado.
  15. Ropa deportiva.
  16. Color.
  17. Sintéticos.
  18. Delicados.
  19. Ropa vaquera.
  20. Lavado silencioso.
  21. Mezcla.
5. ¿Sabías que por cada lavado se llegan a desprender 1900 fibras textiles de la ropa?:
1. Sí.
  2. No.
6. ¿Conoces la función del filtro de la lavadora?:
1. Sí.
  2. No.
7. ¿Crees que el filtro de la lavadora es capaz de captar gran parte de las fibras liberadas durante el lavado?:
1. Sí.
  2. No.
8. ¿Utilizarías otro filtro de lavadora que retuviera las microfibras liberadas durante el proceso de lavado?:
1. Sí.
  2. No.
9. Si el precio del filtro fuera más elevado que el convencional, ¿estarías dispuesto a comprarlo?:

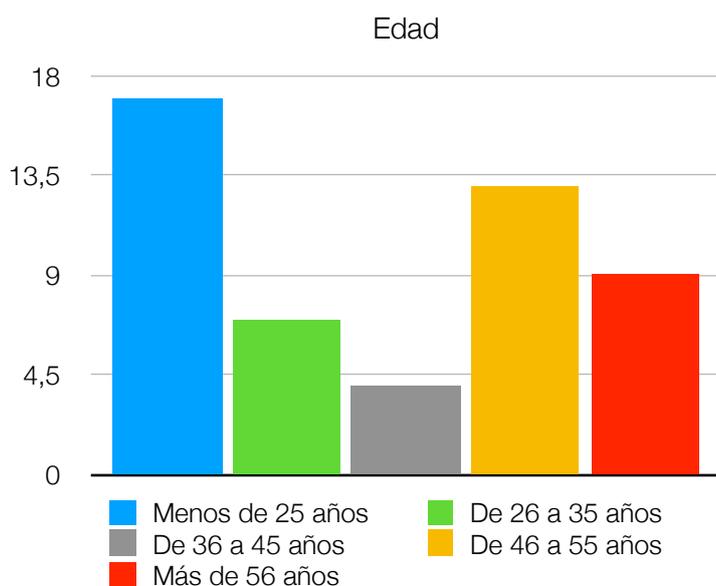
1. Sí.
2. No.

## 5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Se ha realizado esta encuesta con el objetivo de:

- Conocer el uso que le dan los usuarios a la lavadora, concretamente la configuración de los programas de lavado en cuanto a las necesidades de las prendas, además de los programas más empleados durante el día a día.
- Obtener información sobre el conocimiento que tienen los usuarios sobre la funcionalidad y capacidad de filtración de los filtros utilizados actualmente por las lavadoras.

## 5.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO



1. Las **edades** de los encuestados ha variado desde menos de los 25 años hasta más de los 56 años. Han participado 17 personas con menos de 25 años, 7 personas con una edad entre los 26 y 35 años, 4 personas con una edad entre los 36 y 45 años, 13 personas comprendidas en el rango de los 46 a 55 años y 9 personas con más de 56 años.

Figura 24. Edades de los encuestados.

2. La **frecuencia** con la que utilizan la lavadora los usuarios puede variar entre una vez por semana hasta llegar a todos los días de la semana. Al ser los usuarios de 25 años los más encuestados se ha obtenido un mayor porcentaje en realizar lavados 1 o 2 veces por semana.

3. Es importante **la configuración del lavado** dependiendo de las necesidades de las prendas que se vayan a lavar. La respuesta más elevada en este aspecto ha sido positiva, habiendo 39 usuarios que si configuran su lavado adecuadamente.

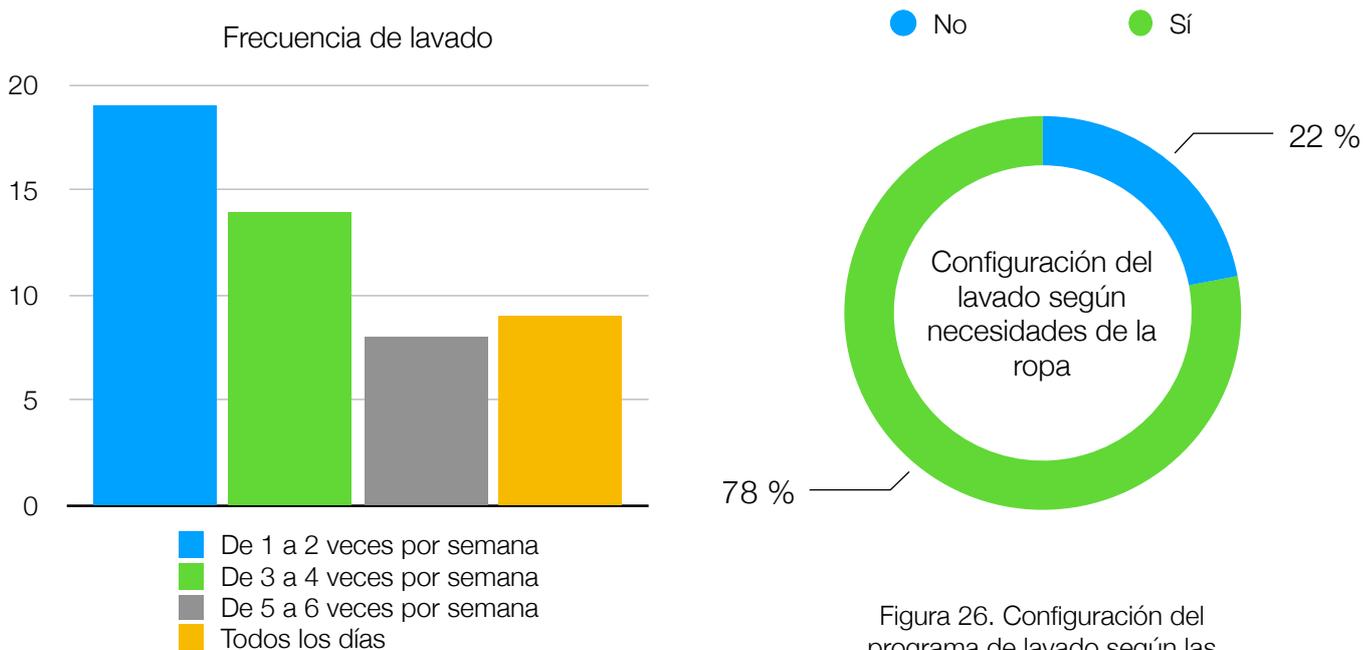


Figura 25. Frecuencia de lavado de los encuestados.

Figura 26. Configuración del programa de lavado según las necesidades de la ropa.

4. El **programa más utilizado** tras analizar las respuestas de los encuestados ha sido el programa rápido con una duración de 15 minutos. Los siguientes programas más utilizados son el Eco 40-60 y el lavado en frío. Sin embargo, hay 4 programas que no los han utilizado los usuarios encuestados. Estos programas son: Lavado IA, Higiene, Ropa de bebé y Día nublado.

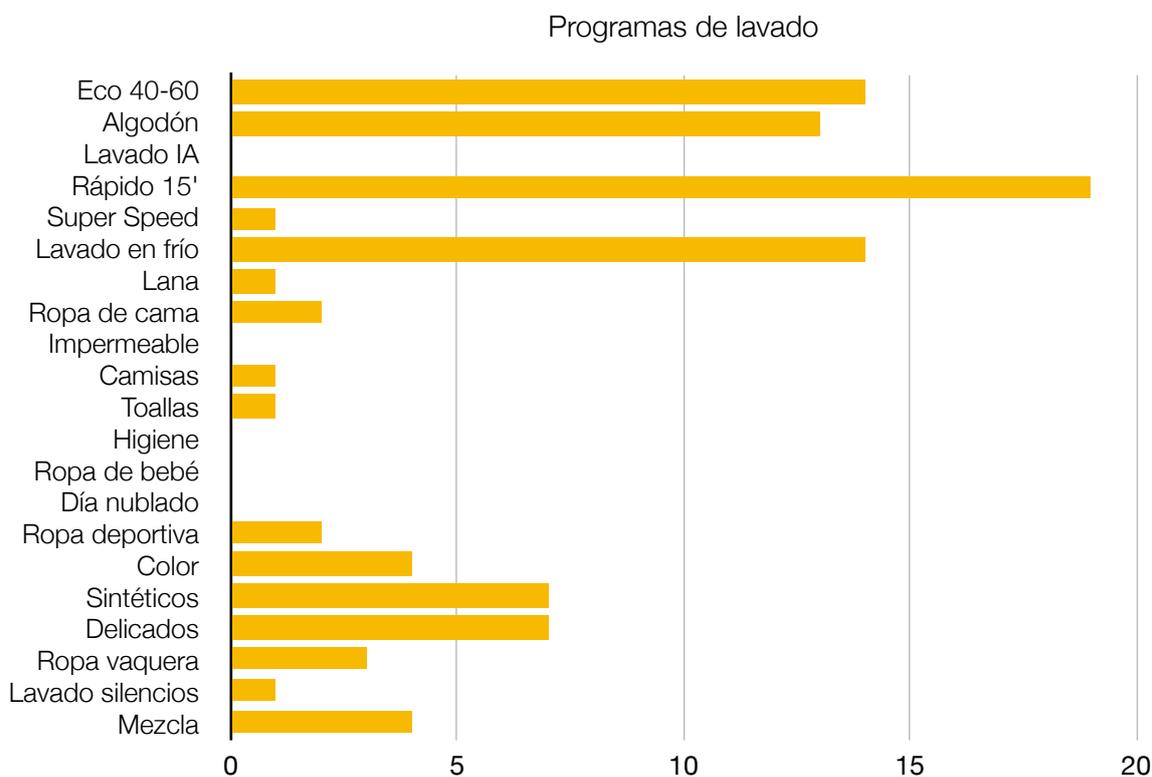


Figura 27. Programas de lavado más utilizados según los encuestados.

5. El **conocimiento del desprendimiento de fibras** tras el lavado es muy bajo. Solamente un 4% de las personas encuestadas conoce que se pueden llegar a desprender 1900 fibras textiles de la ropa. Siendo que el 96% no conocía esta problemática.

6. Tras analizar el conocimiento de los usuarios sobre el desprendimiento de fibras durante el lavado, se pregunta a los usuarios sobre el **funcionamiento del filtro de la lavadora**. 36 personas de las 50 encuestadas aseguran conocer el funcionamiento del filtro de la lavadora, mientras que 14 personas no conocen su función.

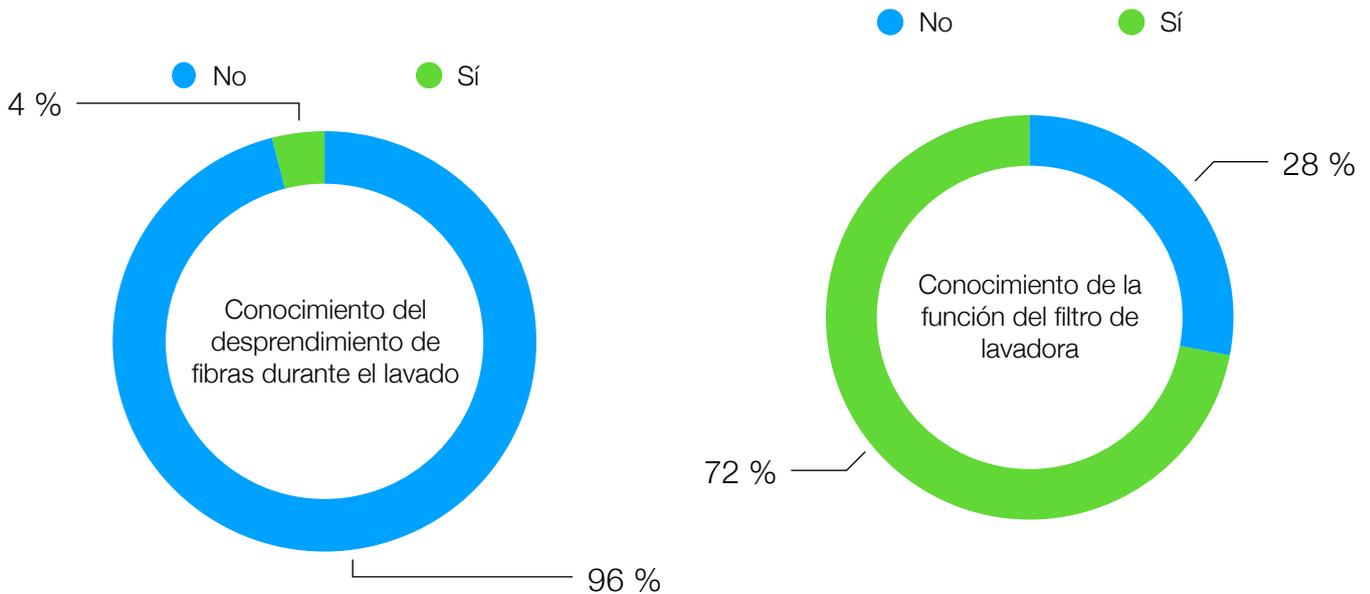


Figura 28. Conocimiento de los usuarios del desprendimiento de fibras durante el lavado.

Figura 29. Conocimiento de los usuarios del filtro de lavadora.

7. Con respecto al funcionamiento del filtro de la lavadora, se ha preguntado a los usuarios si creen que este debe de **captar las fibras liberadas** durante el lavado. El 60% de los encuestados piensan que no es capaz de captar estas fibras, sin embargo el 40% piensa que si.

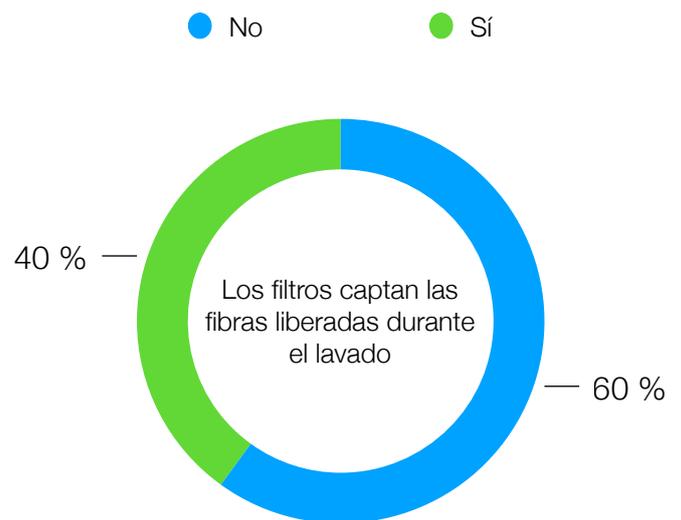


Figura 30. Conocimiento de los usuarios sobre la capacidad del filtro de captar las fibras.

8. A la pregunta de sí utilizarían un **filtro de lavadora que retuviera las microfibras** liberadas durante el proceso de lavado, el 90% de los encuestados estaría dispuesto a colocarlo en su lavadora.

9. Teniendo en cuenta la posibilidad de que un nuevo filtro de la lavadora sea capaz de captar las microfibras desprendidas de las prendas tendría un **precio más elevado** al utilizado actualmente, se ha querido preguntar a los usuarios si seguirían interesados en este nuevo filtro. Un 74% de los encuestado seguiría interesado en la utilización de este nuevo filtro.

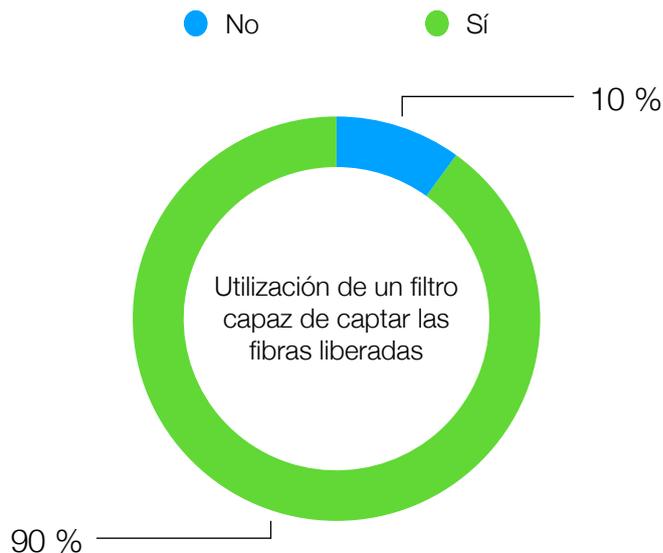


Figura 31. Utilización por parte del usuario de un filtro capaz de captar las microfibras.

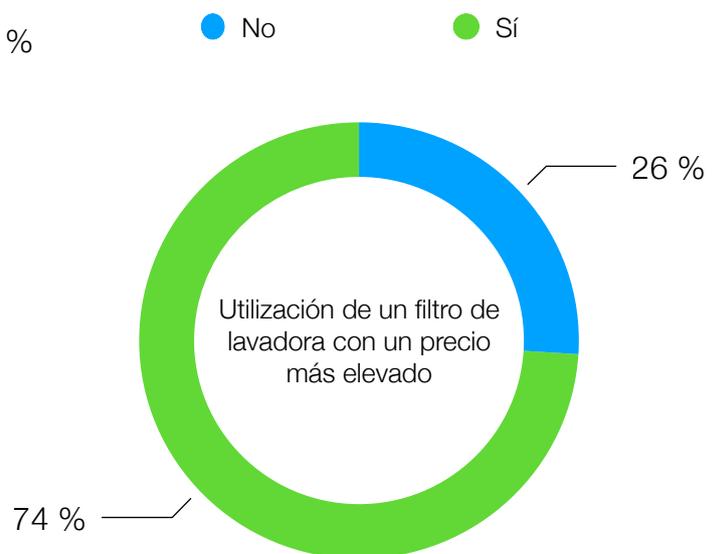


Figura 32. Utilización del filtro de lavadora con un precio más elevado.

### 5.3. CONCLUSIONES - ESTUDIO DE USUARIOS

Tras analizar las respuestas de la encuesta se han obtenido las siguientes conclusiones:

- La lavadora es un electrodoméstico utilizado como mínimo semanalmente por las personas, puesto que es necesario para la limpieza de las prendas que se utilizan en el día a día. Por lo que el filtro de microfibras, debe de ser un producto cómodo de utilizar y accesible por parte de los usuarios. En el mercado se encuentran productos que solucionan este problema, sin embargo, se requiere de un espacio adicional al lado de la lavadora, que en general, no se dispone.
- Los usuarios de lavadoras suelen configurar el programa de lavado según las necesidades de las prendas, por lo que están concienciados por cuidar sus prendas y prolongar su vida útil. Sin embargo, el programa más utilizado es el lavado Rápido 15'

por lo que existe una contradicción por parte de los encuestados. Este lavado se utiliza para prendas con un nivel de suciedad bajo, pero no está preparado para limpiar según la necesidad de la prenda. Es importante configurar el programa de lavado, ya que es una variable que puede afectar a la generación de microfibras durante el lavado.

- Generalmente, el usuario común, no tiene conocimiento sobre el desprendimiento de fibras durante el lavado, sin embargo, sí que estarían dispuestos a comprar un filtro de lavadora capaz de captar estos residuos, aunque su precio pueda ser más elevado que el encontrado actualmente. Por lo que, si conocieran los productos encontrados en el mercado en cuanto a los filtros de microfibras, sí que estarían dispuesto a adquirirlos.

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

En vista de que la liberación de microplásticos al medio acuático es un problema que con el paso de los años cada vez va más en aumento, ya que las personas usan la lavadora una media de 3 a 5 veces a la semana [52], sabiendo que por cada lavado se desprenden 1.900 microfibras, el objetivo a desarrollar es una alternativa textil que intente solucionar esta problemática.

A continuación, se exponen los requisitos de diseño que debe tener la nueva propuesta del filtro de la lavadora:

- **TAMAÑO DE PORO INFERIOR A 5 MM:** El tamaño de los microplásticos es inferior a los 5 mm por lo que el tamaño de poro debe ser menor a este para que las microfibras se queden atrapadas en él. En el mercado se encuentran diferentes propuestas de filtro de microfibras, sin embargo, solamente tres de ellas son capaces de capturar microfibras de 5 mm de longitud. Estos filtros son el filtro Lint LUV-R (Figura 21), el filtro PlanetCare (Figura 22) y el filtro AEG (Figura 23).
- **DISTINTAS CAPAS DE FILTRACIÓN:** No todo lo que pase por la manguera de fuelle hasta el filtro de la lavadora van a ser microfibras, también se pueden llegar a encontrar objetos más grandes como monedas, papel ... Por ello, el filtro debe tener varias capas de filtración variando el tamaño de poro. Estas capas deberán de ir de un tamaño de poro más grande a más pequeño para que los residuos se vayan quedando atrapados en las diferentes capas sin taponarlas y crear obstrucciones. Como se ha comentado en el punto 2. *ANTECEDENTES*, algunos de los filtros convencionales poseen estas distintas capas para poder evitar que los grandes residuos obstruyan los poros más pequeños.
- **SOPORTAR EL CAUDAL DEL AGUA:** Las lavadoras domésticas tienen un caudal de desagüe de 0,5 L/s a 1,5 L/s. Esta variación se debe a el tipo de lavador que sea, es decir, si es de 6 kg de carga o de 12 kg según la norma UNE EN 12056: Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios. Parte 2: Canalización de aguas residuales de aparatos sanitarios, diseño y cálculo (Figura 33). Dentro de esta clasificación se pueden dividir según el sistema de desagüe que utilicen:
  - **Sistema I**, sistema con bajante de descarga única con ramales de tuberías de descarga parcialmente llenas.
  - **Sistema II**, sistema con bajante de descarga única con ramales de tuberías de descarga de pequeño diámetro.
  - **Sistema III**, sistema con bajante de descarga única con ramales de tuberías de descarga totalmente llenas.
  - **Sistema IV**, sistema con bajantes de descarga separadas.

Aparato sanitario	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	UD l/s	UD l/s	UD l/s	UD l/s
Lavabo, bidé	0,5	0,3	0,3	0,3
Ducha sin tapón	0,6	0,4	0,4	0,4
Ducha con tapón	0,8	0,5	1,3	0,5
Urinario con cisterna de agua	0,8	0,5	0,4	0,5
Urinario con válvula de descarga de agua	0,5	0,3	–	0,3
Urinario de placa	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Bañera	0,8	0,6	1,3	0,5
Fregadero de cocina	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavavajillas doméstico	0,8	0,6	0,2	0,5
Lavadora hasta 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Lavadora hasta 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
Inodoro con cisterna de 4,0 l	**	1,8	**	**
Inodoro con cisterna de 6,0 l	2,0	1,8	1,2 a 1,7***	2,0
Inodoro con cisterna de 7,5 l	2,0	1,8	1,4 a 1,8***	2,0
Inodoro con cisterna de 9,0 l	2,5	2,0	1,6 a 2,0***	2,5
Sumidero de suelo DN 50	0,8	0,9	–	0,6
Sumidero de suelo DN 70	1,5	0,9	–	1,0
Sumidero de suelo DN 100	2,0	1,2	–	1,3

\* Por persona  
\*\* No permitido  
\*\*\* Depende del tipo (válido sólo para inodoros con sifón de aspiración)  
– no usado o no se dispone de datos

Figura 33. Caudal de desagüe de aparatos sanitarios [53].

Por lo que el diseño de este nuevo filtro debe soportar el caudal desde 0,5 L/s a 1,5 L/s para poder ser acoplada a cualquier modelo de lavadora sin sufrir ninguna variación durante su uso.

- **RESISTENCIA A LA PRESIÓN DEL AGUA:** Para llenar de forma correcta la lavadora de agua durante el tiempo recomendado, debe haber una presión agua de entre 0,1 y 10 MPa [54]. Si la lavadora tiene una presión de agua inferior puede causar un fallo en la válvula de agua. El rediseño del filtro de la lavadora debe de soportar la presión mencionada sin que se deforme.
- **RESISTENCIA A LA TEMPERATURA MÁXIMA DE 95°C:** Según el tipo de programa existen lavadoras capaces de lavar desde agua en frío hasta alcanzar los 95°C, por lo que el filtro que se va a diseñar debe estar compuesto por materiales que soporten dicha temperatura sin sufrir ninguna deformación o bajada del rendimiento.
- **ADAPTACIÓN A LAS DISTINTAS LAVADORAS:** El problema de los microplásticos es a nivel mundial, por lo que se pretende que se aplique esta solución a todas las lavadoras que existen en el mercado. Por ello, se pretende que el nuevo diseño se acople a cualquier lavadora, ya sea de una forma u otra. Como se ha visto en las encuestas, los usuarios estarían dispuestos a utilizar esta tipología de filtros. Sin embargo, el filtro AEG encontrado en el mercado solamente es compatible con lavadoras de esta marca.
- **REPUESTOS:** Cuando el filtro alcance el fin de su vida útil, es importante tener la posibilidad de cambiar o limpiar el filtro para poder seguir con su función. En el estudio de mercado se encuentran las dos tipologías de filtros, los filtros que cuentan con repuestos a un precio asequible y los filtros que se deben de limpiar o enviar a la empresa para que realicen este limpiado.

- **FACILIDAD DE MANEJO:** Al ser un producto adicional a la lavadora, es necesario que sea cómodo para el usuario y que no le resulte complicado o problemática su utilización. A pesar de que existan productos que se coloquen en el interior de la lavadora conjuntamente con la ropa como lo son el CoraBall (Figura 20) y la bolsa de filtración (Figura 19), el momento de limpieza del producto puede suponer un proceso complicado y cansado para el usuario.
- **MEJORA EN CUANTO A LO QUE SE PUEDE ENCONTRAR EN EL MERCADO:** Como se observa en el apartado 2.2. *FILTROS DE LAVADORA*, varias empresas ofrecen la solución de un dispositivo adicional que se coloca en la parte exterior de la lavadora. Este dispositivo no ofrece estética en cuanto a diseño y, además, para poder utilizar se debe de disponer de un espacio adicional para poder colocarlo.
- **UTILIZAR UN MATERIAL HIDRÓFOTO:** Al estar en contacto constante con el agua, puede sufrir variaciones en su forma por absorber el agua. Por ello se ha optado para el rediseño de este filtro, un material que no sea capaz de absorber el agua del lavado. Concretamente, los filtros de repuesto utilizados en los filtros de microplásticos como el Lint LUV-R (Figura 21) utilizan materiales como el polipropileno.

## 6.1. CONCLUSIONES - REQUISITOS DE DISEÑO

Al optar por todos estos requisitos de diseño se ha elegido por la aplicación de un sustrato textil con la posibilidad de tener un tamaño de poro idóneo para la filtración de microfibras; con altas propiedades mecánicas capaces de soportar el caudal, la presión y la temperatura del agua durante el lavado; la utilización de un sustrato textil facilita su manipulación y comodidad en cuanto a lo encontrado en el mercado; y tiene la posibilidad de realizarse con un material hidrófobo.

## 7. OBJETIVOS

Este nuevo rediseño debe de ser capaz de eliminar los microplásticos generados durante el proceso de lavado para contribuir al cuidado de las aguas y evitar el vertido de partículas contaminantes al medio acuático.

Como se ha comentado en el apartado anterior, se ha optado por utilizar un sustrato textil, ya que se suelen utilizar ampliamente para la filtración debido a los espacios que se genera entre los hilos y fibras que lo componen. Estos espacios pueden variar en función del tipo de hilo, ligamento, proceso de fabricación del textil, etc.

El desarrollo de este nuevo producto contribuye al logro de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible. Por una parte, se encuentra el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento”, donde la importancia del saneamiento del agua es vital para la higiene y prevenir las enfermedades [12], y el ODS 14 “Vida submarina”, donde se resalta la importancia de proteger este medio, puesto que es la base fundamental para la vida en la Tierra [13]. Además, también está implicado con el ODS 1 “Fin de la pobreza” y el ODS 7 “Energía asequible y no contaminante”, ya que el tratamiento del agua potable es uno de los primeros pasos para acabar con la pobreza y la contaminación de este medio.

## 8. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En este apartado se estudian las distintas posibilidades de obtener el diseño del producto que se desarrolla en este trabajo. Se empezará realizando una descripción general del producto, pasando por las diferentes propuestas de diseño, métodos de obtención y materiales a utilizar.

### 8.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

La función principal del filtro de lavadora encontrado en las lavadoras domésticas es la de captar desechos como papeles, pelusas, botones..., que se encuentran en las prendas que se someten a procesos de lavado.

Como se ha comentado en apartados anteriores, lo que se busca con este rediseño es que el filtro de la lavadora sea capaz de captar las microfibras liberadas durante el proceso de lavado con un tamaño inferior a los 5 mm de longitud. Se pretende evitar que todas estas microfibras acaben en el medio acuático como lo están haciendo actualmente.

La parte convencional del filtro de lavadora no es capaz de atrapar las microfibras que poseen un tamaño 5 mm de longitud puesto que sus poros poseen tamaños muy elevados para poder filtrar estos residuos. A nivel industrial no es posible fabricar piezas poliméricas con el tamaño necesario para evitar esta contaminación, por ello se ha optado por añadir un sustrato textil que realice la función de filtración.

Al basarse en un rediseño del producto, lo que se pretende es centrarse en la incorporación de un nuevo producto textil en el filtro de lavadora que será el responsable de captar estos residuos. Las especificaciones del nuevo diseño del producto han quedado plasmadas en el apartado 6. *REQUISITOS DEL DISEÑO*.

Con este nuevo diseño se busca que el producto sea utilizado por la mayor cantidad de personas posibles ya que, tras realizar la encuesta, la mayoría estaban dispuestas a utilizarlo a pesar de su posible incremento de precio comparado con el filtro convencional.

### 8.2. VARIABLES DE DISEÑO

Una vez realizados distintos bocetos de lo que podría ser el rediseño del filtro de la lavadora con la adición del nuevo filtro textil, que se puede encontrar en el Anexo C: Bocetos, se ha realizado un VTP (Anexo D: VTP de los bocetos) para optar por la mejor solución del producto. En este estudio se han evaluado las distintas características:

- Forma circular.
- Diferentes capas de filtración.
- Capas de filtración de mayor a menor tamaño de poro.

- Fácil colocación del filtro textil.

Al realizar el VTP, se ha obtenido que la mejor solución para el rediseño de este filtro es la que se puede observar en la Figura 34.

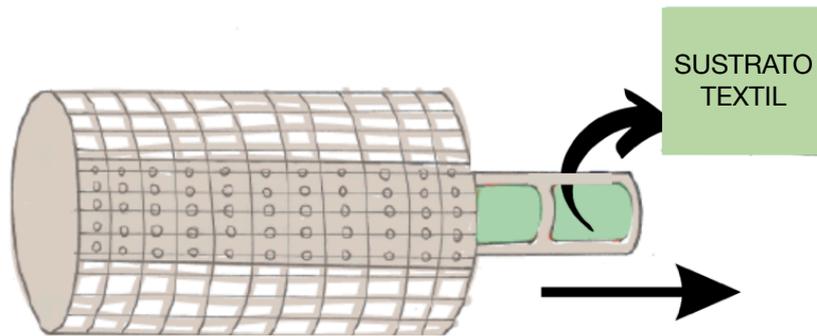


Figura 34. Rediseño del filtro de lavadora.

### 8.2.1. ELEMENTOS COMPONENTES

El filtro rediseñado está compuesto de tres partes diferenciadas, una de ellas es la estructura exterior del filtro de la lavadora, dentro de ella se acoplan el soporte del sustrato textil y el filtro textil.

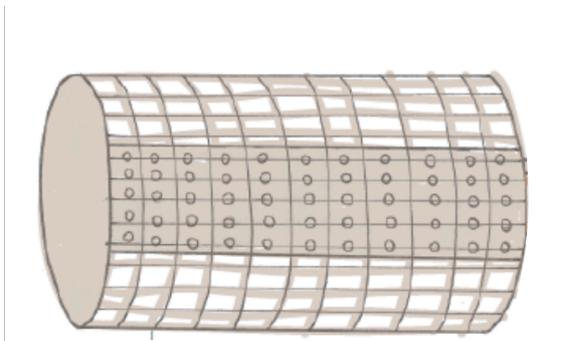


Figura 35. Estructura exterior del filtro de lavadora.

La **primera parte** de este filtro, la estructura exterior, es la diseñada para la lavadora SAMSUNG por lo que solo se podrá utilizar en esta lavadora. Sin embargo, como se pretende llegar a todas las lavadoras comercializadas en el mercado, las otras marcas deberán modificar su filtro de una forma similar. Este elemento del filtro generalmente suele estar producido mediante el proceso de inyección. Este proceso no es capaz de realizar tamaños de poro tan pequeños como los que se necesita para atrapar estas microfibras.

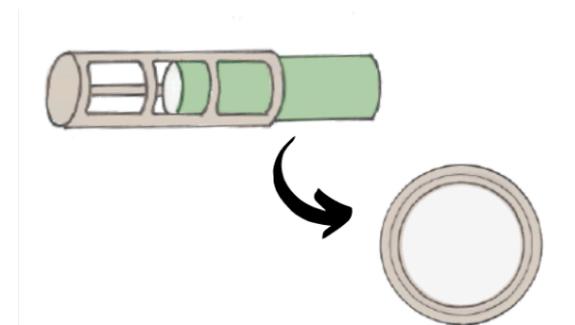


Figura 36. Soporte del filtro textil.

La **segunda parte**, el soporte del filtro textil, se encuentra en el interior de la estructura exterior, parte anterior. Su función principal es sujetar el filtro textil para que su forma no se deforme durante su utilización. Además, como se observa en la Figura 36, este soporte cuenta con una guía para facilitar su colocación y extracción.



La **tercera parte** que forma este rediseño es el sustrato textil, que realiza la función de tercera capa de filtrado y es la encargada de retener las microfibras generadas durante el lavado.

Figura 37. Filtro textil.

Con el rediseño de este filtro de lavadora, se ha pretendido que existan varias capas de filtrado, concretamente se ha optado por 3 capas como se puede observar en la Figura 38. Estas capas están colocadas desde un filtrado de partículas de mayor tamaño hasta un filtrado de partícula con un tamaño inferior.

Se ha optado por utilizar este número de capas, ya que el filtro desde el que se basa el rediseño ya cuenta con dos capas de filtración, una primera capa de mayor tamaño de poro superior y una segunda capa con un tamaño inferior. Como se pretende añadir un elemento filtrante textil que aumente la capacidad de filtración, se necesitan de un tamaño de poro inferior que es el que será conseguido con el sustrato textil.

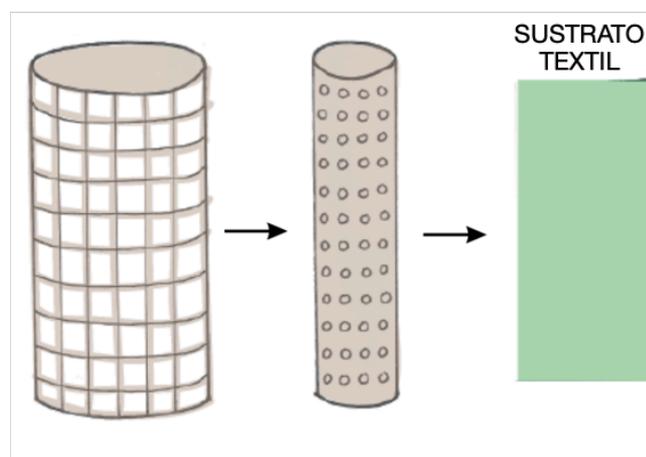


Figura 38. Capas de filtración.

### 8.3. MÉTODO DE OBTENCIÓN

Al diseñar un producto constituido por tres partes, se deben evaluar los distintos métodos de obtención de cada uno de los componentes. Por una parte, se encuentra la estructura exterior y el soporte del filtro textil; y por otra parte, se encuentra el propio sustrato textil.

### 8.3.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL

Existen diferentes procesos de fabricación con lo que obtener piezas poliméricas. Estos procesos son: extrusión, extrusión-soplado, inyección, inyección-soplado, moldeo rotaciones, termoconformado, moldeo por compresión y moldeo por transferencia. A continuación, se va a profundizar en cada proceso para conocer cuál es el más apto para el diseño de la estructura exterior y soporte del filtro textil.

- **Extrusión:** Proceso continuo por el que se hace pasar el material deseado por una matriz para obtener dicha forma, por lo que su sección transversal también queda marcada por la matriz. Esta técnica se suele utilizar para obtener tubos, mangueras, cables, perfilería, láminas... [55].

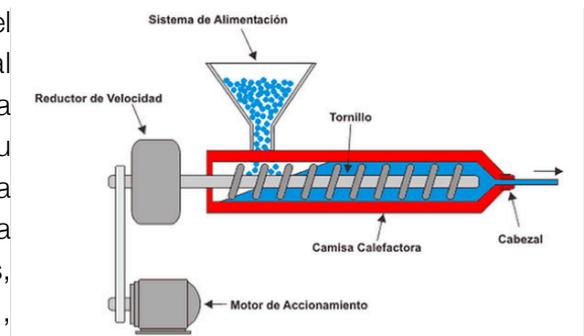


Figura 39. Procesos de extrusión [56].

- **Extrusión - soplado:** Generalmente se utiliza para obtener piezas huecas sin costuras. Es un proceso que parte del proceso de extrusión, por el que se extruye un tubo y se le aplica aire a presión dentro de un molde para obtener la forma deseada como se observa en la Figura 37 [55].

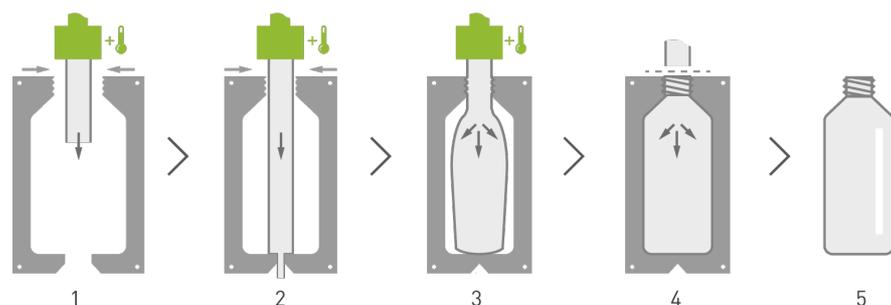


Figura 40. Proceso de extrusión - soplado [57].

- **Inyección:** Es un proceso donde el polímero se calienta hasta encontrarse en un estado líquido para posteriormente ser inyectado bajo presión dentro de un molde. Este molde es el que determina la forma final de la pieza [55].

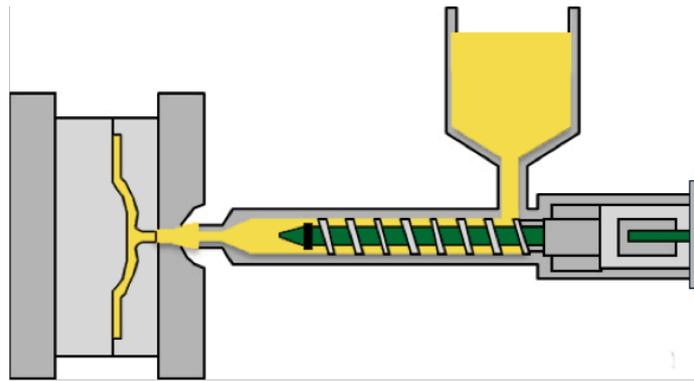


Figura 41. Proceso de inyección [58].

- **Inyección - soplado:** Este proceso es similar al proceso de extrusión - soplado pero partiendo de la inyección. A partir de una preforma inyectable se aplica aire a presión dentro de un molde para obtener la forma deseada [55].

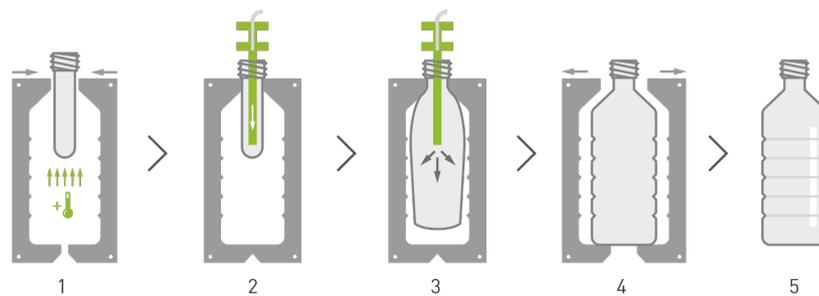


Figura 42. Proceso de inyección-soplado [59].

- **Moldeo rotacional o rotomoldeo:** Se utiliza para generar piezas huecas. Se coloca el polímero dentro del molde rotacional, donde al aplicarle temperatura y movimientos giratorios a ambos sentidos se obtiene una pieza hueca con un espesor continuo. Generalmente se usa en producciones sencillas y de piezas de gran tamaño [55].

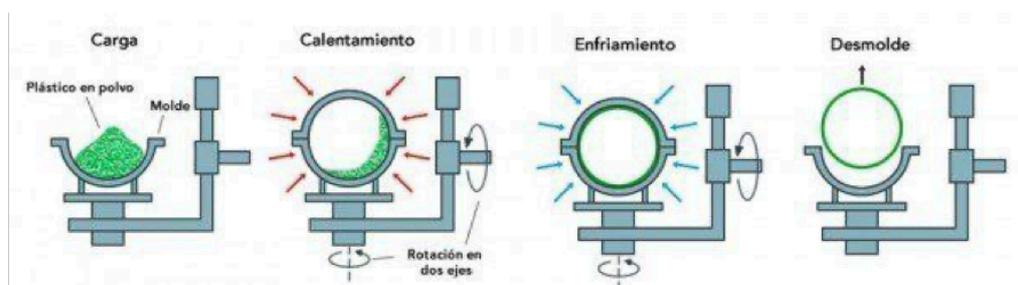


Figura 43. Proceso de moldeo rotacional o rotomoldeo [60].

- **Termoconformado:** Proceso que está compuesto por dos etapas: el calentamiento y el conformado. Existen tres tipos de conformado [55]:
  - **Termoconformado al vacío:** Se utiliza al vacío para que se succione la lámina del polímero en el interior del molde.
  - **Termoconformado a presión:** La lámina de polímero se presiona desde la parte superior mediante aire a presión.
  - **Termoconformado mecánico:** Se utilizan dos partes del molde donde entre ambas se coloca la lámina polimérica y mediante la presión ejercida por la parte superior del molde, se obtiene la pieza deseada.

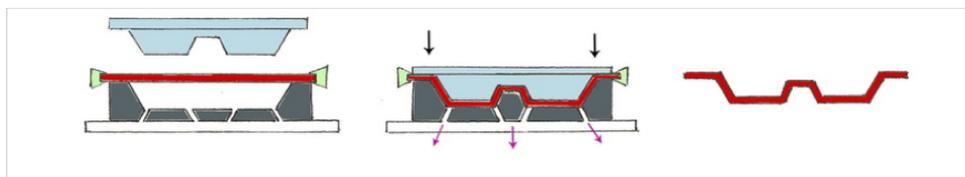


Figura 44. Proceso de termoconformado [61].

- **Moldeo por compresión:** Se coloca el polímero en forma de granza o polvo en la parte inferior del molde, donde al aplicarle cierta temperatura el molde superior ejerce presión para obtener la forma de la pieza [55].

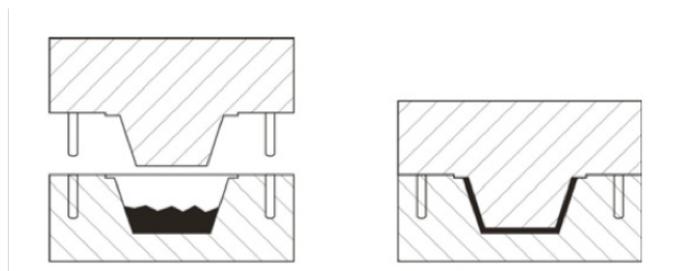


Figura 45. Proceso de molde por compresión [62].

- **Molde por transferencia:** Se coloca una preforma termoplástica en un depósito de transferencia del molde donde se calienta. Posteriormente, se aplica presión para hacer fluir el polímero dentro de la cavidad del molde [55].

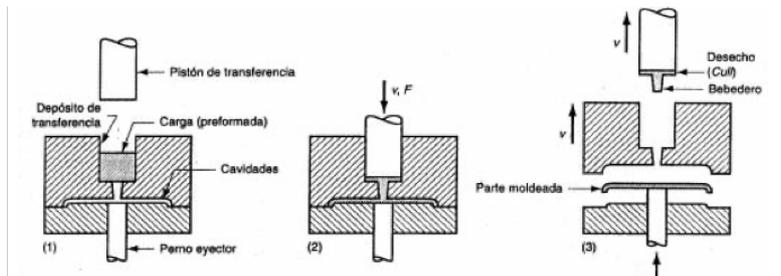


Figura 46. Proceso de molde por transferencia [63].

La estructura exterior y el soporte son piezas complejas que requieren de un proceso capaz de ofrecer su respectivo acabado, por lo que finalmente, tras analizar todos los procesos de fabricación, se ha optado por **el proceso de inyección**, ya que es el utilizado actualmente para la realización del filtro. Con este proceso de fabricación se obtienen piezas con un alto nivel de detalle donde se puede optar a una gran selección de materiales según el objetivo deseado.

### 8.3.2. SUSTRATO TEXTIL

Dentro de las opciones de los textiles que pueden ser utilizados como sustrato filtrantes se encuentran los no tejidos y los tejidos, tanto de punto como de calada. Sin embargo, se deben de descartar estos últimos puesto que su producción posee un elevado coste, además de su baja capacidad de filtración frente a los no tejidos.

Los **no tejidos** son diseñados a partir materiales textiles como pueden ser fibras, filamentos continuos o hilos cortados, de materias naturales o sintéticas, que se enmarañan entre sí de cualquier forma creando redes. Los no tejidos se obtienen siguiendo este procedimiento [64,65]:

1. La elaboración del velo, que se puede realizar de distintas formas:

- Vía seca, donde se encuentran los métodos de Cardado y *Airlaid*.
- Vía húmeda.
- Vía fusión, donde se pueden utilizar dos métodos distintos: *Spunbounbed* y *Metblown*.

2. El plegado de velos. Este paso del procedimiento es opcional.

3. La consolidación de velos, que se puede obtener mediante tres métodos:

- Mecánico.

- Químico.
- Térmico.

#### 4. Tratamiento finales.

Al tener diferentes métodos de obtener un no tejido, se deben analizar cada uno de ellos para conocer cuál es el método óptimo para realizar un no tejido de filtración.

En primer lugar, se encuentra la vía seca, proceso en el que se incluyen los métodos de cardado y de vía aérea o *Airlaid* [66]. En el **cardado**, las fibras están colocadas de forma paralela por los cilindros dentados, estos tienen el objetivo de desenredar y mezclar las fibras creando una superficie homogénea. Sin embargo, en la técnica ***airlaid***, utiliza el aire para crear una red homogénea de fibras cortas colocadas de forma aleatoria. La unión de estas fibras, que se encuentran depositadas en la cinta transportadora, se puede realizar mediante distintos métodos según la aplicación a la que se destine el no tejido: unión química, unión térmica, *spunlace* y punzonado [67]. Ambos métodos utilizan como base fibras cortas para obtener los no tejidos.

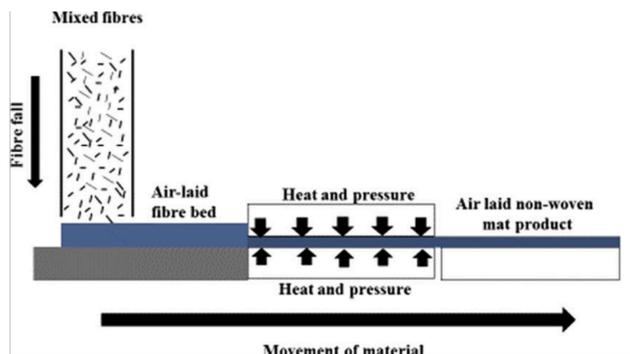


Figura 47. Proceso *airlaid* [68].

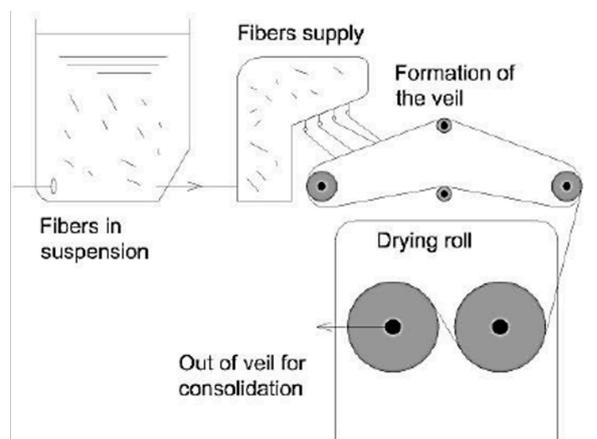


Figura 48. Proceso de vía húmeda [68].

La **vía húmeda**, es un método donde las fibras se encuentran suspendidas en un medio acuoso y, posteriormente, se colectan a través de unos filtros donde depositan las fibras en una cama. Este método se suele utilizar en el desarrollo de bolsas de té, filtros de café y toallitas [64,68].

Por último, en el método vía fusión no se utiliza la fibra como materia prima, si no que se utiliza un polímero en granza como base. Existen dos técnicas dentro del método de vía fusión: *Spunbonded* y *Metblown*.

El *Spunbonded* realiza una cortina de filamentos extraídos a los cuales se les aplica una corriente de aire para enfriarlos y, posteriormente, colocarlos de forma aleatoria en la cinta transportadora. A esta red de filamentos se le aplica cierta temperatura y presión para poder obtener el no tejido. Estos no tejidos se suelen utilizar en productos de higiene para bebés y adultos, e incluso para protección médica. Sin embargo, estos no tejidos suelen fabricarse con un espesor mínimo. Finalmente, la técnica *Metblown* utiliza polímeros termoplásticos para poder obtener mediante la extrusión, filamentos continuos y finos. Con la ayuda de aire a alta velocidad se forma una tela fina de no tejido [69]. Este método se ha convertido en una técnica nivel industrial importante por su buena capacidad de filtración tanto en líquido como en gaseoso [70], sin embargo, su resistencia al desgarrar no es muy elevada.

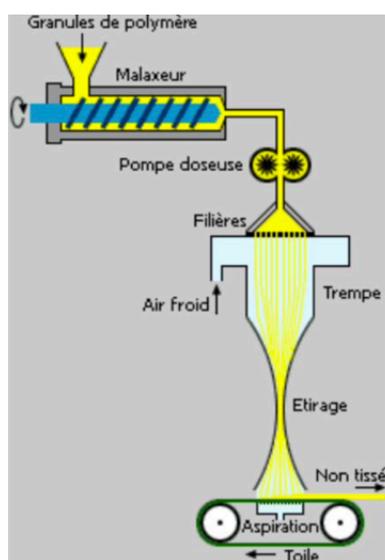


Figura 49. Proceso *Spunbonded* [71].

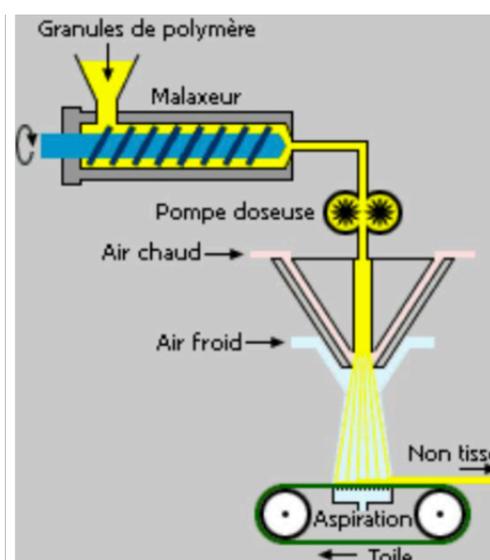


Figura 50. Proceso *Metblown* [71].

Tras analizar los tres métodos existentes para la fabricación de no tejidos, se ha descartado en un primer momento el proceso vía fusión ya que, a pesar de poseer buenas capacidades de filtración, su rigidez y resistencia es muy baja comparada a la conseguida mediante otros métodos. Por otro lado, también se ha descartado la posibilidad de realizar el no tejido mediante el proceso de vía húmeda, ya que también se obtienen no tejidos con bajas propiedades mecánicas. Por lo que finalmente, se ha optado por un proceso por **vía seca**, concretamente por el método *airlaid* con una unión de las fibras mediante consolidado térmico *spunlace* y un consolidado mecánico de **calandrado**.

A continuación se muestra un no tejido con la estructura deseada teniendo un tamaño de poro aproximado de 100  $\mu\text{m}$ .

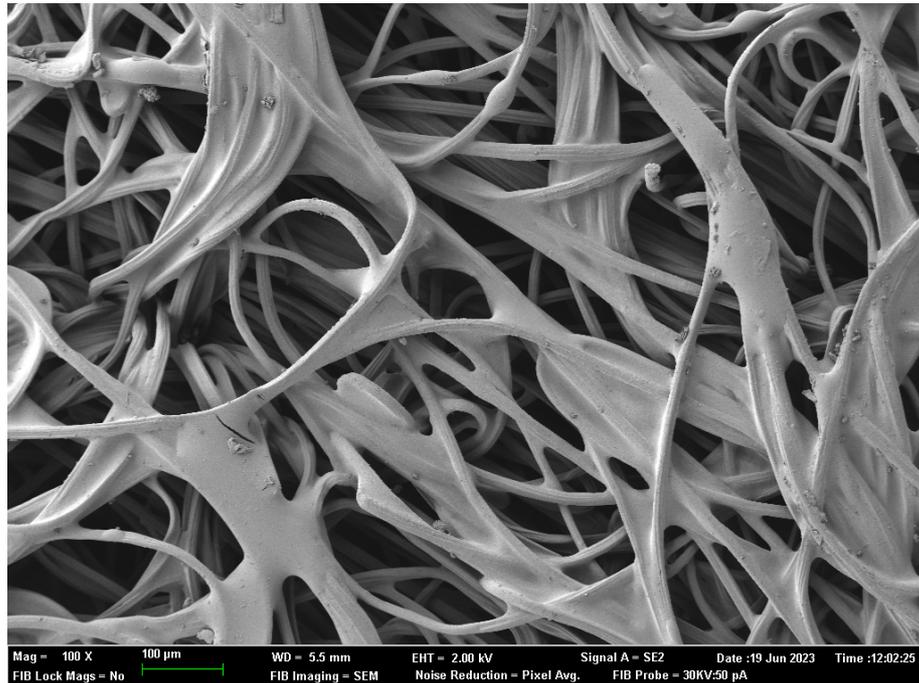


Figura 51. Imagen SEM no tejido.

Como se pretende añadir un elemento filtrante textil que aumente la capacidad de filtración, se necesita de un tamaño de poro nanométrico que es el conseguido por las nanofibras (NF). Sin embargo, las grandes desventajas de estos velos es su sensibilidad a ser manipulados y sus bajas propiedades mecánicas.

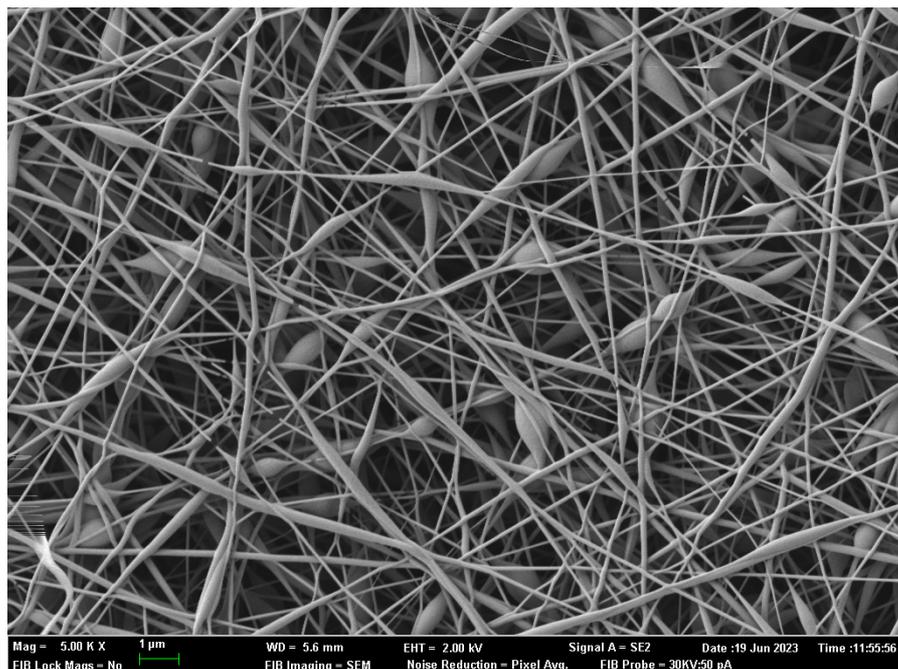


Figura 52. Imagen SEM velo de nanofibras.

### 8.3.2.1. NANOFIBRAS

Para obtener el velo de nanofibras (NF) se ha optado por la técnica del **electrospinning** o electrohilado. Esta técnica es capaz de producir fibras poliméricas de tamaño nanométrico con una gran superficie electrohilada de una forma sencilla. Las características principales de esta técnica son la alta relación entre el área superficial electrohilada y el volumen que ocupa, la flexibilidad de las muestras, así como la variabilidad de la morfología de las nanofibras. Además, al tratarse de nanofibras, los espacios que se generan entre ellas también tiene tamaño nanométrico.

Estas fibras se forman por la aplicación de un campo electrostático entre la solución polimérica y la superficie colectora, donde el polo positivo se encuentra en la aguja del capilar, que es la parte de inyección de la solución, y el polo negativo, que está conectado en la superficie colectora. Ambos electrodos tienen que estar separados entre ellos a una distancia de 5 cm a 30 cm para que la deposición de fibras sea la correcta. Según sea el objetivo que se esté buscando, la base de la superficie colectora se podrá recubrir de una materia u otra, pudiendo optar desde tejidos hasta papel de aluminio. Sobre esta base se depositan todas las nanofibras durante el proceso de electrohilado generando una textura, densidad y color característico [72].

Para que el proceso de electrohilado sea el correcto, se debe de formar una gota líquida de la solución utilizada en la punta del capilar, esta se mantiene retenida gracias a la tensión superficial. Sin embargo, cuando se aplica voltaje y las fuerzas de Coulomb superan a la tensión superficial de la solución, la gota se deforma hasta obtener una forma cónica conocida como Cono de Taylor. Este cono es el responsable de expulsar la solución utilizada hacia la superficie colectora. Durante este proceso el solvente utilizado en la solución se evapora haciendo llegar solamente a la placa colectora los segmentos de fibras del polímero utilizado. Por ello, la mayoría de los polímeros son disueltos en un solvente volátil para facilitar la evaporación en este proceso [73].

La máquina del electrohilado está compuesta por tres elementos principales [72]:

- La fuente de alimentación.
- La placa colectora.
- La aguja capilar con su jeringuilla correspondiente. Estas agujas están acompañadas de una bomba de flujo programable.

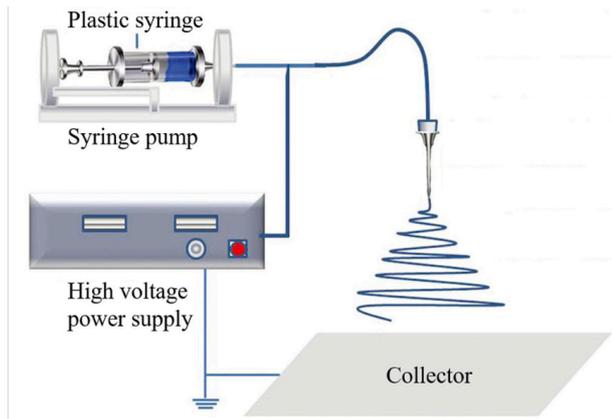


Figura 53. Esquema máquina de *electrospinning* [74].

Existen diferentes tipos de capilares según el objetivo que se esté buscando. El capilar más utilizado es el monoaxial, donde la solución polimérica pasa por una sola aguja y va depositando de forma aleatoria la solución en la superficie colectora. También se han encontrado referencias utilizando capilares coaxiales, triaxiales e incluso multiaxiales. Estos capilares se pueden encontrar de forma estática, donde la disposición de las NF electrohiladas suele ser más aleatoria; o de forma dinámica sobre el eje X, donde las NF se suelen depositar de una forma más uniforme y orientada [75].

No siempre es necesario utilizar una aguja para la extrusión de NF, también se pueden utilizar elementos rotatorios que se sumergen en la solución polimérica para realizar el electrohilado [75].

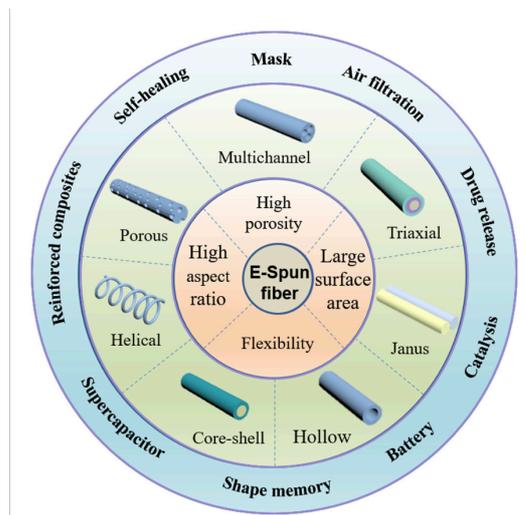


Figura 54. Estructuras de las fibras [74].

Por otro lado, en cuanto a la placa colectora, no solo existe un método de deposición de NF. Se puede trabajar tanto en horizontal como en vertical, siendo más eficiente de forma horizontal ya que no pueden caer

gotas de forma accidental en la superficie colectora. La superficie colectora plana es la más utilizada, pero existen otros métodos como rejillas, cilindros rotatorios, discos giratorios o cilindros rotatorios compuestos de alambres [75]

El proceso del electrohilado depende de unos parámetros que se pueden clasificar en tres grupos: parámetros de la disolución, parámetros del proceso y parámetros del entorno o ambientales [72].

Dentro de los **parámetros de la disolución** se encuentran:

- **Concentración**, es uno de los parámetros que afectan al tamaño y forma de las fibras. Por lo que afecta directamente a la viscosidad y tensión superficial de la disolución. Si se aumenta la concentración influye en el diámetro de la fibra haciendo mayor, además de dificultar el paso de la disolución por la aguja capilar [76, 77]. Sin embargo, cuando la concentración disminuye, el diámetro de las fibras es menor y la disolución será tan líquida que no llegará a formarse la gota para formar el cono de Taylor [76, 78].
- **Peso molecular**, afecta principalmente a las propiedades eléctricas: viscosidad, tensión superficial, conductividad y resistencia eléctrica. La variación del peso molecular afecta a las disoluciones de tal forma que, cuando el peso molecular es bajo, en vez de formarse fibras se forman perlas; y cuando el peso molecular es alto, se forman fibras con diámetro mayor [76].
- **Viscosidad**, posee un papel importante en cuanto a la electrohilatura afectando al diámetro y forma de las fibras [75]. Si la viscosidad es muy baja, la disolución gotea por el capilar y no llega a formarse un filamento continuo. En cambio, si la viscosidad es muy elevada se dificultará el paso de la disolución por el capilar [76].
- **Tensión superficial**, depende principalmente del polímero y disolvente que se utilice. Una alta tensión superficial puede provocar la aparición de perlas en las fibras [75, 76].
- **Conductividad**, determinada por el polímero que se utilice en la disolución y el disolvente utilizado. Si se añaden sales ionizadas a la solución, se aumenta la conductividad de esta. Utilizando una alta

conductividad se obtienen fibras con un diámetro menor que utilizando una conductividad menor [76].

- **Volatilidad del solvente**, afecta a la morfología final de las NF obtenidas [75]. Para obtener un buen resultado de nanofibras, el solvente utilizado en la disolución debe evaporarse en el espacio-tiempo entre el electrodo extrusor y el colector.

Por otra parte, los **parámetros del proceso** se pueden modificar directamente desde el equipo de electrohilatura. Estos parámetros son los siguientes:

- **Voltaje**, es uno de los parámetros que más influyen en la formación de fibras. Al aplicar un voltaje mayor favorece la volatilidad del solvente y se obtienen fibras con diámetro menor. Sin embargo, si se aplica un voltaje demasiado bajo, puede que la solución no llegue al colector [76].
- **Caudal**, es importante que exista un caudal constante para poder obtener las fibras. Al utilizar un caudal alto el diámetro de las fibras es mayor y es más probable obtener defectos en la producción de NF. Sin embargo, al utilizar un caudal menor el solvente tiene más tiempo para evaporarse obteniendo así unas fibras uniformes y lisas [76].
- **Distancia aguja-colector**, es necesario que exista una distancia mínima entre ambas partes para que el solvente pueda llegar a evaporarse y no producir defectos, ya que pueden llegar húmedas a la placa colectora [76].
- **Influencia sustrato colector**, puede provocar la variación en la superficie del velo de las nanofibras.

Por último, se encuentran los **parámetros ambientales** compuesto por:

- **Temperatura**, puede afectar a la evaporación del disolvente utilizado en la solución polimérica. Además, existe una relación entre

la temperatura y la viscosidad, a mayor temperatura menor viscosidad y menor será el diámetro de las fibras electrohiladas [76].

- **Humedad**, al tener una humedad alta el disolvente no se evapora de forma correcta pudiendo aparecer poros en la superficie. Sin embargo, cuando la humedad es baja, el disolvente se puede evaporar rápidamente obstruyendo la salida de la aguja [76].

Tabla 1. Parámetros del electrohilado.

PARÁMETROS DISOLUCIÓN	PARÁMETROS PROCESO	PARÁMETROS AMBIENTALES
Concentración	Voltaje	Temperatura
Peso molecular	Caudal	Humedad
Viscosidad	Distancia colector-aguja	
Tensión superficial	Influencia del sustrato colector	
Conductividad		
Volatilidad del solvente		

## 8.4. MATERIALES

En este apartado se analizarán las diferentes características de los materiales que se pueden utilizar tanto en el filtro de la lavadora como en el velo de NF y el no tejido.

### 8.4.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL

Al tratarse de un rediseño del filtro de lavadora, el objetivo de este trabajo no es cambiar los materiales ni el proceso de fabricación, por lo que se va a seguir utilizando el mismo material.

El polímero utilizado para la fabricación de filtros de lavadora usados actualmente es el **polipropileno (PP)** [79]. Es un polímero que destaca por sus propiedades como la resistencia química, la durabilidad y la resistencia a altas temperaturas. Además, es un material fácil de moldear, lo que permite obtener las formas requeridas para este producto. En la Tabla 2 se pueden observar las propiedades del PP que afectan al diseño del filtro de la lavadora:

Tabla 2. Propiedades del PP [79].

POLIPROPILENO (PP)	
Precio	1,45 - 1,6 €/kg
Temperatura de fusión	150 - 175 °C
Temperatura de máxima utilización	100 – 115 °C
Resistencia química	Resistencia alta
Absorción de agua	No
Resistencia a la tracción	27,6 – 41,4 MPa
Resistencia a la compresión	25,1 – 55,2 MPa
Reciclabilidad	Si

Como se ha determinado en el punto 5. *REQUISITOS DE DISEÑOS*, es necesario que este material tenga una resistencia a cierta temperatura, concretamente a los 100 °, puesto que la temperatura máxima de lavado que ofrece una lavadora son estos grados.

#### 8.4.2. SUSTRATO TEXTIL

Tras elegir el método *airlaid* para la obtención del sustrato base de las nanofibras electrohiladas, se deben analizar los materiales utilizados en este proceso. En este proceso se utilizan fibras como base de la fabricación del no tejido, que se pueden clasificar en dos grupos: los hidrófilos, fibras que absorben el agua, y los hidrófobos, fibras que no absorben el agua. Uno de los requisitos mencionados en el punto 5. *REQUISITOS DEL DISEÑO*, es la capacidad del filtro de filtrar el agua, pero no absorberla, por ello se ha descartado la opción de utilizar materiales hidrófilos.

Estas fibras pueden ser de polipropileno (PP), poliamida (PA), poliéster (PET) y polietileno (PE). Tras analizar los filtros que se encuentran en el mercado para la filtración de agua el material idóneo para la fabricación de este no tejido es el **polipropileno** (PP) [80]. Además, en varios artículos sobre filtración, se ha encontrado como uno de los materiales más utilizado como sustrato textil, un no tejido compuesto por polipropileno [81,82].

#### 8.4.3. NANOFIBRAS

Actualmente se encuentran muchos artículos de filtros realizados mediante la electrohilatura, tanto de aire como de agua, que utiliza infinidad de materiales como puede ser el poliuretano (PU), el alcohol de polivinilo (PVA), el poliestireno (PS),...

Sin embargo, con el objetivo de facilitar la reciclabilidad del producto, se ha optado por utilizar el mismo material que el utilizado en la fabricación del no tejido, el **PP**. Existen diferentes artículos bibliográficos demostrando la buena filtración de estas membranas como pueden ser:

- *Effect of oriented fiber membrane fabricated via needleless melt electrospinning on water filtration efficiency*, donde se desarrollan filtros de PP para la filtración de agua [83].
- *Structure regulation and properties of melt-electrospinning composite filter materials*, donde se realizan filtros de polipropileno electrohilados sobre un no tejido de polipropileno [84].

## 8.5. CONCLUSIONES - ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES

Tras analizar las diferentes posibilidades de obtención del producto y materiales, finalmente se ha optado por la siguiente solución:

Tabla 3. Resumen proceso de obtención y materiales utilizados.

ELEMENTO	PROCESO DE FABRICACIÓN	MATERIAL
Estructura exterior	Inyección	Polipropileno (PP)
Soporte filtro textil	Inyección	Polipropileno (PP)
Sustrato textil	Vía seca - Airlaid	Polipropileno (PP)
Nanofibras	Electrohilado	Polipropileno (PP)

## 9. DESARROLLO DEL FILTRO DE LAVADORA

Tras analizar las distintas soluciones al problema se procede al desarrollo del producto.

### 9.1. MAQUINARIA

En este apartado se analizan la maquinaria utilizada en cada uno de los elementos que componen el filtro de lavadora: la estructura exterior y el soporte del filtro textil, el sustrato textil (no tejido) y las nanofibras.

#### 9.1.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL

Como se ha comentado anteriormente, se ha optado por el proceso de inyección para la producción del filtro de lavadora y el soporte del no tejido. Por lo que a nivel industrial se debería usar una máquina de inyección de dos platos como la que se observa en la Figura 55. Esta máquina de la serie NEO-H de la marca TEDERIC, puede tratar materiales como el PE, PVC, PET, PC, HTV, TPU, BCM y PP, que es el necesario para el desarrollo de este producto. Posee un gran espacio para poner el molde por lo que es flexible para una gran cantidad de dimensiones del molde [85].



Figura 55. Máquina de inyección TEDERIC serie NEO-H [85]

#### 9.1.2. SUSTRATO TEXTIL

Para obtener el no tejido mediante la técnica de vía seca se necesita de una máquina *airlaid*. Se ha optado por una máquina de la marca Sail donde se pueden realizar no tejidos de una gran variedad de gramajes basando en fibras cortadas de un tamaño que oscila entre los 20 mm y 50 mm de longitud. Una vez obtenido el no tejido se realiza un consolidado térmico para unir las fibras,

en este caso un proceso *spunlace*. La máquina utilizada tiene ancho de tejido que puede variar entre los 2000 mm y los 2400 mm de longitud [86], por lo que a la salida de la máquina se situará un rodillo cortador para formar rollos de 1 metro de ancho.



Figura 56. Máquina airlaid de la marca Sail [86].

Finalmente, se realiza un calandrado para aplicarle un consolidado mecánico al sustrato textil. Para ello, se ha optado por una calandra de banda con tambor calefactor con un ancho de tambor de hasta 6000 mm, un diámetro de tambor de 500 a 1800 mm, una velocidad de hasta 100m/min y una temperatura que puede llegar hasta los 240 °C [87].



Figura 57. Calandra de banda con tambor calefactor [87].

### 9.1.3. NANOFIBRAS

El interés de las nanofibras ha ido creciendo en los últimos años, puesto que se han visto los diferentes campos de aplicación de esta técnica. Por ello, se han

creado máquinas de alto rendimiento para poder abarcar la importancia que tienen las nanofibras en el mercado.

INOVENSO, una de las marcas líderes en las máquinas de electrohilado, ha creado la serie Nanospinner 416 (NS416) que se caracteriza por su alta producción y su control de los parámetros. El NS416 permite utilizar 110 agujas diferentes según a la aplicación a la que se destine teniendo un movimiento repetitivo y constante en el eje X para poder optar a un velo de nanofibras homogéneo, además posee una superficie colectora uniforme y continua de 1 m de ancho [88].

En cuanto a su control de los parámetros se puede modificar su voltaje tanto de forma positiva, de 0 a 40 kV, como de forma negativa, de 0 a 20 kV, teniendo una precisión de 0,1 kV, su caudal pudiéndolo variar de 0,1 a 1000 mL/h con una precisión del 0,1 mL y distancia aguja-colector variando desde los 30 mm hasta los 280 mm teniendo una precisión de 1 mm [88].

Los cambios de humedad y temperatura pueden causar efectos negativos en la obtención de las fibras, por lo que la capacidad del NS416 de poder controlar los parámetros ambientales es muy beneficiosa a la hora de producir nanofibras. Permite variar la temperatura desde la temperatura ambiente hasta los 40°C y obtener hasta un 25 % de humedad [88].



Figura 58. Máquina Nanospinner 416 [88].

A nivel laboratorio se utiliza un equipo de menor tamaño para poder realizar investigaciones o en este caso el prototipo. Este equipo se conoce como Spinbox ELECTROSPINNING de la marca BIONICIA. Para realizar el prototipo

se va a utilizar como colector una placa base de forma cuadrangular donde se van a depositar las fibras encima del sustrato base colocado y una aguja estática con un capilar monoaxial de calibre 22. Sin embargo, los parámetros ambientales no se pueden modificar, pero si conocer la temperatura y humedad en la que se están desarrollando las nanofibras.

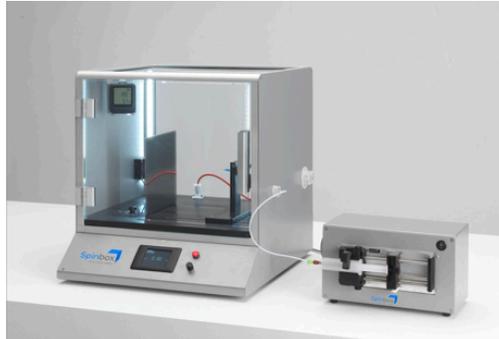


Figura 59. Spinbox ELECTROSPINNING [89].

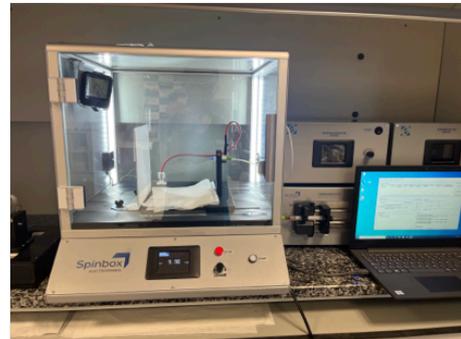


Figura 60. Equipo de laboratorio.

## 9.2. PROCESO DE OBTENCIÓN

Para la obtención del filtro de lavadora serán necesarios diferentes procesos para cada uno de los elementos que lo forman.

### 9.2.1. ESTRUCTURA EXTERIOR Y SOPORTE DEL FILTRO TEXTIL

Tanto la estructura exterior como el soporte del no tejido, al tratarse de un rediseño, se ha optado por realizarlo con el mismo proceso de obtención. En este caso se trata del proceso de inyección, y está compuesto por las siguientes etapas: cierre de molde, avance de la unidad de inyección, llenado, compactación, retroceso de la unidad de inyección, plastificación y apertura de molde [90]. Además, desde el llenado hasta la plastificación transcurre el enfriamiento de la pieza.

1. **Cierre de molde.** Durante esta primera etapa, se aplica fuerza al molde para mantenerlo cerrado durante todo el proceso de inyección. Una vez cerrado ya está preparado para recibir el polímero.
2. **Avance de la unidad de inyección.** El polímero en forma de grana se coloca en la tolva donde va avanzando por el husillo. Este husillo está rodeado de resistencias las cuales calientan el material para hacerlo avanzar por este [55].

3. **Llenado.** El objetivo de esta etapa es llenar el molde con la cantidad necesaria de material. En esta fase son muy importantes los siguientes parámetros: la velocidad de inyección, la presión de inyección y la temperatura en la que se encuentre el polímero.
4. **Compactación.** En el proceso de llenado solo se inyecta el 95% del polímero necesario, ya que el material empieza a enfriarse dentro del molde y a contraerse. Por ello en esta etapa se inyecta el 5% de material restante para compensar la contracción generada en el llenado.
5. **Retroceso unidad de inyección.** El husillo empieza a hacer un movimiento rotatorio para preparar el material para el llenado del siguiente molde.
6. **Plastificación.** En este instante el material se empieza a calentar en el husillo para ser inyectado en el molde.
7. **Apertura de molde.** Una vez enfriada la pieza a la temperatura considerada, el molde se abre y se extrae la pieza para poder volver a empezar el proceso de inyección.
8. **Enfriamiento.** Como se observa en la Figura 61 la etapa de enfriamiento empieza desde el avance de la unidad de inyección hasta la plastificación. La pieza empieza a enfriarse por las capas externas ya que son las que están en contacto con el molde, por lo que el enfriamiento es más lento en el interior de la pieza.

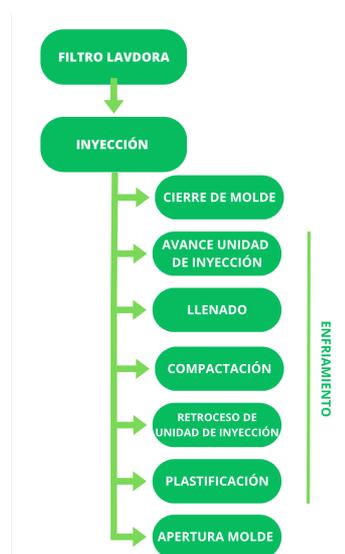


Figura 61. Proceso de inyección.

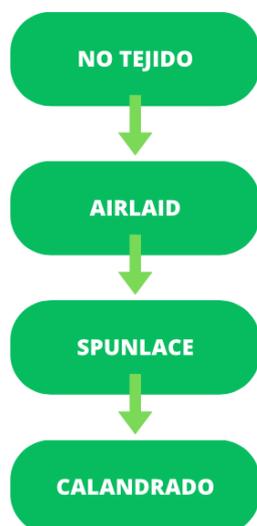
Es importante que, tanto los parámetros durante el proceso de inyección y el molde a utilizar sean lo más correcto y precisos posibles ya que pueden aparecer una gran cantidad de errores en la pieza final. Estos errores pueden ser [55]:

- **Rechupe**, suelen aparecer cerca de las acumulaciones de material como cerca de los nervios, variación del grosor o incluso por utilizar una temperatura incorrecta
- **Ráfagas**, existen 4 tipologías dentro de este defecto: ráfagas por quemadura al utilizar una temperatura elevada, ráfagas por humedad, ráfagas de color y ráfagas de aire que se queda atrapado en el interior de la pieza.
- **Brillo**, aparece normalmente por la variación de espesor de la pieza.
- **Líneas de soldadura**, aparecen cuando el polímero fluye alrededor de un macho.
- **Jetting**, cuando un flujo de polímero entra de forma libre a la pieza solidificada.
- **Efecto diésel**, aparece cuando el aire no puede salir hacia el exterior,
- **Surco de los discos**, se debe a un enfriamiento rápido.
- **Coloración blanca**, se producen por una tensión más elevada que la deformación máxima tolerada.
- **Piezas incompletas**, aparece cuando una pieza ha solidificado antes de tener un llenado completo.
- **Rebabas**, cuando el material fundido se mete en la separación entre los moldes.
- **Marcas de expulsión visibles**, se producen por un fuerte desmoldeo o mal diseño del molde.

- **Deformación**, producida durante el desmoldeo de la pieza.
- **Exfoliación**, por la no homogeneización de las capas del material.
- **Material frío**, suele darse este defecto cuando se inyecta material frío y solidifica en la entrada del molde.
- **Aire atrapado**, a la hora de inyectar puede quedar aire atrapado en el flujo de material, por lo que pueden aparecer burbujas.
- **Manchas oscuras**, suelen aparecer por suciedad o degradación térmica del material.
- **Manchas claras**, son debidas a pequeños puntos de inyección o altas velocidades de inyección del flujo.

### 9.2.2. SUSTRATO TEXTIL

El sustrato base de las nanofibras es un no tejido fabricado mediante la técnica de *airlaid*. Esta técnica permite desarrollar un sustrato no tejido utilizando como materia prima fibras cortadas de polipropileno (PP). Para poder diferenciar el soporte textil de las nanofibras, se debe aplicar un color diferenciado a este no tejido, en este caso verde. Este proceso está compuesto por las siguientes etapas: obtención del no tejido mediante *airlaid*, consolidado térmico *spunlace* y consolidado mecánico mediante calandrado [67].



*Airlaid* es un sistema aerodinámico que utiliza la fibra abierta, donde se manipula y se transfiere a una superficie colectora gracias al conjunto de fuerzas centrífugas y aerodinámicas que son capaces de formar el velo. Al tratarse de un no tejido con una finalidad filtrante, se aplica un consolidado térmico *spunlace*. Además, se aplica un consolidado térmico de calandrado donde se aplica temperatura con cierta presión. Tras realizar este proceso se obtiene un tejido con un gramaje de 115 g/m<sup>2</sup>.

A nivel de prototipo se ha utilizado como sustrato textil un filtro atrapa color de lavadora del Mercadona que posee unas características similares a las requeridas,

Figura 62. Proceso de obtención del sustrato textil.

ya que no se posee en la universidad un equipo que pueda desarrollar el no tejido requerido.

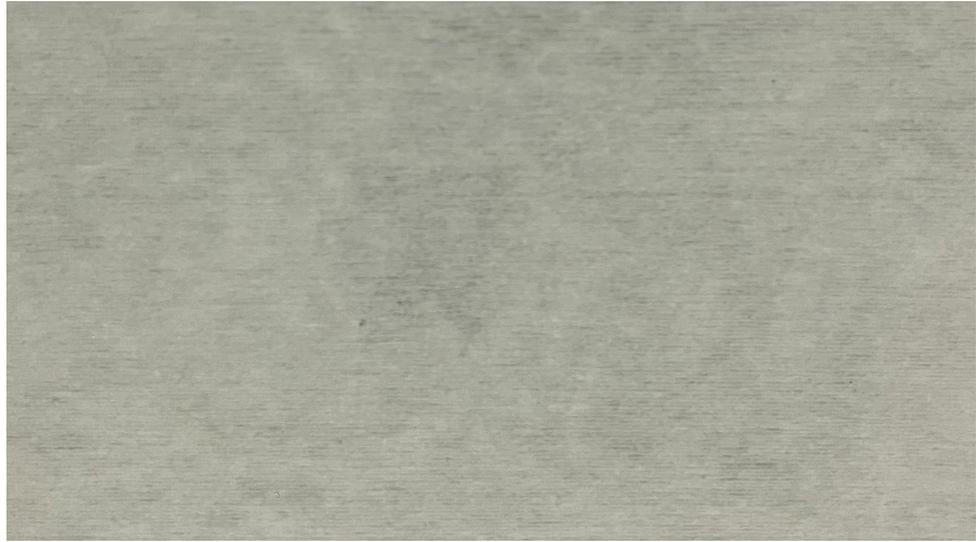


Figura 63. Filtro atrapa color Mercadona.

### 9.2.3. NANOFIBRAS

Para la obtención de nanofibras se ha optado por el proceso de electrohilatura, este proceso está compuesto por 2 etapas: preparar la solución polimérica y el proceso de electrohilado.

En este apartado se explica como sería el proceso de obtención del prototipo, sin embargo, a nivel industrial se realizaría con una solución polimérica diferente, con PP.

En este caso se ha utilizado alcohol de polivinilo (PVA) y ácido cítrico (CA) para obtener un velo de nanofibras insoluble en agua.

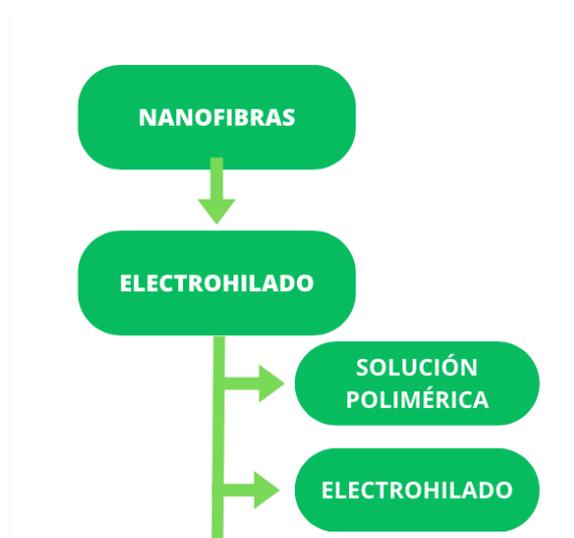


Figura 64. Proceso de electrohilado.

En primer lugar, se prepara la **solución polimérica** de PVA con CA. Para mejorar la capacidad de insolubilización del PVA se añade un porcentaje de CA, ya que el PVA por sí mismo es soluble en agua. Concretamente se prepara una solución polimérica compuesta por un 11% de PVA y un 10% de CA, utilizando como medio solvente el agua destilada. Se prepara esta solución mediante agitación magnética a una temperatura de 80 °C durante 2 horas a 1600 rpm, ya que es a la temperatura a la que se disuelve el PVA. Es importante conocer los parámetros de la disolución ya que afectan a la obtención de las nanofibras. Por ello, tras enfriarse la disolución, se ha optado por caracterizar la disolución.

Tabla 4. Caracterización de la disolución.

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA DISOLUCIÓN</b>			
Viscosidad (cP)	pH	Tensión superficial (Mn/m)	Conductividad (μS)
400,2	2,47	61	671
397,4	2,42	60,2	717
331,7	2,43	59,3	675
322,4	2,42	58,8	688
375,6	2,41	58,7	672

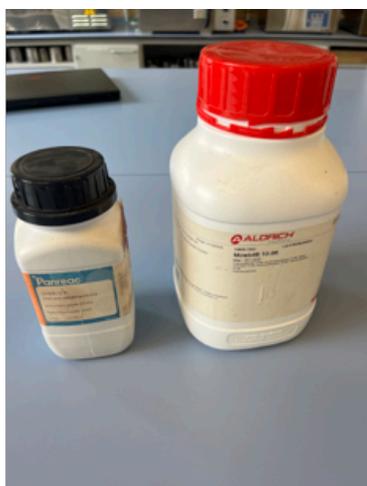


Figura 65. CA y PVA.



Figura 66. Agitación magnética

Esta solución polimérica se ha **electrohilado** sobre el no tejido comentado con anterioridad (Figura 63). Las nanofibras no poseen la rigidez necesaria para soportar el caudal y la presión de la lavadora y por ello se electrohilado sobre este no tejido. Los parámetros utilizados en el electrohilado se observan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Parámetros del electrohilado.

<b>PARÁMETROS DEL PROCESO</b>	Voltaje	9,8 kV
	Caudal	0,5 mL/h
	Distancia colector-aguja	15 cm
	Tiempo	120 min
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES</b>	Temperatura	25 °C
	Humedad	42 %

Una vez electrohiladas las nanofibras se debe realizar una **reticulación** de estas a una temperatura de 190 °C durante 10 minutos en una estufa. Este paso no es necesario a nivel industrial, ya que se necesita para insolubilizar las nanofibras de PVA. Transcurrido este tiempo ya se dispone del tejido filtrante para el filtro de lavadora.

Finalmente se ha optado por realizar un ensayo para comprobar la insolubilización del PVA. Para ello se han preparado 10 muestras, donde 5 de ellas se van a ensayar en agua destilada a temperatura ambiente y las otras 5 en agua destilada a una temperatura de 100 °C. Se colocan 5 vasos de precipitado con agua destilada a temperatura ambiente para colocar las 5 muestras y cada vez que se transcurren 5 minutos se extrae la muestra. Esto se debe repetir cada 5 minutos hasta llegar a los 25 minutos. Al observar que las nanofibras son insolubles al agua, se repite el proceso con el agua destilada a 100 °C. Al realizar este ensayo se observa como el CA a insolubilizado el velo de nanofibras electrohilado de PVA.

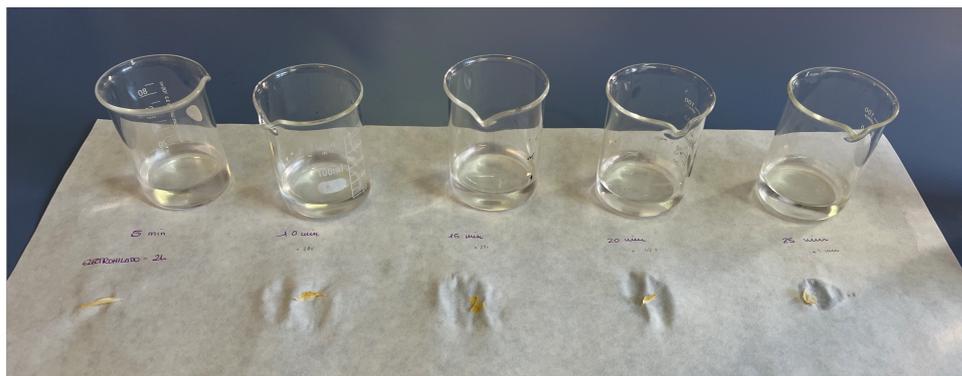


Figura 67. Ensayo de solubilidad del PVA.

### 9.3. CORTADO

A nivel industrial se ha desarrollado el no tejido y las nanofibras en formato de rollo con un ancho de 1000 mm. Esta medida se debe a que la máquina de electrohilado posee

un ancho de producción de 1000 mm, mientras que la máquina *spunbonded* es capaz de producir no tejido 2000 a 2400 mm de ancho, por lo que puede producir material de 2000 mm de ancho donde posteriormente, al salir de la máquina, existe un disco cortador que corta el tejido en dos partes de 1000 mm de ancho para su posterior electrohilado.

Para realizar el proceso de cortado se ha optado por colocar unos discos de corte a la salida del no tejido para que directamente se pueda obtener el producto.

Esta técnica de cortado se realizará una vez que estén electrohiladas las nanofibras en el no tejido. Se trata de un corte con unas medidas de ancho de 60 mm y de altura de 60 mm. Por lo que para poder optimizar este proceso se ha realizado un estudio de la marcada con el objetivo de distribuir de forma correcta los filtros e intentar desperdiciar la menor cantidad de materiales posible. Sin embargo, al tratarse de un producto con una forma sencilla no necesita de tolerancias de corte en su estudio de la marcada.

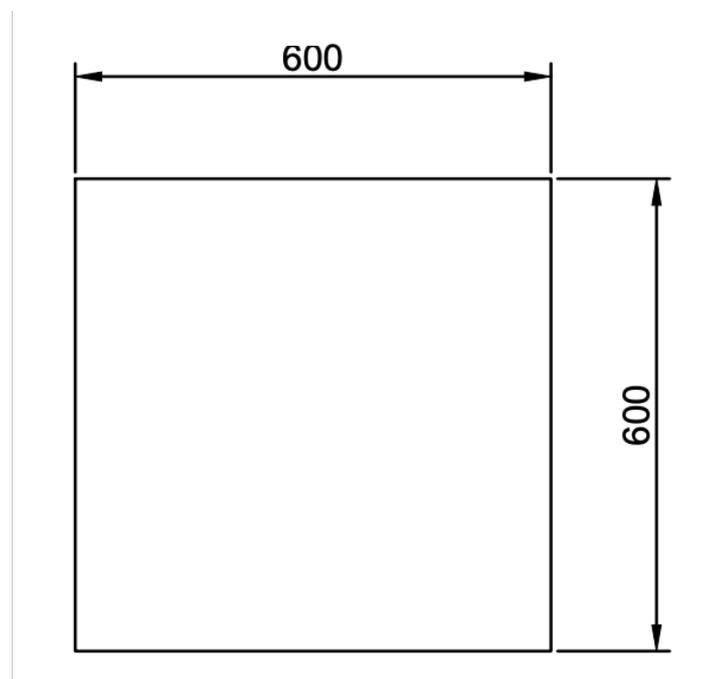


Figura 68. Medidas del filtro textil de lavadora.

Se ha optado por estas medidas porque se ha tenido en cuenta el perímetro de la guía donde va depositado el filtro, además de la altura del soporte donde va a ser colocado.

Como se observa en la Figura 67, tras realizar el estudio de la marcada por cada 1000 x 1000 mm de tejido filtrante se pueden obtener 256 filtros para lavadoras de 60 x 60 mm con un desperdicio del material de 4%. Sin embargo al tratarse de polipropileno, este desperdicio se puede fundir para su posterior reutilización. Este estudio de la marcada se puede visualizar de forma completa en el apartado de Anexos de la Memoria, concretamente en el Anexo D: Estudio de la marcada.

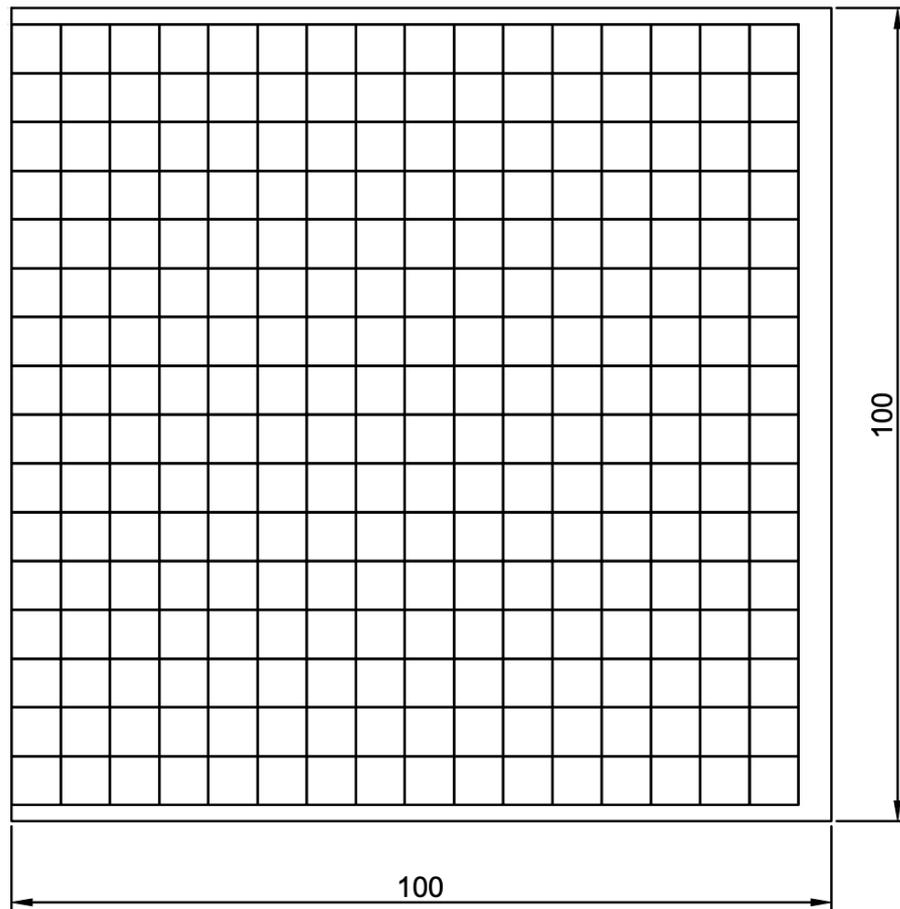


Figura 69. Estudio de la marcada.

## 9.4. CONCLUSIONES - DESARROLLO DEL FILTRO DE LAVADORA

Para poder obtener el nuevo filtro de lavadora su proceso se divide en dos partes: la parte sólida y la parte textil. La parte sólida se fabrica del mismo modo que el filtro original, mediante el proceso de inyección, al igual que el soporte del filtro textil. Por otra parte, se debe de producir el no tejido mediante la técnica *airlaid* para, posteriormente, electrohilar las nanofibras en su superficie. Finalmente, este filtro textil se corta a la medida requerida, en este caso de 60 x 60 mm, para introducirlo en su envase.

## 9.5. REDISEÑO DEL FILTRO DE LAVADORA

Se muestran distintas simulaciones de lo que sería el rediseño del filtro de lavadora capaz de atrapar microfibras. Por otro lado, en los anexos del documento, concretamente en el Anexo E, se encuentran los planos del producto.

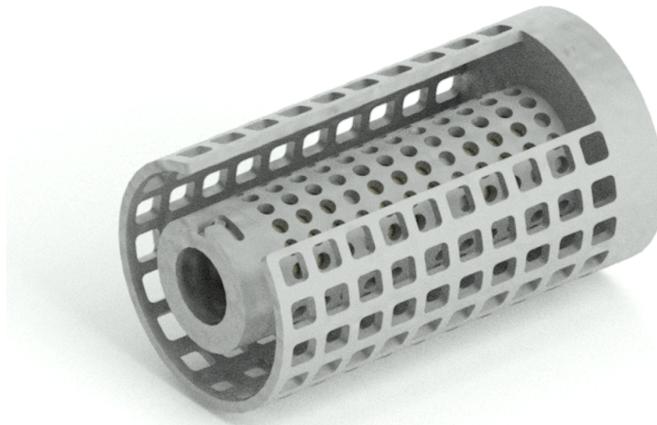


Figura 70.. Rediseño filtro de lavadora

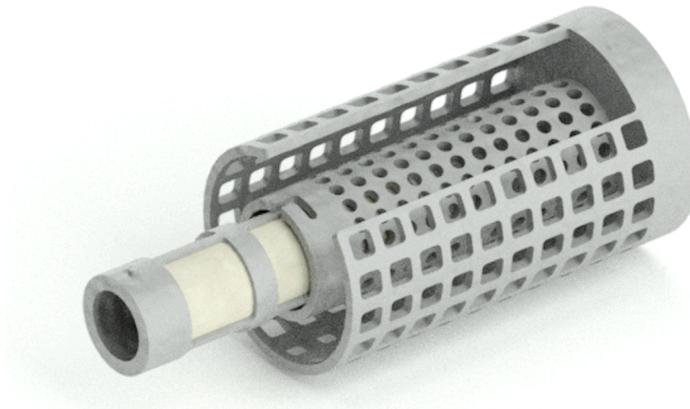


Figura 71. Rediseño filtro de lavadora 2.

## 10. MODO DE EMPLEO

Se trata de un filtro de lavadora similar al empleado en los hogares cuyo uso es fácil e intuitivo, sin embargo en el nuevo rediseño existe un nuevo elemento que se debe cambiar con el paso del tiempo, en este caso es el filtro textil. Este filtro debe de cambiarse cada cierto tiempo para que pueda filtrar las microfibras correctamente. Por ello se ha optado por realizar un esquema donde se detalla paso por paso como se debe extraer y colocar el nuevo filtro en la lavadora.

En la Figura 72 se observa un esquema completo de los 6 pasos a seguir para el cambio del filtro.

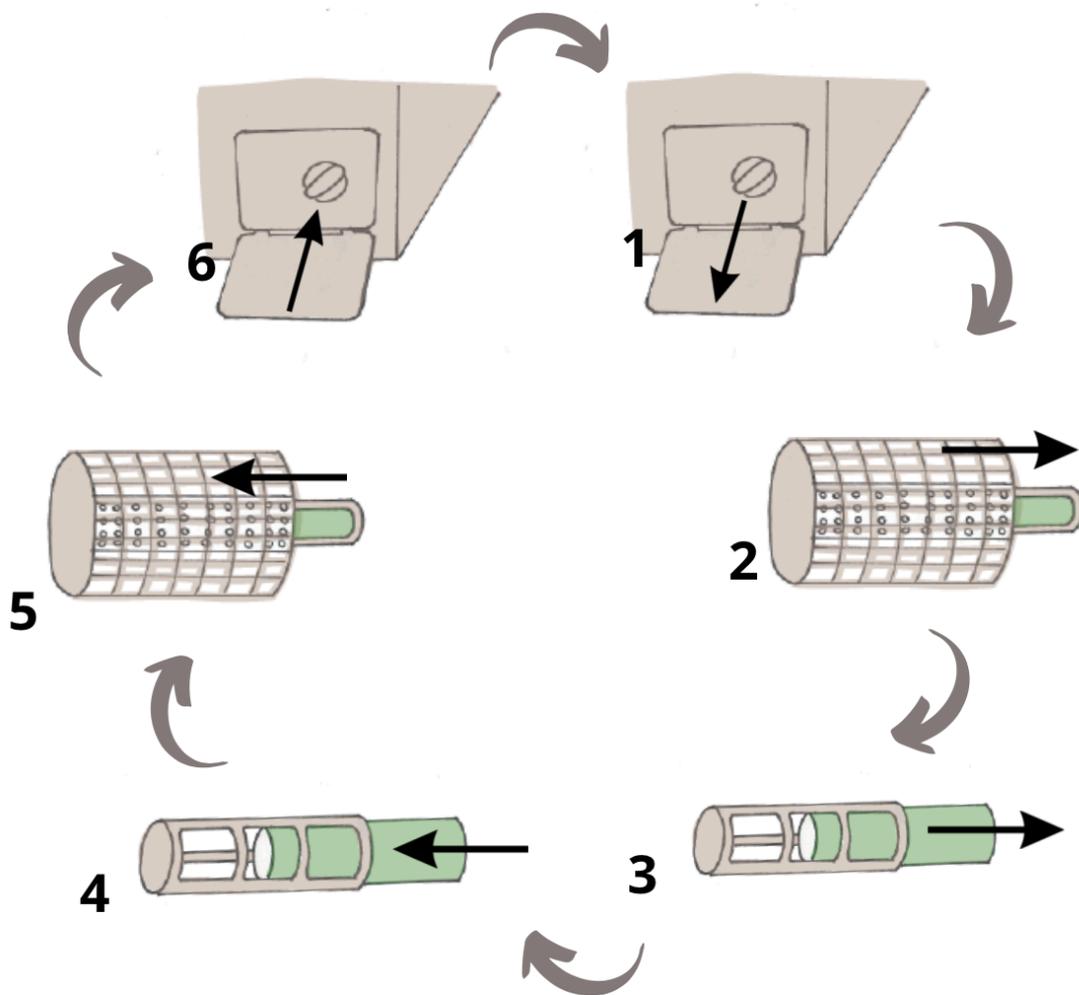


Figura 72. Modo de empleo del filtro textil.

El esquema anterior esta formado por los siguientes pasos:

**PASO 1.** Extracción del filtro de lavadora.

**PASO 2.** Extracción del soporte del filtro textil del filtro de lavadora.

**PASO 3.** Extracción del filtro textil del soporte.

**PASO 4.** Colocación del nuevo filtro textil en el soporte.

**PASO 5.** Colocación del soporte del filtro textil en el filtro de lavadora.

**PASO 6.** Colocación del filtro de lavadora en el interior de lavadora.

A continuación se va a explicar con detalle cada uno de los 6 pasos para su correcto uso:

Es importante recordar que para empezar este proceso, la lavadora debe de permanecer apagada.

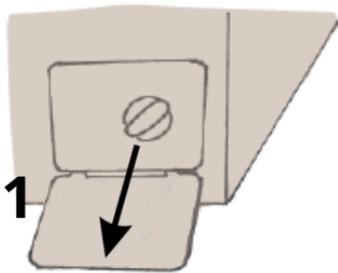


Figura 73. Extracción del filtro de lavadora.

**PASO 1.** Se debe de abrir la tapa del filtro presionando la parte superior de esta tapa o presionando el pestillo que se encuentra en esta misma tapa. Una vez abierto se debe de abrir el tapón del tubo de desagüe para vaciar el conducto de agua. Cuando ya no quede más agua en el interior, se cierra el tapón, se coloca en el lugar inicial el tubo de desagüe y se gira el filtro de lavadora hacia la izquierda para poder extraerlo.

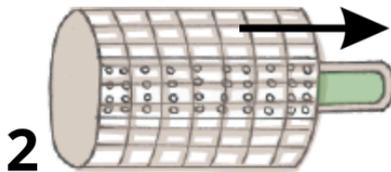


Figura 74. Extracción del soporte del filtro textil.

**PASO 2.** Se extrae el soporte del filtro textil del filtro de la lavadora haciendo un movimiento rotatorio hacia la izquierda.

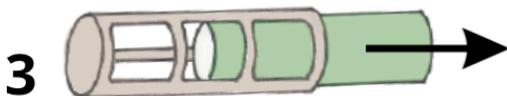
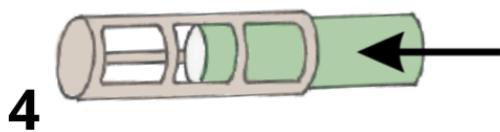


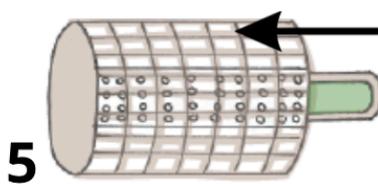
Figura 75. Extracción del filtro textil.

**PASO 3.** Se extrae el filtro textil del soporte tirando de él hacia delante como se observa en la Figura 75. Este filtro se elimina depositándolo en la basura.



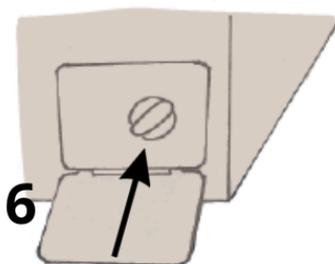
**PASO 4.** Se coloca el nuevo filtro por el interior del soporte del filtro textil siguiendo las guías que se encuentran en su interior. Es importante colocar la capa de color verde mirando al exterior ya que la parte blanca es la que contiene la última capa de filtración de nanofibras.

Figura 76. Colocación del filtro textil.



**PASO 5.** Se coloca el soporte del filtro textil en el interior del filtro de lavadora haciendo un movimiento rotatorio hacia la derecha.

Figura 77. Colocación del soporte del filtro textil.



**PASO 6.** Se vuelve a colocar el filtro de lavadora en el interior de la lavadora girando hacia la derecha. Finalmente se cierra la tapa del filtro.

Figura 78. Colocación del filtro de lavadora.

## 11. MARCA

Para la comercialización del producto se ha optado por el nombre “FiberClean”, un nombre sencillo que combina las palabras inglesas *fiber* y *clean*. Esta composición de palabras hacen referencia al poder de atrapamiento de microfibras de este filtro que permite la limpieza de las aguas residuales textiles que generan las lavadoras tras el lavado.

Se ha optado por colores verdes que transmiten limpieza, frescura y naturalidad, que es lo que se pretende con el producto, obtener una limpieza de las aguas. La tipografía utilizada es *Raleway*, es una tipografía sencilla y no muy recargada, ya que el objetivo de esta marca es informar de su funcionalidad. Por otro lado, se ha optado por la forma circular al asemejarse al filtro cuando está en funcionamiento, además la variación de tamaño de los círculos pretende informar de las distintas capas de filtración que posee este diseño.



Figura 79. Marca del filtro de lavadora.

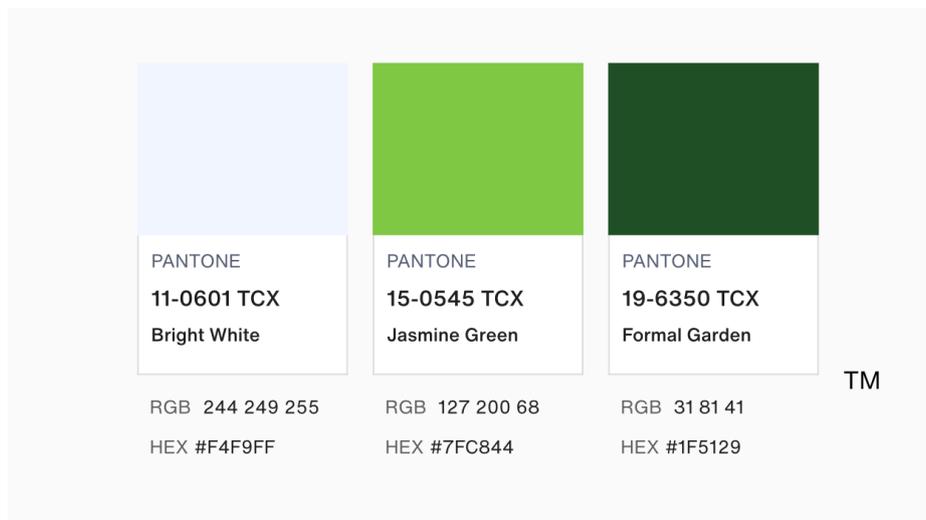


Figura 80. Paleta de colores

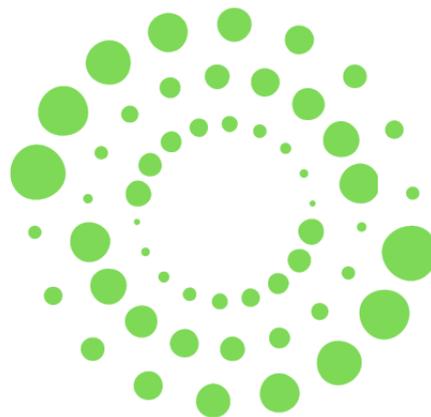


Figura 81. Isotipo.

# FiberClean

Figura 82. Logotipo.

## 12. ETIQUETADO

FiberClean no se comercializa de forma individual, si no que se ofrece al usuario en paquetes de 10 filtros. Por ello, el etiquetado debe aparecer en el propio envase donde se indicará toda la información necesaria de este producto.

### 12.1. ETIQUETADO TEXTIL

Según el Real Decreto 928/1987, de 5 de junio, relativo al etiquetado de composición de los productos textiles, todos los productos textiles que se fabriquen, comercialicen o distribuyan en el mercado nacional deberán cumplir todos los apartados explicados.

En el anexo III, productos exentos de la obligación del etiquetado, aparecen los productos que no están obligados a llevar etiquetado. En este caso, al tratarse de un producto desechable que tiene un uso limitado, estos diseños de filtros textiles se encuentran exentos del etiquetado textil. Por ello, la información que debe aparecer detallada en el etiquetado de este producto debe aparecer en el envase de este y debe de ser la siguiente [91]:

- Debe llevar el nombre, razón social o del fabricante, distribuidor o comerciante, y en todo caso, su domicilio.
- Para los productos fabricados en España, es necesario el número de identificación fiscal del fabricante.
- Para los productos textiles importados de países no pertenecientes a la CEE y distribuidos en el mercado nacional, es necesario el número de identificación fiscal del importador.
- Número de identificación fiscal del comerciante.
- La composición del producto textil.
- La conservación del producto textil.

Al tratarse de un producto desechable con un tiempo de vida limitado, donde no se permite volver a utilizarlos una vez acabada su vida útil, queda exento de recoger la información de conservación del producto textil.

Por otro lado, toda la información redactada en el etiquetado textil debe aparecer de forma clara, legible y con la misma tipografía. Además esta información deberá aparecer al menos en la lengua española.

A continuación se muestra una imagen con el etiquetado que debe aparecer en el envase del producto comercializado. En éste aparece toda la información detallada anteriormente. Además, su diseño acompaña al diseño de la marca con los colores optados para ello, los tonos verdes y el blanco.

## FILTRO DE LAVADORA TEXTIL ATRAPA MICROFIBRAS

### MODO DE EMPLEO:

1. Extraer el filtro de lavadora
2. Extraer soporte del filtro textil
3. Colocar el filtro textil en las guías del soporte del filtro textil
4. Colocar el soporte en el interior del filtro de lavadora
5. Colocar el filtro de lavadora

COMPOSICIÓN: 100% Polipropileno



**X 10 filtros de lavadora**

Fabricado en: Fiberclean S.A.  
Calle 4, 62 46117 Bétera  
XXX XXX



Figura 83. Etiquetado del envase del filtro textil.

## 13. ENVASE

Actualmente, los envases son uno de los residuos que afectan a la contaminación de mares y océanos por lo que se pretende buscar un envase que provoque el menor impacto ambiental posible. Para ello, se comparan los envases existentes que ofrecen los filtros de lavadoras capaces de atrapar microfibras buscando así la solución más sostenible.

### 13.1. ENVASES EXISTENTES

En este apartado se van a comparar los envases de los filtros de lavadora que se han expuesto en el apartado 2. ANTECEDENTES de la memoria. Estos filtros son los que ofrecen las marca CoraBall (Figura 20), Lint LUV-R (Figura 21), PlanetCare (Figura 22) y filtro AEG (Figura 23).

Estos filtros se comercializan en cajas de cartón, exceptuando el filtro CoraBall que se ofrece a los usuarios como se observa en las Figuras 86 y 87, añadiendo una etiqueta de cartón donde se detalla toda la información del etiquetado.



Figura 84. Envase del filtro PlanetCare [92].



Figura 85. Envase filtro Lint LUV-R [48]



Figura 86. Envase filtro CoraBall [93].



Figura 87. Envase filtro CoraBall [93].

Tras analizar los envases existentes, solamente se utiliza un material en todos los casos, el cartón. Estas cajas de cartón son consideradas reciclables y biodegradables, por lo que se trata de un material sostenible que sigue la misma finalidad que los filtros comercializados. Además estos filtros nunca son depositados en la basura, ya que tres de los cuatro filtros comparados (CoraBall, PlanetCare y AEG) se pueden limpiar fácilmente por el usuario depositando las microfibras a la basura. El filtro PlanetCare ofrece la solución de enviar los filtros a la empresa para ser limpiados allí y poder asegurarse de que las microfibras no acaban en los mares y océanos.

## 13.2. REQUISITOS DEL ENVASE

Al tratarse de un producto cuyo objetivo es eliminar residuos del medio marino, su envase también debe de contribuir a la reducción de la contaminación del medio ambiente. Por lo que debe de estar compuesto por un material reciclado, reciclable y biodegradable. Además, debe de ofrecer una resistencia para proteger al producto y a la vez ligereza para ser cómodo transportarlo de un sitio a otro. Es importante que toda la información sobre el etiquetado aparezca en el envase, puesto que los filtros textiles están exentos de llevar etiquetado sobre ellos.

## 13.3. DISEÑO DEL ENVASE

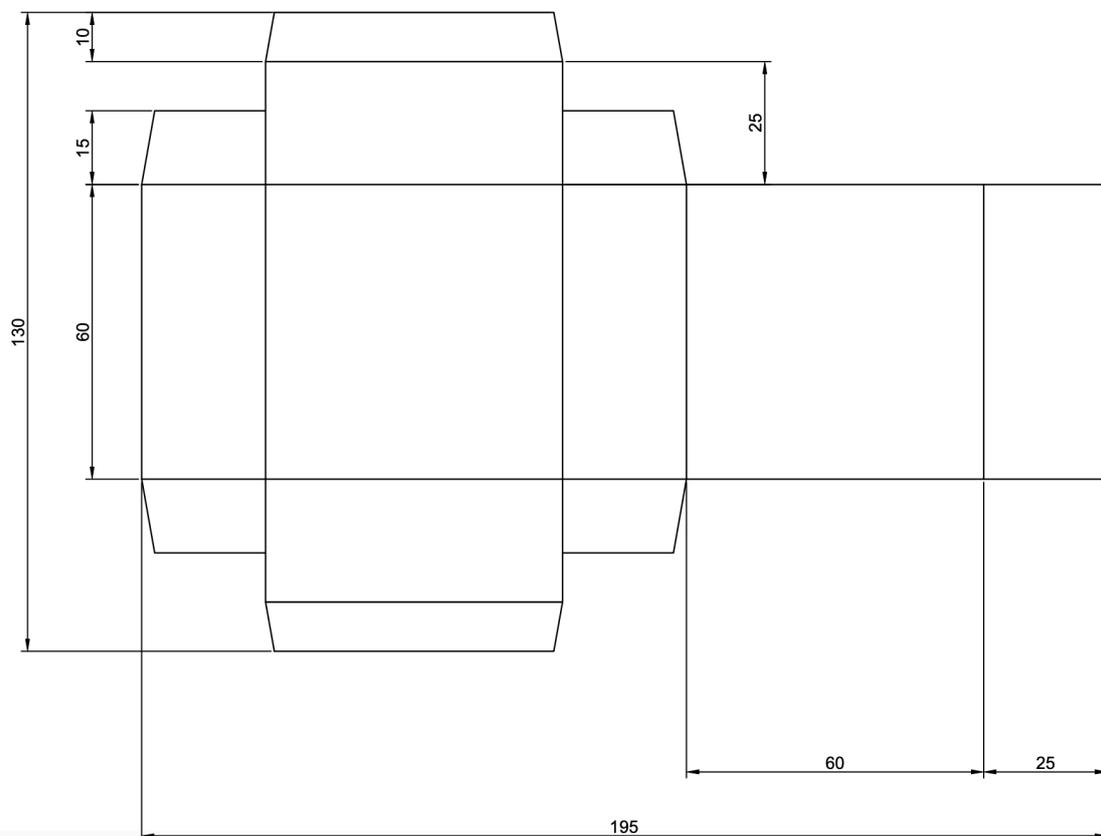


Figura 88. Desplegable del envase de los filtros de lavadora con medidas.

FiberClean se va a comercializar en paquetes de 10 unidades, por lo que se debe diseñar un envase que pueda almacenar estos filtros. Como se ha comentado en el punto 9.3. *CORTADO*, las dimensiones de los filtros son 60 x 60 mm por lo que el filtro debe tener unas dimensiones de base de 60 x 60 mm. La anchura del envase depende del grosor del filtro que en este caso es de 2 mm por lo que serán necesarios 20 mm. Sin embargo, para facilitar la comodidad del usuario se ha optado por aumentar 5 mm esta anchura siendo las medidas finales del envase de 60 x 60 x 25 mm.

El desplegable con las medidas del envase de los filtros textiles de lavadora es el mostrado en la Figura 88.

Este diseño del envase posee un área de 17285,38 mm<sup>2</sup>.

A continuación se muestra el desplegable del envase con el diseño de este, el etiquetado con la información que debe de contener y el nombre de la marca que a su vez es el nombre del producto.



Figura 89. Desplegable con el diseño del envase.

### 13.4. MATERIAL DEL ENVASE

Como se ha comentado en los puntos anteriores, se pretende que cumpla con los requisitos mencionados en el punto 13.2 *REQUISITOS DEL ENVASE*. Por lo que se ha optado por cajas de cartón cartoncillo 100% reciclado con un espesor de 1mm y un gramaje de 300 g/m<sup>2</sup>.

Este tipo de cartón se suele utilizar en el *packaging* de productos como pueden ser cosmética y alimentación. Se caracteriza por su finura y ligereza que permite fabricar envases con acabados más sofisticados y elegantes. A pesar de su espesor ofrece una alta resistencia ya que según su finalidad se pueden variar los gramajes a utilizar [94].



Figura 90. Mock up del envase del filtro textil de lavadora.

### 13.5. TARIFA PUNTO VERDE

El Real Decreto 1055/2022 obliga a las empresas que suministran envases domésticos en el mercado a asumir la gestión y el coste de los residuos que generan dichos envases [95]. Es por ello, que las empresas deben de pagar la tarifa del punto verde en consecuencia al material que utilice y la cantidad. Esta tarifa la exige Ecoembes para poder conocer el coste neto de la gestión de residuos de envases domésticos ligeros [96]. Para poder calcularlo se necesita conocer el material utilizado ya que de él depende el precio en €/kg de cada uno de ellos y, posteriormente, multiplicarlo por la cantidad utilizada en el desarrollo de los envases.

Al conocer los datos de la superficie que ocupa el envase diseñado y el gramaje del cartón utilizado, se puede calcular la tarifa del punto verde que debería de pagar el fabricante por generar este envase. En la Figura 91 se observa el precio de las tarifas actualizadas donde aparece el precio en €/kg de cada material. En este caso el precio necesario para calcular la tarifa del punto verde del envase a diseñar es de 0,088 €/kg.

Tras realizar el cálculo de la tarifa del punto verde del envase de los filtros textiles de lavadora, como se puede observar en la tabla 6, se ha obtenido un resultado total por unidad fabricada de 0,0045584 €.

Tabla 6. Tarifa del punto verde del envase.

<b>Cartón</b>	0,088 €/kg	0,088 €/kg x 0,00518 kg = 0,0045584 €
<b>TOTAL (unidad):</b>		0,0045584 €/unidad

<u>Material</u>	<u>2023</u>
<b>Acero</b>	Latas bebidas acero 0,146 €/kg
	Resto envases acero 0,133 €/kg
<b>Aluminio</b>	Latas bebidas aluminio 0,048 €/kg
	Resto envases aluminio 0,034 €/kg
<b>PET</b>	Botellas bebidas PET ≤ 3L (excl. bebidas lácteas y vegetales) 0,423 €/kg
	PET cuerpo rígido 0,396 €/kg
<b>HDPE (cuerpo rígido y bolsa UNE)</b>	0,272 €/kg
<b>Resto plásticos rígidos (*)</b>	0,752 €/kg
<b>Plástico film y flexibles (**)</b>	0,904 €/kg
<b>Plástico compostable flexible</b>	0,544 €/kg
<b>Cartón para bebidas y alimentos (envase tipo brik)</b>	0,502 €/kg
<b>Papel y cartón</b>	0,088 €/kg
<b>Cerámica</b>	0,015 €/kg
<b>Madera y corcho</b>	0,007 €/kg
<b>Otros materiales (***)</b>	0,904 €/kg

\*Resto de plásticos rígidos: incluye PP rígido, PS rígido, PVC rígido, EPS rígido, compostable rígido y otros plásticos rígidos.

\*\*Plástico film y flexibles: incluye PET flexible, LDPE flexible, HDPE flexible, PP flexible, EPS flexible y otros plásticos flexibles.

\*\*\*Otros materiales: en este apartado estarán todos aquellos materiales que no aparezcan incluidos en ningún grupo específico.

Figura 91. Tarifa del punto verde 2023 [97].

## 14. PRESUPUESTO

El presupuesto que se va a detallar a continuación se ha calculado de forma orientativa donde hay muchos aspectos que pueden afectar a la producción. Además, estos datos pueden variar según la empresa o fuente de información.

Se ha realizado un desglose de los precios en función de los materiales utilizados en el filtro textil y el envase, y el proceso de producción de ambos. El cálculo realizado se centra en el precio del filtro de forma unitaria y el precio del envase comercializado con los 10 filtros en su interior.

A continuación, en las siguientes tablas, se muestran los **costes directos** del producto:

Tabla 7. Coste de los materiales.

MATERIAS	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
PP - Nanofibras	kg	1,45 €/kg	0,0008 g	0,00000116 €/filtro
PP - No tejido	kg	1,45 €/kg	0,4501 g	0,00065264 €/filtro
Cartón - envase	kg	0,5092 €/kg	0,00518 kg	0,00263766 €/filtro
TOTAL				0,00329146 €/filtro

Tabla 8. Coste de los procesos de producción.

PROCESO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Nanofibras	m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>	0,0636 m <sup>2</sup>	1,59 €/filtro
No tejido	m <sup>2</sup>	0,6 €/m <sup>2</sup>	0,0636 m <sup>2</sup>	0,03816 €/filtro
TOTAL				1,62816 €/filtro

Los costes directos de un filtro textil son de 1,6288 €, sin embargo el producto se comercializa en unidades de 10 por lo que el coste total de estas unidades es de 16,28 €.

Dentro de los **costes indirectos** se encuentra el proceso producción del envase del producto, que pueden suponer un 12-15% del coste total, por lo que serían 0,1957 €.

Por lo que el **coste total de fabricación** de un paquete de 10 unidades de filtros textiles se calcula con el sumatorio de los costes directos e indirectos.

Costes de fabricación del filtro textil = CD + CI = 16,4757 €

$$PVP = \frac{\text{Coste}}{1 - \% \text{ Beneficio}} = \frac{16,4757}{1 - 0,5} = 32,95 \text{ €}$$

Tras realizar el estudio económico, se ha obtenido como resultado que el precio final del paquete de 10 unidades es de **32,95 €**. Esta solución es la más económica encontrada en el mercado, ya que el precio de cada recambio del filtro PlanetCare (Figura 22) es de 7,50 € y de cada recambio del filtro Lint LUV-R es de 50,46 €.

Por lo que, teniendo en cuenta de que es un precio estimado donde hay factores que no se han estimado, este producto posee un precio económico teniendo en cuenta lo existente en el mercado. Finalmente, FiberClean se va a comercializar en las distintas cadenas de supermercado para así poder facilitar la adquisición de este producto a los consumidores.

## 15. CONCLUSIÓN

El cambio climático es un problema de gran magnitud existente en el planeta Tierra. Uno de los problemas ambientales que aún continúan sin resolverse en su totalidad es la contaminación por parte de los compuestos plásticos en mares y océanos, concretamente de los microplásticos. Estos microplásticos afectan tanto al medio ambiente como a los seres vivos que habitan en este medio, llegando incluso a perjudicar la salud de los seres humanos. Tras analizar las fuentes más representativas de generación de microplásticos, la actividad que vierte más microplásticos es el lavado doméstico de prendas. Estos microplásticos son conocidos como microfibras, las cuales poseen un tamaño de longitud máximo de 5 mm.

A pesar de ser una problemática importante, las lavadoras domésticas actuales no tienen la capacidad de filtrar y retener fibras de tamaño microscópico, solamente son capaces de retener residuos de gran tamaño como trozos de papel, pelusas, monedas, etc, por lo tanto, las microfibras generadas durante los procesos de lavado terminarían siendo parte de los efluentes domésticos. Pese a esto, existen productos adicionales a la lavadora que retienen hasta un 90 % de las microfibras, sin embargo, necesitan de un espacio extra cercano a la lavadora para su instalación sobre una pared. Actualmente la distribución de los electrodomésticos en las viviendas suele estar muy limitada, por lo que esta opción no es la más cómoda.

En el presente proyecto se ha desarrollado el producto FiberClean, un rediseño del filtro de la lavadora doméstica SAMSUNG modelo WW90T534DTW. Para conseguir la mayor capacidad de filtración, se ha decidido implantar un sustrato textil en el interior del filtro convencional, se prevé que este sea capaz de retener las microfibras generadas durante los procesos de lavado debido al roce de las prendas entre sí. Para la instalación del filtro FiberClean en el interior del filtro de la lavadora ha sido necesario variar levemente la forma original de este, además, también ha surgido la necesidad de diseñar una pequeña pieza que haga la función estructural para el soporte del textil, evitando de esta forma que el sustrato se deforme y no realice su función filtrante correctamente.

FiberClean está compuesto por un sustrato no tejido realizado mediante vía seca y un velo de nanofibras electrohilado superficialmente sobre el no tejido. A partir de la deposición de un velo de fibras de tamaño nanométrico, la porosidad que se genera entre ellas también posee escala nanométrica, por lo tanto, es de esperar que las microfibras sean retenidas por el filtro textil y se separen así de las aguas residuales producidas durante los lavados.

Con este rediseño del filtro de lavadora y la incorporación del sustrato textil FiberClean, se han creado 4 capas de filtración de distinto tamaño de poro, de esta forma las partículas se van quedando retenidas en función de su tamaño, es decir, si tiene un tamaño grande (p. ej. pelusas, monedas, etc) se quedará retenido en las capas exteriores del filtro, y conforme disminuya su tamaño será filtrado por las capas interiores del diseño.

La incorporación de este tipo de filtro a las lavadoras domésticas puede contribuir al logro de diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible, tales como: el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento”, ya que este filtro textil ayuda a eliminar las microfibras de las aguas residuales de la lavadora, facilitando de esta forma los servicios de saneamiento; el ODS 14 “Vida submarina”, al eliminar las microfibras se contribuye a disminuir los residuos presentes en mares y océanos, favoreciendo de esta forma el

crecimiento de la vida animal y vegetal marina; el ODS 7, “Energía asequible y no contaminante” puesto que el agua vertida y posiblemente reutilizada para otros fines industriales carezca de compuestos poliméricos microscópicos; y por último el ODS 1, “Fin de la pobreza”, ya que el agua limpia es uno de los primeros pasos que podrían considerarse para poder erradicar la pobreza.

Pese a que el rediseño se ha realizado utilizando el filtro de la lavadora SAMSUNG modelo WW90T534DTW como punto de partida, la implantación del producto FiberClean supondría realizar una pequeña modificación en los filtros utilizados en otros modelos de lavadoras de diversas marcas comerciales. Sin embargo, debido al auge en las últimas décadas en cuanto al fomento de la sostenibilidad en las industrias, el cuidado del medio ambiente, concienciar sobre el cambio climático y alcanzar los ODS propuestos para el año 2030, la opción de poder utilizar el filtro FiberClean en todas las lavadoras domésticas podría ser una buena estrategia de marketing para las marcas comerciales.

## 16. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La creación del nuevo filtro textil FiberClean ha provocado nuevas preguntas, y con ellas, nuevas líneas de investigación a desarrollar en el futuro. Estas investigaciones se plantean desde la utilización de nuevos materiales, la optimización de los procesos de fabricación, hasta el estudio de viabilidad y aplicabilidad industrial.

En primer lugar, basándonos en el filtro diseñado durante este proyecto se deberán de realizar distintos prototipos para determinar el gramaje óptimo del sustrato no tejido para obtener la mayor capacidad de filtración. Posteriormente, se deberá determinar la duración del proceso de electrohilado sobre el sustrato no tejido, puesto que a mayor tiempo de electrohilado, mayor deposición de nanofibras y por consecuencia, mayor capacidad filtrante.

Al crear este nuevo filtro textil, no se conoce su capacidad de filtración exacta, por lo que se podrían realizar ensayos de filtración de aguas textiles para testar la funcionalidad de este producto y conocer el tamaño de fibra que retiene en cada una de sus capas. Además, se deberá de ensayar su resistencia a una presión comprendida entre 0,1 y 10 MPa, una temperatura máxima de 95 °C y un caudal comprendido entre 0,5 L/s y 1,5 L/s.

Al tratarse de un producto con una vida útil determinada, es importante evaluar su funcionalidad con el paso del tiempo y asegurarse de que, lavado tras lavado, sigue cumpliendo los objetivos requeridos de una forma correcta. Por ello, se ha planteado aplicar ensayos de lavado y filtración para saber cada cuántos lavados se debería cambiar el filtro FiberClean.

Por otra parte, existen multitud de artículos que utilizan diversos materiales para crear membranas filtrantes, tanto de aire como de agua. En el proyecto se ha decidido la utilización del polipropileno debido a su fácil producción, bajo coste económico y reciclabilidad, sin embargo, se plantea la utilización de un material biodegradable y biocompostable, como lo es el alcohol de polivinilo (PVA), para la creación del filtro FiberClean. El objetivo de utilizar este tipo de material es evaluar el tiempo de biodegradación natural del filtro textil una vez ha sido ensayado con las aguas de lavado que contienen compuestos jabonosos, suavizantes, etc. El PVA tiene una característica destacable que puede afectar en la filtración del agua, se trata de su solubilidad en agua. Por ello, esta propuesta de material requiere de un proceso de investigación previo para crear filtros de PVA insolubles en agua para su instalación en el interior de las lavadoras.

Así mismo, en el mercado existen productos capaces de retener los compuestos colorantes que desprenden las prendas durante los procesos de lavado domésticos, estos productos son conocidos como "Toallitas atrapa color". Se plantea la posibilidad de combinar ambas características, el atrapamiento del color y la retención de las microfibras. Para ello se deberá realizar un estudio sobre la elección del material más adecuado o la incorporación de compuestos químicos capaces de atrapar la materia colorante sobre las fibras de polipropileno. De esta forma, se podrían solucionar dos problemas de contaminación existentes en las aguas residuales domésticas.

Finalmente, se puede observar que esta nueva propuesta ha abierto varias líneas de investigación importantes que son interesantes a nivel del medio ambiente para poder subsanar los problemas medioambientales de la actualidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Iberdrola. (2023). *Los grandes problemas medioambientales a nivel mundial para resolver para 2023*. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/problemas-medioambientales-mas-importantes> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [2] Naciones Unidas. (s.f.). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. (fecha de consulta: 29/05/2023)
- [3] ONU. (s.f.). Contaminación por plásticos. <https://www.unep.org/es/contaminacion-por-plasticos#:~:text=La>. (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [4] GREENPEACE. (2023). *¿CÓMO LLEGA EL PLÁSTICO A LOS OCÉANOS Y QUÉ SUCEDE ENTONCES?*. <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [5] Tuawa. (2023). El problema del plástico. <https://tuawa.es/problema-plasticos/>. (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [6] Anèl·lides. (2020). *Microplásticos: pequeños fragmentos, gran problemática*. <https://anellides.com/es/blog/microplasticos-pequenos-fragmentos-gran-problematica/#:~:text=Existen> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [7] Abbas,N. (Ecología Verde). (2021). *Qué son los microplásticos: definición y tipos*. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-microplasticos-definicion-y-tipos-1543.html>. (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [8] [https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL93/C\\_ESPECIALES/RS93C\\_201908064.pdf](https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL93/C_ESPECIALES/RS93C_201908064.pdf)
- [9] Morillo – Velarde, L. (s.f.). *EFFECTOS POTENCIALES DE LOS MICROPLÁSTICO EN LA SALUD HUMANA*. [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133051/MORILLO\\_VELARDE\\_MARTINEZ\\_LOURDES.pdf?sequence=](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133051/MORILLO_VELARDE_MARTINEZ_LOURDES.pdf?sequence=) (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [10] Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M. et al. Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Curr Envir Health Rpt* 5, 375–386 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0206-z> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [11] GRID. (2021). *Human exposure to microplastic and nanoplastic particles C*. <https://www.grida.no/resources/15023>. (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [12] Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [13] Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>. (fecha de consulta: 15/04/2023)
- [14] Yang, L., Qiao, F., Lei, K., Li, H., Kang, Y., Cui, S., & An, L. (2019). Microfiber release from different fabrics during washing. *Environmental Pollution*, 249, 136-143. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.011> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [15] Choi, J. H., Jung, Y. J., Kim, H. J., Seo, Y. J., & San Choi, W. (2023). A Janus branch filter for washing machines: Simultaneous removal of microplastics and surfactants. *Chemosphere*, 331, 138741. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138741> (fecha de consulta: 15/05/2023)

- [16] Belzagui, F., Gutiérrez-Bouzán, C., Álvarez-Sánchez, A., & Vilaseca, M. (2020). Textile microfibers reaching aquatic environments: A new estimation approach. *Environmental Pollution*, 265, 114889. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114889> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [17] Schöpel, B., & Stamminger, R. (2019). A comprehensive literature study on microfibres from washing machines. *Tenside Surfactants Detergents*, 56(2), 94-104. <https://doi.org/10.3139/113.110610> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [18] Pinker moda. (2023). *Air Fiber Washer, de Inditex y Jeanologia, reduce la liberación de microfibras*. <https://pinkermoda.com/air-fiber-washer-inditex-y-jeanologia-microfibras/> (fecha de consulta: 29/06/2023)
- [19] Amazon. (2023). *Samsung: Lavadoras y secadoras*. [https://www.amazon.es/stores/page/21EA5BE0-585D-4513-A82A-1650F72173BD?ingress=2&visitId=1c5b0c07-b36b-4a69-ab1e-a7f775bacb02&ref=ast\\_bln](https://www.amazon.es/stores/page/21EA5BE0-585D-4513-A82A-1650F72173BD?ingress=2&visitId=1c5b0c07-b36b-4a69-ab1e-a7f775bacb02&ref=ast_bln) (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [20] Samsung. (2023). *Lavadora Estándar Clasificación Energética A Serie 53 9kg Blanco WW90T534DTW*. <https://www.samsung.com/es/washers-and-dryers/washing-machines/front-load-9kg-white-ww90t534dtw-s3/> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [21] [https://downloadcenter.samsung.com/content/UM/202210/20221018201131130/U-PJT\\_WASHER-AD\\_SimpleUX\\_WEB\\_OID39616\\_Spanish.pdf](https://downloadcenter.samsung.com/content/UM/202210/20221018201131130/U-PJT_WASHER-AD_SimpleUX_WEB_OID39616_Spanish.pdf) (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [22] Teka. (2021). *¿Sabes cómo funciona la lavadora?*. <https://www.teka.com/es-es/inspiracion/electrodomesticos-e-innovacion/sabes-como-funciona-la-lavadora/> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [23] SERVICIO TÉCNICO HOME. (s.f.). *¿Tu lavadora no desagua? Repárala fácilmente*. <https://www.serviciotecnicohome.com/averias-frecuentes-electrodomesticos/averias-lavado-y-secado/reparar-lavadora-no-desagua>. (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [24] LA FACTORÍA DEL RECAMBIO. (2023). *Filtro lavadora SAMSUNG (DC63-00998A)*. [https://www.lafactoriadelrecambio.com/745-filtro-lavadora-samsung-dc6300998a.html?gclid=Cj0KcQjwjryjBhD0ARIsAMLv nF-K5\\_h7uMctRfRUL5qI88xkOmuySgy0bsTuTE7D\\_ak6Zo764wpYL\\_YaAoPaEALw\\_wcB](https://www.lafactoriadelrecambio.com/745-filtro-lavadora-samsung-dc6300998a.html?gclid=Cj0KcQjwjryjBhD0ARIsAMLv nF-K5_h7uMctRfRUL5qI88xkOmuySgy0bsTuTE7D_ak6Zo764wpYL_YaAoPaEALw_wcB) (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [25] Amazon. (2023). *Recamania Filtro Lavadora Samsung WF7600NAW W1244V DC9709928D*. <https://www.amazon.es/Filtro-lavadora-Samsung-WF7600NAW-DC9709928D/dp/B01NBF05UY> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [26] SAT ElectroAtlántico. (2022). *DC97-09928D FILTRO DE MONEDAS LAVADORA SAMSUNG*. <https://almade.es/producto/dc97-09928d-filtro-monedas-lavadora-samsung/> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [27] FixPart. (s.f.). *Samsung DC9709928D filtro felpa lavadora*. <https://fixpart.es/es/product/view/0000164687> (fecha de consulta: 15/05/2023)
- [28] Servi-Hogar TARRACO. (s.f.). *Filtro Lavadora SAMSUNG DC97-15695A*. [https://www.servihogartarraco.com/producto/filtro-lavadora-samsung-dc97-15695a/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_Xtp9uo19c6szUBkh0OFbU-7IDtixy1bNVRtlEKLReSFEhSyvqlhoCQvgQAvD\\_BwE](https://www.servihogartarraco.com/producto/filtro-lavadora-samsung-dc97-15695a/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_Xtp9uo19c6szUBkh0OFbU-7IDtixy1bNVRtlEKLReSFEhSyvqlhoCQvgQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[29] FixPart. (s.f). LG 383EER2001A. [https://fixpart.es/es/product/view/0000157664?gclid=Cj0KCQjwjrjyBhD0ARIsAMLvnF-RoJHGXF19e\\_kj2MHixzHUslHjUDZ3NRKeq5hA6-L\\_n9GfwoTjIEaAtM8EALw\\_wcB](https://fixpart.es/es/product/view/0000157664?gclid=Cj0KCQjwjrjyBhD0ARIsAMLvnF-RoJHGXF19e_kj2MHixzHUslHjUDZ3NRKeq5hA6-L_n9GfwoTjIEaAtM8EALw_wcB) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[30] Aliexpress. (2022). *Filtro de bomba de lavadora para LG Genuine, piezas de repuesto de WD-1019BD para lavadora F1069FD F1069FD2 F1069FD3 F1069FD4, WD-1219BD.* [https://es.aliexpress.com/item/33049878950.html?pdp\\_npi=2@dis!EUR!7,77€!6,60€!!!!@211b617b16857860898675376e4efe!67412486954!btf&t=pvid:76ebfd8f-d208-4bb5-a991-a7362873cdc2&afTraceInfo=33049878950\\_pc\\_pcBridgePPC\\_xxxxxx\\_1685786090&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2esp](https://es.aliexpress.com/item/33049878950.html?pdp_npi=2@dis!EUR!7,77€!6,60€!!!!@211b617b16857860898675376e4efe!67412486954!btf&t=pvid:76ebfd8f-d208-4bb5-a991-a7362873cdc2&afTraceInfo=33049878950_pc_pcBridgePPC_xxxxxx_1685786090&spm=a2g0o.ppclist.product.mainProduct&gatewayAdapt=glo2esp) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[31] Electrodo. (2023). *Filtro de lavadora LG 5230er3001a.* [https://www.electrotodo.es/products/filtro-lavadora-lg-5230er3001a?variant=46466681340244&currency=EUR&utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=Spain&utm\\_content=Filtro+de+lavadora+LG+5230er3001a&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS+-+Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=shopify\\_ES\\_8355496493396\\_46466681340244&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_SymBY9ziq\\_RZg6zNjH81N09NctfZtoUMZfMQuSI9BEDRgoA3Rg8FB0CEZoQAvD\\_BwE](https://www.electrotodo.es/products/filtro-lavadora-lg-5230er3001a?variant=46466681340244&currency=EUR&utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=Spain&utm_content=Filtro+de+lavadora+LG+5230er3001a&lighthousefeed_utm_source=GS+-+Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=shopify_ES_8355496493396_46466681340244&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_SymBY9ziq_RZg6zNjH81N09NctfZtoUMZfMQuSI9BEDRgoA3Rg8FB0CEZoQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[32] FixPart. (s.f). *LG 383EER2001B filtro felpa lavadora - tapón filtro bomba lavadora lg.* [https://fixpart.es/es/product/view/0000157599?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_a5eUHPRXyZEUZ0LAr3TRHoKdkCPKaO7sBLZkzLm9bTWZtnGtLFCmRoCg-EQAvD\\_BwE](https://fixpart.es/es/product/view/0000157599?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_a5eUHPRXyZEUZ0LAr3TRHoKdkCPKaO7sBLZkzLm9bTWZtnGtLFCmRoCg-EQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[33] FixPart. (s.f). *Bosh Siemens 00614351 filtro felpa lavadora - filtro pelusas.* [https://fixpart.es/es/product/view/00000064607?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_RcSEH7O4FJ8VLrSPCW7z6ljTea\\_sJDJAA\\_0d\\_HsKGuVmKylQzbvkRoCngQQAvD\\_BwE](https://fixpart.es/es/product/view/00000064607?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_RcSEH7O4FJ8VLrSPCW7z6ljTea_sJDJAA_0d_HsKGuVmKylQzbvkRoCngQQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[34] Electrodo. (2023). *Filtro lavadora Balay, Lynx, Bosch, Siemens 00614351* [https://www.electrotodo.es/products/filtro-lavadora-bosch-00614351?variant=46466693890388&currency=EUR&utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=Spain&utm\\_content=Filtro+lavadora+Balay,+Lynx,+Bosch,+Siemens+00614351&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS+-+Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=shopify\\_ES\\_8355507077460\\_46466693890388&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_WT\\_OeYkqP\\_OW2J-IBLgCZ3jzhFvKfPNPZJAYzDsf0IPZSVfEdOC0LhoCvVUQAvD\\_BwE](https://www.electrotodo.es/products/filtro-lavadora-bosch-00614351?variant=46466693890388&currency=EUR&utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=Spain&utm_content=Filtro+lavadora+Balay,+Lynx,+Bosch,+Siemens+00614351&lighthousefeed_utm_source=GS+-+Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=shopify_ES_8355507077460_46466693890388&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_WT_OeYkqP_OW2J-IBLgCZ3jzhFvKfPNPZJAYzDsf0IPZSVfEdOC0LhoCvVUQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[35] Electrodo. (2023). *Filtro pelusas para bomba lavadora Bosch 00647920.* [https://www.electrotodo.es/products/filtro-pelusas-bomba-lavadora-bosch-00647920?variant=46466739274068&currency=EUR&utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=Spain&utm\\_content=Filtro+pelusas+para+bomba+lavadora+Bosch+00647920&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS+-+Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=shopify\\_ES\\_8355544105300\\_46466739274068&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_eBC\\_a7A-Rmtaah5cUPGshvgcrqzjJbPJ7x0NFyxxkBR5D35XSHkixoCV58QAvD\\_BwE](https://www.electrotodo.es/products/filtro-pelusas-bomba-lavadora-bosch-00647920?variant=46466739274068&currency=EUR&utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=Spain&utm_content=Filtro+pelusas+para+bomba+lavadora+Bosch+00647920&lighthousefeed_utm_source=GS+-+Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=shopify_ES_8355544105300_46466739274068&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_eBC_a7A-Rmtaah5cUPGshvgcrqzjJbPJ7x0NFyxxkBR5D35XSHkixoCV58QAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[36] Recamania. (s.f.). *Filtro Lavadora BOSCH 3TW74120X02 647920.* <https://www.recamania.com/tapa-filtro-lavadora-bosch-3tw74120x02-647920?BPSID=accb4f41cb8a4270b351316da6eff644&BPCID=245&BPPID=254347819&gad=1&gclid=Cj0KCQjwjrjyBhD0ARIsAMLvnF-VChN7b5Cu->

[mWw4TBd7\\_LYFrEmdZoXX9t2gR2waeeJwfbg\\_mKz-VIaAiOzEALw\\_wcB](#) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[37] Electrodo. (2023). *Filtro lavadora Fagor, Ariston, Whirlpool LA0934800* [https://www.electrodo.es/products/filtro-lavadora-fagor-edesa-aspes-la0934800?variant=46466681471316&currency=EUR&utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=Spain&utm\\_content=Filtro+lavadora+Fagor,+Ariston,+Whirlpool+LA0934800&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS+-+Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=shopify\\_ES\\_8355496624468\\_46466681471316&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_Twr-oOLB-j17SjBQnF7YzPweRRdw7Jrz5gy2FvNDThGwXDGkc-n-xoCc7UQAvD\\_BwE](https://www.electrodo.es/products/filtro-lavadora-fagor-edesa-aspes-la0934800?variant=46466681471316&currency=EUR&utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=Spain&utm_content=Filtro+lavadora+Fagor,+Ariston,+Whirlpool+LA0934800&lighthousefeed_utm_source=GS+-+Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=shopify_ES_8355496624468_46466681471316&gad=1&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_Twr-oOLB-j17SjBQnF7YzPweRRdw7Jrz5gy2FvNDThGwXDGkc-n-xoCc7UQAvD_BwE) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[38] FerSay. (s.f.). *FILTRO BOMBA LAVADORA FAGOR LA0934800*. [https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-bomba-lavadora-fagor-la0934800-64FA0005?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_Xs0LvwD\\_5sQzAQxFMbMI9zfvHTTEkj4WGbkQ0kjZ6qxx1GpHYOq\\_xoCCS4QAvD\\_BwE&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS-Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=64FA0005](https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-bomba-lavadora-fagor-la0934800-64FA0005?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_Xs0LvwD_5sQzAQxFMbMI9zfvHTTEkj4WGbkQ0kjZ6qxx1GpHYOq_xoCCS4QAvD_BwE&lighthousefeed_utm_source=GS-Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=64FA0005) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[39] FerSay. (s.f.). *FILTRO DE PELUSAS PARA LAVADORA FAGOR, EDESA 1F1810*. [https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-de-pelusas-para-lavadora-fagor-edesa-1f1810-64FA0007?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_bJhpjjsdBTDx4ciZ5FI8SluVyoqrEcMzUejQAajkyLqKszB5gSmrhoCuY0QAvD\\_BwE&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS-Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=64FA0007](https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-de-pelusas-para-lavadora-fagor-edesa-1f1810-64FA0007?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_bJhpjjsdBTDx4ciZ5FI8SluVyoqrEcMzUejQAajkyLqKszB5gSmrhoCuY0QAvD_BwE&lighthousefeed_utm_source=GS-Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=64FA0007) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[40] AEG. (s.f.). *CONJUNTO DE FILTRO DE PELUSAS PARA LAVADORA*. [https://shop.aeg.com.es/lavado/lavadoras/filtros/conjunto-de-filtro-de-pelusas-para-lavadora/p/1327294011?gclsrc=aw.ds&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_bHMF47F5NV1QESDx\\_EU0zvt6mYtLasJn6rYWMiW0xWY1UvUXKT67RoCyaAQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://shop.aeg.com.es/lavado/lavadoras/filtros/conjunto-de-filtro-de-pelusas-para-lavadora/p/1327294011?gclsrc=aw.ds&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_bHMF47F5NV1QESDx_EU0zvt6mYtLasJn6rYWMiW0xWY1UvUXKT67RoCyaAQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[41] AEG. (s.f.). *CONJUNTO DE FILTRO DE BOMBA DE DESAGÜE PARA LAVADORA*. [https://shop.aeg.com.es/lavado/lavadoras/filtros/conjunto-de-filtro-de-bomba-de-desague-para-lavadora/p/1327658017?gclsrc=aw.ds&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_QpSGRdf0OCABaM1DSoFzd1DecFYRqyLRhUZzipH4--sxwb5eNjTmRoCI7AQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://shop.aeg.com.es/lavado/lavadoras/filtros/conjunto-de-filtro-de-bomba-de-desague-para-lavadora/p/1327658017?gclsrc=aw.ds&gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_QpSGRdf0OCABaM1DSoFzd1DecFYRqyLRhUZzipH4--sxwb5eNjTmRoCI7AQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[42] Ocio expres. (2023). *Filtro de malla para lavadora*. (fecha de consulta: 18/05/2023)

[43] FerSay. (s.f.). *FILTRO PARA PELUSAS LAVADORA LG*. [https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-para-pelusas-lavadora-lg\\_64LG0005?gclid=Cj0KcQjwT0-kBhDIARIsAL6LorezCLeJeb-P0VOD2iqUmoQSOJbeZYpXrDBGwJKJCDTbRKVErEQ9fkwaAjQoEALw\\_wcB&lighthousefeed\\_utm\\_source=GS-Google+Shopping+\(Via+LighthouseFeed\)&lighthousefeed\\_utm\\_medium=cpc&lighthousefeed\\_utm\\_term=64LG0005](https://www.fersay.com/es/repuestos-para-electrodomesticos/lavadora-lavavajillas-secadoras/cuerpos-y-filtros-lavado/filtro-para-pelusas-lavadora-lg_64LG0005?gclid=Cj0KcQjwT0-kBhDIARIsAL6LorezCLeJeb-P0VOD2iqUmoQSOJbeZYpXrDBGwJKJCDTbRKVErEQ9fkwaAjQoEALw_wcB&lighthousefeed_utm_source=GS-Google+Shopping+(Via+LighthouseFeed)&lighthousefeed_utm_medium=cpc&lighthousefeed_utm_term=64LG0005) (fecha de consulta: 18/05/2023)

[44] coraball. (2023). *Science says Cora Balls REDUCE shedding, protecting clothes and the ocean!* <https://www.coraball.com/blogs/ocean-protectors-blog/new-science-says-cora-balls-reduce-shedding-protecting-both-clothes-and-the-ocean> (fecha de consulta: 18/05/2023)

- [45] McIlwraith, H. K., Lin, J., Erdle, L. M., Mallos, N., Diamond, M. L., & Rochman, C. M. (2019). Capturing microfibers—marketed technologies reduce microfiber emissions from washing machines. *Marine pollution bulletin*, 139, 40-45. [10.1016/j.marpolbul.2018.12.012](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.012) (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [46] coraball. (2023). *Cora Ball*. <https://www.coraball.com/collections/all-products/products/cora-ball> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [47] Enviromental Enhancements. (2023). *The Lint LUV-R Septic SAV-R is our most popular product. There are over 7500+ in use since 2001, from Iceland to Argentina and Alaska to Australia*. <https://environmentalenhancements.com/store/index.php/products/products-lint-filter> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [48] Enviromental Enhancements. (2023). *MicroPlastics LUV-R Filter Kit (wall mount not incl.)* <https://environmentalenhancements.com/store/index.php/order-a-filter/buy-lint-microplastics> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [49] Planetcare. (2023). *A fully circular, closed-loop solution*. <https://planetcare.org/pages/how-it-works> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [50] Planetcare. (2023). *Starter Kit*. <https://planetcare.org/collections/all-products> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [51] AEG. (s.f.). *FILTRO DE MICROPLASTICOS*. <https://www.aeg.com.es/accessories/accessories/laundry-accessories/accessory/a9whmic1/> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [52] La casa del electrodoméstico. (2022). *Todo sobre el consumo de las lavadoras* <https://www.lacasadelelectrodomestico.com/blog/consumo-de-las-lavadoras/#:~:text=La lavadora es uno de,hacer más eficiente su utilización> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [53] Norma UNE EN 12056: Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios Parte 2: Canalización de aguas residuales de aparatos sanitarios, diseño y cálculo. (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [54] NewPol. *Manual de usuario de la lavadora*. [https://newpol.bmpline.es/wp-content/uploads/2021/02/1a\\_NW512EU-manual-1.pdf](https://newpol.bmpline.es/wp-content/uploads/2021/02/1a_NW512EU-manual-1.pdf) (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [55] Universitat Politècnica de València. UD 3 Conformado para plásticos. (Temario de la asignatura de Procesos Industriales). (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [56] AM GROUP. (2023). *Método de extrusión su proceso y aplicación*. <https://www.aristegui.info/metodo-de-extrusion-su-proceso-y-aplicacion/> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [57] Nurel biopolymers. (s.f.). *EXTRUSIÓN SOPLADO* <https://biopolymers.nurel.com/es/productos/extrusion/extrusion-soplado> (fecha de consulta: 18/05/2023)
- [58] Prime biopolymers. (2022). *Descubre el proceso de moldeo por inyección de plástico*. <https://primebiopol.com/descubre-el-proceso-de-moldeo-por-inyeccion-de-plastico/> (fecha de consulta: 18/05/2023)

- [59] Nurel biopolymers. (s.f.). *INYECCIÓN SOPLADO*. <https://biopolymers.nurel.com/es/productos/inyeccion/inyeccion-soplado> (fecha de consulta: 20/05/2023)
- [60] AM GROUP. (2023). *Siete grandes aplicaciones del proceso de rotomoldeo*. <https://www.aristegui.info/siete-grandes-aplicaciones-del-proceso-de-rotomoldeo/> (fecha de consulta: 20/05/2023)
- [61] Arapack. (2022). *Termoformado de plásticos ¿Qué es? Tipos de plásticos utilizados y envases obtenidos*. <https://www.arapack.com/termoformado-de-plasticos-que-es/> (fecha de consulta: 20/05/2023)
- [62] Tecnología de los plásticos. (2011). *Moldeo por compresión* <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html> (fecha de consulta: 20/05/2023)
- [63] Tecnología de los plásticos. (2011). *Moldeo por transferencia*. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-transferencia.html> (fecha de consulta: 20/05/2023)
- [64] Evetex. (2014). NO TEJIDOS. [https://evete2.wixsite.com/evetex/no-tejidos#:~:text=Vía seca \(Dry Laid\):,mantas ser cruzadas en capas](https://evete2.wixsite.com/evetex/no-tejidos#:~:text=Vía seca (Dry Laid):,mantas ser cruzadas en capas) (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [65] Francisco, J. (2019). DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE “NO TEJIDOS” A PARTIR DE RESIDUOS DE FIBRAS TEXTILES. *Riunet*. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129956/Sempere - DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE NO TEJIDOS A PARTIR DE RESIDUOS DE FIBRAS TEXTILES.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129956/Sempere_-_DESARROLLO_Y_CARACTERIZACIÓN_DE_NO_TEJIDOS_A_PARTIR_DE_RESIDUOS_DE_FIBRAS_TEXTILES.pdf?sequence=1&isAllowed=) (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [66] GEOFabrics. (2023). *Telas no tejidas perforadas con agujas*. <https://www.geofabrics.com/es/needlepunched-nonwovens/> (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [67] Universitat Politècnica de València. PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS LINEALES Y LAMINARES NO TEJIDAS. (Temario Máster Universitario en Ingeniería Textil).
- [68] Prismaquímica. (2022). *¿Cómo se hacen las telas no tejidas y qué tipos hay?*. <https://www.prismaquimica.com/como-se-hacen-las-telas-no-tejidas-y-que-tipos-hay/> (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [69] Oscar Textil. (2015). *Spunbond y Meltblown*. <http://oscartextil.blogspot.com/2015/04/spunbond-y-meltblown.html> (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [70] Duran, D., & Duran, K. (2014). MELTBLOWN NONWOVEN TEXTILE FILTERS. (fecha de consulta: 22/05/2023)
- [71] Martínez, I., Fridrikh, D. (s.f.). ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE OBTENCIÓN DE LAS TELAS COMPONENTES DEL PRODUCTO. (Entregable 5). (fecha de consulta: 22/05/2023)

- [72] Calzón, A. (2016). DESARROLLO DE UN EQUIPO DE ELECTROSPINNING PARA OBTENCIÓN DE NANOFIBRAS ALINEADAS DE RECOMBINÁMEROS TIPO ELASTINA. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18336/TFG-I-430.pdf?sequence=1> (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [73] <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22289/Capitulo4.pdf> (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [74] Yang, X., Wang, J., Guo, H., Liu, L., Xu, W. & Duan, G. (2020). Structural design toward functional materials by electrospinning: A review. *e-Polymers*, 20(1), 682-712. <https://doi.org/10.1515/epoly-2020-0068> (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [75] Mínguez, D. (2022). Adhesión de nanofibras a distintos tejidos de calada. *Riunet*. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/184145/Minguez - Adhesion de nanofibras a distintos tejidos de calada.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/184145/Minguez_-_Adhesion_de_nanofibras_a_distintos_tejidos_de_calada.pdf?sequence=1) (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [76] Mínguez-García, D., Capablanca, L., Montava-Seguí, I., & Díaz-García, P. (2022). Nanofibras sobre sustratos textiles. *Revista de Química e Industria Textil*, (240), 24-29. (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [77] Zhou, Z., Lin, W., & Wu, X. F. (2016). Electrospinning ultrathin continuous cellulose acetate fibers for high-flux water filtration. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 494, 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2015.11.074> (fecha de consulta: 25/05/2023)
- [78] Montes Malagón, L. A., Sánchez Cepeda, Á. P., Gómez Pachón, E., & Pineda Triana, Y. (2020). Efecto de los parámetros de electrohilado en la morfología de las fibras de PVDF y PS. [https://revistatediq.azc.uam.mx/Docs/Revista\\_TeDIQ\\_2020.pdf](https://revistatediq.azc.uam.mx/Docs/Revista_TeDIQ_2020.pdf).
- [79] Materials. (s.f.). *Polipropileno*. <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polipropileno> (fecha de consulta: 29/05/2023)
- [80] ISTAQUA. (2021). *FS1003 Cartucho recambio filtro polipropileno de 5 micras, portafiltros 20"*. [https://istaqua.com/producto/fs1003\\_cartucho-recambio-filtro-polipropileno-de-5-micras\\_portafiltros-20](https://istaqua.com/producto/fs1003_cartucho-recambio-filtro-polipropileno-de-5-micras_portafiltros-20) (fecha de consulta: 29/05/2023)
- [81] Li, X., Yang, W., Li, H., Wang, Y., Bubakir, M. M., Ding, Y., & Zhang, Y. (2015). Water filtration properties of novel composite membranes combining solution electrospinning and needleless melt electrospinning methods. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(10). <https://doi.org/10.1002/app.41601> (fecha de consulta: 30/05/2023)
- [82] Omollo, E., Zhang, C., Mwasiagi, J. I., & Ncube, S. (2016). Electrospinning cellulose acetate nanofibers and a study of their possible use in high-efficiency filtration. *Journal of Industrial Textiles*, 45(5), 716-729. (fecha de consulta: 30/05/2023)
- [83] Li, X., Zhang, Y., Li, H., Chen, H., Ding, Y., & Yang, W. (2014). Effect of oriented fiber membrane fabricated via needleless melt electrospinning on water filtration efficiency. *Desalination*, 344, 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.04.003> (fecha de consulta: 30/05/2023)

- [84] Shen, Y., Xia, S., Yao, P., Hugh Gong, R., Liu, Q., & Deng, B. (2017). Structure regulation and properties of melt-electrospinning composite filter materials. *Fibers and Polymers*, 18, 1568-1579. <https://doi.org/10.1007/s12221-017-7172-1> (fecha de consulta: 30/05/2023)
- [85] Direct INDUSTRY. (2023). *NEO·H NEW HIGH-END TWO-PLATEN INJECTION MOLDING MACHINE*. <https://pdf.directindustry.es/pdf-en/tederic-machinery/neo-h-new-high-end-two-platen-injection-molding-machine/222301-953442.html> (fecha de consulta: 13/06/2023)
- [86] Made in China. (2023). *Nuevo proceso Airlaid Nonwoven Máquina/Línea de producción de fieltro de residuos*. [https://es.made-in-china.com/co\\_nonwoven-machinery/product\\_New-Process-Airlaid-Nonwoven-Machine-Waste-Felt-Production-Line\\_rensongong.html](https://es.made-in-china.com/co_nonwoven-machinery/product_New-Process-Airlaid-Nonwoven-Machine-Waste-Felt-Production-Line_rensongong.html) (fecha de consulta: 13/06/2023)
- [87] KLIEVERIK. (s.f.). *Thermobonding calenders (LFC)*. <https://www.klieverik.com/nonwoventhermobonding/thermobonding-calenders-lfc/> (fecha de consulta: 13/06/2023)
- [88] Azo nano. (2023). *Nanospinner 416 with Temperature and Humidity Control*. <https://www.azonano.com/equipment-details.aspx?EquipID=1423> (fecha de consulta: 13/06/2023)
- [89] Spinbox. (2018). *BASIC KIT – for beginners!* <https://www.spinboxsystems.com/product/basic-kit-for-beginners/> (fecha de consulta: 13/06/2023)
- [90] [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16980/1/TEMA5\\_Moldeo\\_por\\_inyecci\\_n.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16980/1/TEMA5_Moldeo_por_inyecci_n.pdf) (fecha de consulta: 15/06/2023)
- [91] <https://www.boe.es/eli/es/rd/1987/06/05/928/con> (fecha de consulta: 20/06/2023)
- [92] PlanetCare. (2023). *Auto-Refill Subscription Program*. <https://planetcare.org/products/auto-refill-subscription> (fecha de consulta: 22/06/2023)
- [93] Museum of Design in Plastics. (2023). *CoraBall*. <https://www.modip.ac.uk/artefact/aibdc-008186> (fecha de consulta: 22/06/2023)
- [94] El Blog de Cajeario. (2021). *Tipos de cartón para cajas: Diferencias y calidades*. <https://www.cajeando.com/blog/tipos-de-carton-para-cajas-diferencias-y-calidades/> (fecha de consulta: 22/06/2023)
- [95] Ecoembes. (s.f.). *Qué es el Punto Verde*. <https://www.ecoembes.com/sites/default/files/inline-files/recursos/infografia-tarifas-punto-verde-2024.pdf> (fecha de consulta: 22/06/2023)
- [96] Ecoembes. (s.f.). *¿Qué es la tarifa de Punto Verde?* <https://www.ecoembestransparencia.com/faq/que-es-la-tarifa-de-punto-verde/#:~:text=> (fecha de consulta: 22/06/2023)
- [97] Ecoembes. (s.f.). *Tarifas del Punto Verde*. <https://www.ecoembes.com/es/empresas/tarifas-del-punto-verde> (fecha de consulta: 22/06/2023)

## ANEXOS

### ANEXO A: ESTUDIO DE MERCADO

#### FILTRO LAVADORA SAMSUNG DC97-1



Figura 92. Filtro de lavadora Samsung DC97-1 [24].

**MARCA:** Samsung

**MODELOS:** WD10T534DBW/S3, WD80J6A10AW/EC, WD80K5410OW/EC, WD80M4A53IW/EC, WD80M4B53IW/EC, WD90J6A10AW/EC, WD90T534DBN/S3, WD90T534DBW/S3, WD90T984DSH/S3, WF60F4E0W2W/EC, WF706U4SAWQ/EC, WF70F5E0N2W/EC, WF70F5E2U2WV00, WF70F5E2U2WV01, WF70F5E5W4WV00, WF70F5E5W4WV01, WF70F5EDW2W, WF70F5EDW2WV01, WF806U4SAWQV00, WF806U4SAWQV01, WF80F5E0N4W/EC, WF80F5E0W2W, WF80F5E0W2WV01, WF80F5E5U4X, WF80F5E5U4XV01, WF80F5E5U4XV02, WF80F5E5U4XV03, WF80F5E5U4XV04, WF80F5E5W4W, WF80F5E5W4WV01, WF80F5EDW2W, WF80F5EDW2WV01, WF906U4SAWQ, WF906U4SAWQV01, WF90F5E2W2W, WF90F5E2W2WV01, WF90F5E5U4W, WF90F5E5U4WV01, WF90F5E5U4WV02, WF90F5E5U4WV03, WF90F5E5U4WV04, WW10T534DTW/S3, WW10T684DLE/S3, WW60J3283LW, WW60J3283LWV01, WW70J3283KW1ECV00, WW70J3283KW1ECV01, WW70J5355DW/EC, WW70K5410WW, WW70K5410WV01, WW70K5410WV02, WW80J3283KW, WW80J3283KWV01, WW80J3483KW, WW80J3483KWV01, WW80J5355DW/EC, WW80J5455DW, WW80J5455DWV01, WW80J5455FX, WW80J5455FXV01, WW80J5555DW/EC, WW80J5555FW/EC, WW80J5555FX/EC, WW80J6410CW, WW80J6410CWV01, WW80J6410CWV02, WW80K5410WW, WW80K5410WV01, WW80K5410WV02, WW80K6414QX, WW80K6414QXV01, WW80K6414QXV02, WW80K6414QXV03, WW80K6414QXV04, WW80M645OPW/EC, WW80T4020EE/EC, WW80T534DTW/S3, WW80TA026AE/EC, WW80TA046AE/EC, WW80TA046TE/EC, WW90J5355DW/EC, WW90J5355FW/EC, WW90J5455FW, WW90J5455FWV01, WW90J6410CWV00, WW90J6410CWV01, WW90J6410CWV02,

WW90K4430YW, WW90K4430YVW01, WW90K4430YVW02, WW90K5410WW, WW90K5410WWW01, WW90K5410WWW02, WW90K6414QWV00, WW90K6414QWV01, WW90K6414QWV02, WW90K7415OWV00, WW90K7415OWV01, WW90M645OPW/EC, WW90T4040CE/EC, WW90T4540TE/EC, WW90T534DAE/S3, WW90T534DTT/S3, WW90T534DTW/S3, WW90T554DTT/S3, WW90T554DTW/S3, WW90T684DHE/S3, WW90T684DLE/S3, WW90T684DLN/S3, WW90T936DSH/S3, WW90T986ASH/S2, WW90T986DSH/S3, WW90TA026AE/EC, WW90TA046AE/EC, WW90TA046AX/EC, WW90TA046TE/EC.

#### **MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 55,6 mm
- **Altura:** 111 mm
- **Ancho:** 56 mm
- **Peso:** 44,5 gr

#### **FILTRO LAVADORA SAMSUNG DC97-09928D**



Figura 93. Filtro de lavadora Samsung DC97-099238D [25].

**MARCA:** Samsung

**MODELOS:** WF7602NAW WF7700NAV/XEC WF7700NAW WF7702NAW J1052V J1053 J1053GW J852VGW J853GW J853 P1053 P853 Q1044 Q1244AT Q1244V Q844 WD7101CKS WF-B1262 WF-J125N WF-J1262 WF-J125N WF-J1262 WF6762N7S/YLO WF6762N7 WF7600NAV/XEC WF7600NAW

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 60 mm
- **Altura:** 70 mm

## FILTRO LAVADORA SAMSUNG DC97-15695A



Figura 94. Filtro de lavadora DC97-15695A [28].

**MARCA:** Samsung

**MODELOS:** WC1704YPV WD0804W8E/XEF WD0804Y8E/XEN WD0804Y8E1/XEN  
 WD0814Y8E/XEN WD0814Y8E1/XEN WF0704 WF0704F7V WF0704F7W WF0704F7W/  
 XEN WF0704W7V/XEF WF0704Y7E WF0704Y7E/XEN WF0704Y7E1/XEN WF0714  
 WF0714Y7E/XEN WF0714Y7E1/XEN WF0804 WF0804W8E1/XSP WF0804W8E1XSP  
 WF0804Y8E/XEF WF0804Y8E/XEN WF0804Y8E1/XEF WF0804Y8E1/XEO  
 WF0804Y8E1XEF WF0806Z8C/XEN WF0806Z8E WF0806Z8E/XEN WF0806Z8W/XEN  
 WF0814Y8E/XEN WF0816Z8E/XEN WF10724-XEG WF10734Y8E-XEG WF10794Y8E/XEG  
 WF10824-XEG WF10826-XEG WF1604YKE/XEN WF1700 WF1702 WF1704WPC/XEF  
 WF1704WPC2/XEF WF1704WPU/XEF WF1704WPU2/XEF WF1704WSV/XEF  
 WF1704WSV2/XEF WF1704YPC WF1704YPC/XEN WF1704YPC2/XEN WF1704YPV/XEN  
 WF1704YPV2/XEN WF1704YSW WF1704YSW/XEN WF1704YSW2/XEN WF1714YPC/XEN  
 WF1714YPV/XEN WF1714YSW/XEN WF1804WPC/XEF WF1804WPC2XEF WF1804YPC/  
 XEN WF1804YPC2/XEN WF1804YPC2XEN WF1814YPC/XEN WF1814YPC2/XEN

**MEDIDAS:**

**Diámetro:** 55,6 mm

**Altura:** 111 mm

**Ancho:** 56 mm

## FILTRO LAVADORA LG 383EER2001A



Figura 95. Filtro de lavadora LG 388EER2001A [30].

**MARCA:** LG

**MODELOS:** F1069FD F1069FD2 F1069FD3 F1069FD4 F1069FD6F F1069FD7F  
F1069FDF F1495BD F14A8FD F14A8RDS F14A8TDS FH069FD4P FH069FD7P  
FH069FDP FR2922NCZB WD-1019BD WD-1219BD WD-1227RD WD-1247RD  
WD-1248RD

**MEDIDAS:**

- **Altura:** 101 mm

## FILTRO LAVADORA LG 388EER2001B



Figura 96. Filtro de lavadora LG 388EER2001B [31]

**MARCA:** LG

**MODELOS:** WD-12170ND WD-14331AD WD-1480FD WD-12360FDB WD-14331ADK  
WD-16101FD WD-12380FBB WD-14351FD WD-16110FD WD-12380FBN WD-14351FDK  
WD-16110FDN WD-12381FBB WD-14360FDB WD-16112FD WD-1274FB WD-14360FDN  
WD-16330FDN WD-13230FB WD-14380FBB WD-16351FD WD-13481T WD-14381FBB  
WD-16351FDK WD-1390FB WD-14391TDK

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 60 mm
- **Altura:** 75 mm

### FILTRO LAVADORA BOSCH SIEMENS 00614351



Figura 97. Filtro de lavadora grupo Bosch 00614351  
[33]

**MARCA:** BOSCH SIEMENS (BALAY, BOSCH, SIEMENS, LYNX, NEFF, KOENIC, CONSTRUCTORA, NOVAMATIC, VIVA, PITSOS, PROFILO)

**MODELOS:** 3TS6010 WAE2816 WAQ284A WM12E1M 3TS6012 WAE2819 WAQ284D  
WM12E22 3TS7210 WAE281K WAQ284F WM12E26 3TS7212 WAE281M WAQ284S  
WM12E27 3TS7410 WAE2826 WAQ284V WM12E34 3TS7412 WAE2832 WAQ284X  
WM12E36 3TS776B WAE2834 WAT2042 WM12E39 3TS776X WAE2836 WAT2043  
WM12E3F 3TS863X WAE2837 WAT2442 WM12E3M 3TS873B WAE2839 WAT2443  
WM12E46 3TS873X WAE283A WAT2446 WM12E47 3TS883/ WAE283K WAT2447  
WM12E49 3TS883X WAE2842 WAT2836 WM12K28 3TS885/ WAE2844 WAT2837  
WM12N26 3TS885X WAE2846 WAT2839 WM12N2X 3TS976B WAE2847 WAT283B

WM12Q32 3TS976X WAE2848 WAT283E WM12Q36 3TS984B WAE2849 WAT283K  
 WM12Q41 3TS984X WAE284A WAT283V WM12Q42 3TS986B WAE284G WAT2841  
 WM12Q44 3TS986X WAE284M WAT2842 WM12Q45 3TS988B WAE284P WAT2843  
 WM12Q46 4TS5010 WAE284R WAT2844 WM12Q47 4TS762A WAE284U WAT2845  
 WM12Q48 CM0800E WAE28FU WAT2846 WM12Q49 CM1000E WAK2026 WAT2847  
 WM12T44 CM101KS WAK2426 WAT2848 WM12T46 CWF10E0 WAK2812 WAT2849  
 WM12T47 CWF10E2 WAK2813 WAT284D WM12T48 CWF10K2 WAK2823 WAT284E  
 WM12T49 CWF12E2 WAK2826 WAT284G WM14CY1 CWF14K2 WAK282S WAT284H  
 WM14E14 CWF14T4 WAP2439 WAT284U WM14E16 KWF7141 WAP2837 WAT284V  
 WM14E17 W7320F2 WAP2844 WAT284W WM14E19 W7320F3 WAQ2031 WAT284X  
 WM14E26 W7320F4 WAQ2032 WATD284 WM14E32 W7460X0 WAQ2036 WFP1001  
 WM14E34 W7460X2 WAQ2037 WFP801C WM14E35 WAE1612 WAQ2038 WLF2028  
 WM14E36 WAE1616 WAQ2042 WLG2026 WM14E39 WAE1620 WAQ2044 WLX2044  
 WM14E3A WAE1626 WAQ2046 WLX2045 WM14E3E WAE1816 WAQ2432 WM08K20  
 WM14E3G WAE2012 WAQ2434 WM10E12 WM14E3R WAE2016 WAQ2436 WM10E16  
 WM14E3U WAE2017 WAQ2438 WM10E22 WM14E42 WAE2018 WAQ2441 WM10E36  
 WM14E46 WAE2026 WAQ2442 WM10E46 WM14E47 WAE2036 WAQ2444 WM10E47  
 WM14E48 WAE2038 WAQ2445 WM10E48 WM14E49 WAE2042 WAQ2446 WM10K12  
 WM14E4S WAE2046 WAQ2447 WM10K16 WM14K26 WAE2048 WAQ2448 WM10K20  
 WM14K28 WAE2406 WAQ2449 WM10K22 WM14N02 WAE2414 WAQ244H WM10Q31  
 WM14N03 WAE2416 WAQ2832 WM10Q32. WM14N05 WAE2426 WAQ2834 WM10Q36  
 WM14N06 WAE2427 WAQ2836 WM10Q38 WM14N07 WAE2436 WAQ2837 WM10Q41  
 WM14N09 WAE2437 WAQ2838 WM10Q44 WM14N0A WAE2438 WAQ2839 WM10Q46  
 WM14N26 WAE2439 WAQ283A WM10Q48 WM14N2K WAE2441 WAQ2841 WM10T40  
 WM14N2M WAE2444 WAQ2842 WM10T46 WM14P3S WAE2446 WAQ2844 WM10T48  
 WM14P42 WAE2447 WAQ2846 WM12A17 WM14P46 WAE2448 WAQ2847 WM12E14  
 WM14P4E WAE2449 WAQ2848 WM12E16 WM14Q32 WAE24FU WAQ2849 WM12E19  
 WM14Q34

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 65 mm
- **Altura:** 75 mm

**FILTRO LAVADORA BOSCH SIEMENS 0067920**

**MARCA:** BOSCH SIEMENS (BALAY, BOSCH, SIEMENS,NEFF, CONSTRUCTORA, GAGGENAU, KOENIC, PITSO, ZELMER)

**MODELOS:** WAT2846XES WAW286HXTR WD15G421GB WM10L2687W WM14W592NL  
 3TS986XA WAT2847XIR WAW286M9SN WD15G421HK WM10L2688W WM14W59A  
 3TS998B WAT2847XME WAW286V0 WD15G441DN WM10N0600W WM14W5A1  
 3TS999B WAT28481IR WAW28740 WD15G441EU WM10N060HK WM14W5B1  
 3TW74120X WAT2848SMA WAW28740ES WD15G441IT WM10N0R80W WM14W5D0CH  
 3TW976 WAT28491ES WAW28740EU WD15G441NL WM10N1600W WM14W5EM  
 CM102K0TR WAT2849BSN WAW2874XES WD15G442 WM10N1C00W WM14W5FCB  
 CMG12SDTR WAT2849MSN WAW28750FF WD15G460GC WM10P1601W



Figura 98. Filtro de lavadora grupo Bosch 0067920 [36].

WM14W5S9DN CMI140DTR WAT2849PSN WAW28750GB WD15G460GR WM10P160TI  
 WM14W640 CMK1000TR WAT2849SSZ WAW28760TR WD15G460IN WM10P1R81W  
 WM14W690 CMK100STR WAT28530 WAW28790 WD15G460TH WM10P260TI.  
 WM14W690FF CWF10W47IL WAT28560GB WAW28790AU WD15G460TR  
 WM10P2C01W WM14W699EE CWF12T48IL WAT28561BY WAW28790HK  
 WD15G461FF WM10P2C81W WM14W6ECO CWF12W47IL WAT28590 WAW28790IL  
 WD15G46SGC WM10S360TI WM14W6HXTR CWF14W40 WAT285F0 WAW28790IN  
 WD15G490 WM10S368TI WM14W740EU CWF14W42IL WAT285H0 WAW287V0  
 WD15G4V1 WM10S3M8TI WM14W749IT CWF14W43IL WAT285V0 WAW28F40CH  
 WD15H520GB WM10S3N8TI WM14W750FF CWF14W6D WAT28609FF WAW32450GB  
 WD15H540 WM10T480TR WM14W750GB W7446X1GB WAT28640 WAW3245BFG  
 WD15H540DN WM10W460IL WM14W760TR W7460X4GB WAT28640CH WAW32461NL  
 WD15H541CH WM12E2681W WM14W768DN W746IX0ES WAT28640NL WAW32471FG  
 WD15H541OE WM12E2R80W WM14W770EX W746IX0GB WAT28640PL WAW32540OE  
 WD15H542EU WM12K222IL WM14W780ES W746IX0IR WAT28655NL WAW32569SN  
 WD15H543NL WM12K260GC WM14W790AU WAB24166SN WAT28660BY  
 WAW3256KFG WD15H547EP WM12L2608W WM14W790IN WAE161601W  
 WAT28660EE WAW3256XGC WD15H560TI WM12L2680W WM14W7A1 WAE201681W  
 WAT28660FG WAW32582NL WD15H5681W WM12L2688W WM14W7ECO  
 WAE202601W WAT28660GB WAW32590OE WD15H5682W WM12L2C08W WM14W7G2  
 WAE242681W WAT28661BY WAW32597SN WD15H568TI WM12L2E88W  
 WM14W7G2NL WAE242691W WAT28661ME WAW325B9SN WD15H5691W  
 WM12L2R08W WM14W890NL WAK20260ME WAT2866XEE WAW325E25 WD15H569TI  
 WM12L2R88W WM14Y748DN WAK20260TR WAT2867XES WAW325I9SN  
 WD15H57XEP WM12P1681W WM14Y792CH WAK20261IL WAT28681IR WAW325P9SN  
 WD15H590 WM12P1C81W WM14Y793 WAK24260GC WAT28681TR WAW325X0  
 WDG244601W WM12P2601W WM14Y7X3TR WAK24260IR WAT28682GC  
 WAW325X0ME WDG244681W WM12P2609W WM14Y8H0PL WAK2426SKE  
 WAT28690NL WAW32640TH WDG244C01W WM12P2658W WM14Y8S9DN  
 WAK2426SMA WAT28691 WAW32672NL WDG284E01W WM12P2681W WM16W47EFG

WAK2426SME WAT28699EP WAW32698SN WDG284E91W WM12P2688W  
WM16W4C1 WAK2426SZA WAT2869BSN WAW326H0EU WLK20140OE WM12P2689W  
WM16W540 WAK24270ZA WAT2869ISN WAW32770EX WLK20161BY WM12P268TI  
WM16W540OE WAK282A8DN WAT2869MSN WAW327F0 WLK20166IT WM12P2691W  
WM16W5V3FG WAN20060ID WAT2869PSN WM14U640GB WS10K267OE WAT24442OE  
WAW28500 WD14H420EE WLM24460IT WM14U640IT WS10K2C00W WAT2445XIR  
WAW28530 WD14H420EU WLM244670W WM14U640NL WS10K2C80W WAT24461IR  
WAW28540 WD14H420GB WLM244680W WM14U640OE WS10K2R80W WAT24461TR  
WAW28540OE WD14H421GB WLM24468TI WM14U6600W WS10K460HK WAT24469GR  
WAW28549IT WD14H440 WLO16160IT WM14U669HW WS10M368TI WAT2446STR  
WAW285 WAWH2643NL WLK20226IT WM12P2699W WM16W640EU  
WAN20060THWAT2869SSN WAWH2673NL WLK20236IT WM12P2C01W  
WM16W640INWAN22120AU WAT2869XES WAWH26B9SN WLK20240OE  
WM12P2C81W WM16W640OE WAN24160TH WAT286B8SN WAWH26P9SN  
WLK20240UA WM12P2C88W WM16W642FG. WAN24260ID WAT286F1 WAWH26S9SN  
WLK20246OE WM12P2C89W WM16W6A1 WAN24260TH WAT286HSTR WAWH8640IL  
WLK20260OE WM12P2C99W WM16W6R1 WAP201601W WAT286I7SN WAWH8660GB  
WLK20260PL WM12P2E09W WM16Y743 WAP20160TI WAT286K0FG WAWH8690  
WLK20261BY WM12P2R09W WM16Y791EU WAP20260TC WAT286M8SN WAY24749II  
WLK20264OE WM12P2R81W WM16Y792CH. WAP20268TI WAT286P8SN WAY28742CH  
WLK20266OE WM12P2R88W. WM16Y792OE WAP202C00W WAT286T0 WAY28742OE  
WLK20266UA. WM12P2R89W WM16Y793 WAP242608W WAT286T7SN WAY28743  
WLK20267OE WM12P360IN WM16Y80XES WAP242609W WAT286U1AT WAY28791IR  
WLK20267UA WM12P420IN WM16Y843 WAP242681W WAT28720 WAY287W4CH  
WLK2026EOE WM12S3600W WM16Y8891W WAP242688W WAT28761BY WAY287W5  
WLK202C01W WM12S425GC WM16Y891EU WAP242689W WAT2878XZA  
WAY287X3TR WLK202C80W WM12S460TH WM16Y892AU WAP242691W  
WAT323B8SN WAY28862IR WLK20461UA WM12S461TI WM16Y892CH WAP24269TC  
WAT323I8SN WAY28862TR WLK24140 WM12S4680W WM16Y892FF WAP24269TI  
WAT323M8SN WAY288H0PL WLK24140UA WM12S468TI WM16Y892FG WAP242C01W  
WAT323P8SN WAY288H9GR WLK2414AOE WM12T459IT WM16Y899ES WAP242C08W  
WAT323S8SN WAY32542FG WLK24160OE WM12T461TR WM260162 WAP242C88W  
WAT32480FF WAY32793 WLK24161FF WM12T469GR WM260162CN WAP242E88W  
WAU285600W WAY32842CH WLK2416SOE WM12T46STR WM4HU641CH  
WAP24360IN WAU28560HW WAY32843 WLK24240PL WM12T48STR WM4HY790CH  
WAP24420IN WAU28568LW WAY32891AU WLK24240UA WM12T608IT WM4UH640EU  
WAP282E02W WAU286690W WAY32891EU WLK24241PL WM12T660PL.  
WM4UH640GB WAP28380AU WAU28669HW WAY32893 WLK24247OE WM12U4600W  
WM4UH641 WAP28380SG WAU287500W WAY328H0EU WLK2424AOE WM12U4680W  
WM4UH641FG WAP28480AU WAU287680W WAYH2791 WLK2424ZOE WM12U4C00W  
WM4UH641NL WAS20460SG WAW20460IL WAYH2842NL WLK242601W  
WM12U5600W WM4YH790 WAS20460TI WAW24420GR WAYH2892NL WLK24260ME  
WM12U5680W WMH4W640IL WAS24425GC WAW24440IN WAYH32I9SN WLK24260PL  
WM12U5690W WMH4W649IT WAS244600W WAW24440OE WAYH8790GB  
WLK24261BY WM14T691 WMH4Y790GB WAS244601W WAW24440PL WAYH8849IT  
WLK24261ME WM14T69EDN. WMH4Y890GB WAS24460AU WAW24460EU  
WAYH89XES WLK24263OE WM14T6A2 WMH4Y8S9DN WAS24460IN WAW24460IL

WD12G4601W WLK24264OE WM14T6G1 WMH6Y741NL WAS24460TI WAW24520IL  
WD12G4681W WLK242681W WM14T6HSTR WMH6Y791NL WAS24461SG  
WAW24540IR WD12G4C01W WLK2426GOE WM14T6S1AT WNAT323471  
WAS244680W WAW24540PL WD12G4C81W WLK2426MOE WM14U560HW  
WS08M360TI WAS24468TI WAW24748IT WD12G4E01W WLK2426YOE WM14U561HW  
WS08O160TI WAS28464AU WAW2840ACH WD12G4R01W WLK2426ZOE  
WM14U5680W WS10K1601W WAS284670W WAW28420SG WD12H360TI  
WLK24271OE WM14U568LW WS10K160HK WAS285681W WAW28440AU  
WD12H420EE WLK24461UA WM14U5C00W WS10K166IT WAS287601W WAW28440OE  
WD12H460TI WLM20460IT WM14U640 WS10K1C00W WAT20441OE WAW28460IL  
WD14G4E31W WLM20460TI WM14U640ES WS10K1R81W WAT20480TR  
WAW28461NL WD14H320EU WLM20468TI WM14U640EU WS10K240OE WAT24419FF.  
WAW28462FG WD14H360FF WLM204C00W WM14U640FF WS10K246OE WAT24437II  
WAW284DE WD14H368TI WLM244600W WM14U640FG WS10K2670W WAT24439IT  
WM14W440OE WS10O240IT WAT24661IR WAW28570EX WD14H460FF WLO20260OE  
WM14W460HK WS10O260TI WAT2466KPL WAW28590 WD14H462FF WLO20260PL  
WM14W460IL WS10O268TI WAT2466SPL WAW28592NL WD14H4681W WLO20260TI  
WM14W461NL WS12K140 WAT2466XIR WAW285ECO WD14H4682W WLO20268TI  
WM14W4C1 WS12K140OE WAT28371GB WAW285H WD14H468TI WLO24121  
WM14W520GR WS12K240OE WAT28400PE WAW285H2 WD14H540CH WLO24160OE  
WM14W520IL WS12K246IT WAT28400TC WAW285H2UC WD14H540NL WLO24260OE  
WM14W520TH WS12K247OE WAT28401UC WAW285V1 WD14H541NL WLU244600W  
WM14W540 WS12K2601W WAT28402PE WAW285W1 WD14U520GB WLU244680W  
WM14W540EU WS12K262FF WAT28402TC WAW28620AU. WD14U540 WLU245690W  
WM14W540IN WS12K2681W WAT28404PE WAW28640 WD14U540ES WM08E2C00W  
WM14W560TR WS12K2691W WAT28419FF WAW28640AU WD14U540EU  
WM10E1681W WM14W562FG. WS12K26COE WAT28439IT. WAW28640IL WD14U540NL  
WM10E2601W WM14W56XTR WS12K26SOE WAT28450GB WAW28690 WD14U560GR  
WM10E2R00W WM14W590 WS12K2C81W WAT28461ME WAW28690EE WD14U5E1DN  
WM10K260TR WM14W590CH WS12K440HK WAT28462TH WAW2869XEE  
WD14U5O1DN WM10L2600W WM14W590FF WAT28469GR WAW286H8IT  
WD14U5O1SN WM10L2607W WM14W590GB WS12M4670W WS12M4680W  
WS12M468TI WS12M440 WS12M3600W WD14H440TR WLO16160TI WM14U7680W  
WS10M3M0TI WAT24480TR WAW28560EU WD14H442OE WLO20140OE  
WM14U940GB WS10M3N0TI WAT2448STR WAW28560GB WD14H4601W  
WLO20160OE WM14W440AU WS10M460TI WAT24660PL WAW2856XTR  
WD14H4602W WLO20240OE

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 62 mm
- **Altura:** 75 mm

**FILTRO LAVADORA FAGOR LA0934800**



Figura 99. Filtro de lavadora Fagor LA0934800 [37].

**MARCA:** FAGOR (FAGOR, ARISON, WHIRPOOL, INDESIT, EDESA, BRANDT, ASPES)

**MODELOS:** AB426TX2EX AL169XSK N432XEXP WE8EX WG421TPOM AB436T AL437TX N432XIT WE8IT WG421TPRA AB846TX AL44XIT N432XP WE8XEX WG422TPOM AC128LFR AL44XSP N442XIT WE8XR WG425E. AL108XSTK AL536TX N450XIT WES9XR WG425PP AL108XTK AL537TXA N450XP WG1020TPTK WG426TE AL109AUS AL53XEU N532XEXP WG1030TXD WG426TPF AL109EU AL636TX N532XIL WG1030TXDE WG426TPIT AL109SLFR AL636TXHCGR N532XP WG1031T1R WG426TPP AL109XAUS AL64XSP N542XIT WG1031TF WG432TXI AL109XEU AL65PT N550XP WG1031TPR WG435PF AL109XEX AL67XHCGR N551XP WG1031TXCTK WG435TPI AL109XIT AL68EU N632XEXP WG1031TXEU WG436TPI AL10UK AL68XEX N632XIT WG1031TXO WG437TPEI AL112FR AL68XIT N632XP WG1031TXR WG525PF AL1146TUK AL68XPT N642XIT WG1035TO WG526TE AL1156TUK AL68XSPT N650XP WG1035TXCR WG526TPF AL118DTK AL748TX N651XP WG1035TXEX WG535TPI AL1243TXNL AL749TXST N842XEXP WG1035TXR WG623PZ AL1246TXBE AL948TX N842XIL WG1035TXSK WG625TE AL1250CTAUS ALS748TX N842XP WG1036TO WG630TXI AL1256T ALS948TX N860XP WG1037TPF WG636TPF AL1256TAUS AWD10UK S1000UK WG1038TXCE WG636TPI AL1256TFR B1053XAUS S1200AUK WG1085WG WG810PTK AL1256TUK B1053XEXP S1200UK WG1086G WG820PG AL1256TXEX B1053XIT S800UK WG1135TO WG826TPF AL1256TXSTDE B1053XUK W146XSDE WG1138TXO WG830TPG AL1256TXSTR B1253XEXP W406PDI WG1180XD WG830TXD AL1256TGTK B1253XIL W415TPDI WG1185BG WG833PG AL1257TUK B1253XIT W431TXEX WG1185WG WG835PF AL1258STXNL L648IT W44TXDI WG1230GFG WG836TE AL125BE LA48TXGRIT W44XIT WG1230TXD WG924PG AL125WFR LA55TX W61TXDI WG1230TXDE WG935TPEX AL128DAUS LA55TXCO WD104TEX WG1231TXEU WG935TPF AL128DEX LA56TXGE WDG1095GHG WG1231TXO WGD1236TXR AL128DSAUS LA58TXGR WE105XEX WG1232TXE WGS434TXI AL128XBE LA59TXEXIT WE105XR WG1235TO WGS633TXI AL128XFR LA65TX WE106XPT WG1235TXEX WGS636TXR AL129SLBE LA65TXCO WE109FR WG1235TXSK WM12XUK AL129SLFR LA66TX WE10EX WG1236TO WME12XIT

AL129XAUS LA66TXGE WE10IT WG1236TONEW WME6X AL129XEU LA68TXGRIT  
WE10UK WG1236TXBE WP1030TTK AL129XSK LA73TXEC WE11UK WG1237TXFR  
WP1031TGTK AL129XTK LA76TXGE WE125XEX WG1238TXO WP41IT AL12SUK  
LA79TXEX WE12SDE WG1239TO WP42IT AL12UK LAS608TXGRIT WE12SUK  
WG1285WG WP62EX AL1453TXNL LBE12X WE12UK WG1286G WS105TXEX  
AL1456TUK LBE12XUK WE12XNL WG1286SG WS431TXEX AL1456TXBE LBE6X  
WE13UK WG1335TO WS43XIT AL1456TXEX LBE8X WE145XEX WG1336TO WS44XIT  
AL1456TXR LE869XIT WE14DE WG1385WG WS46TXDI AL1456TXSTDE LES669XIT  
WE14SDE WG1386WG WS62TXDI AL1456TGTK LES869XIT WE14SUK WG1431TXEU  
WS63XIT. AL1458STXSTN LNA800FR WE14UK WG1431TXO WS642TXEX AL148XFR  
LNA850FR WE14XNL WG1435TXEX WS64XIT AL149SLSK LNA855FR WE16DE  
WG1436TG WS682XSIT AL149XEX LWM1000X WE16SUK WG1438TXO WS683XGIT  
AL149XSK LWM600X WE16UK WG2020WG WS68XIT AL14UK N1042XEXP WE16XNL  
WG420POM WS84TXEX AL169XAUS N1042XUK WE6IT WG420PRA WS88XIT  
AL169XEU N1242XEXP WE6XEX WG421TPEX

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 65 mm
- **Altura:** 72 mm

**FILTRO LAVADORA FAGOR 1F1810**



Figura 100. Filtro de lavadora Fagor 1F1810 [39].

**MARCA:** FAGOR (ASPES, BRANDT, CRYSTAL, DE DIETRICH, EDESA, FAGOR, MABE, MASTERCOOK, OCEAN, SAN GIORGIO, THOMSON, VEDETTE, XPERAL)

**MODELOS:** ALF1107-905020453 ALF1107905020453 ALF1107X-905020462  
ALF1107X905020462 ALF1127-905020471 ALF1127905020471 CI240WH905474347  
WMF1020905470020 BCH2810905690057 BCH2812X905690058 BWF084T905690089  
BWF182T905690031 BWF182TB905690018 BWF184T905690033 BWF184TX905690034  
BWF194Y905690019 BWF1DT82905690022 BWF1DT84905690025 BWF1DY94905690024  
BWF394T905690111 BWF8110E905690075 BWF8212E905690065 BWF8212LX905690074  
BWF8214E905690066 BWF9212E905690067 BWF9212LX905690073  
BWF9214E905690072 BWW184T905690020 BWW1SY84905690027  
BWW384T905690095 WFF8281N905690050 WFF8481N905690069 WFK1018A905690167  
WFK1018E905690078 WFK1018F905690185 WFK1018Q905690372  
WFK1028M905690013 WFK1028S905690042 WFK1118F905690283  
WFK1135EF905690011 WFK1216P905690381 WFK1217F905690103  
WFK1218E905690210 WFK1218F905690009 WFK1228F905690070 WFK1230F905690109  
WFK1248A905690201 WFK1248E905690087 WFK1248ES905690002  
WFK1317F905690176 WFK1318F905690274 WFK1417F905690112 WFK1418E905690229  
WFK1418F905690012 WFK1428F905690054 WFK1429F905690098 WFK1448E905690096  
WFK1458FE905690005 WFK1458XE905690006 WFK2217FB905690363  
WFK2248F2905690292 WFK2248F905690121 WFK2248FE1805690234  
WFK2248FE905690001 WFK2248X905690149 WFK2448E905690238  
WFK2448EX905690003 WFK2448F905690130 WFK2448FE1805690235  
WFK2448FE905690390 WFK2448X905690158 WFK2458FE905690007 WFK84905690110  
WFK9210E905690060 WFK9420E9056900618KM1000905474276 8KM1200905474285  
9KM1200905470049DFW1084CH905580008 DFW1084WA905580005  
DFW801W905580001 DFW802W905580002 DFW804B905580006 DFW810W905580124  
DFW812B1805580017 DFW812B905580142 DFW812W905580133 DFW812X905580151  
DFW814B1805580018 DFW814B905580179 DFW814W905580160 DFW814X1805580016  
DFW814X905580188CACHL1048F905272920 DELUXEL1248905270016  
DREAMG710905270007 HOLLY810905270020 HOMEL8110905270093  
HOMEL8210905270096 HOMEL8212905270095 HOMELS8214905270109 L1048  
L1048905272430 L1248905272449 METALL1017905272859 METALL1048905272724  
METALL1248905272868 PLATL1048S905272895 PLATL8210S905270089  
ROMANL1017905272840 ROMANL1018905270002 ROMANL1048905272635  
ROMANL1247905270015 ROMANL1248905270003 SPORT-L1248C  
SPORTL1248905272699 SPORTL1248C905272706 SPORTL8212C905270066  
SPRING710905270008 SPRING8110905270011 URBANL8210905270083  
URBANL8212905270064 ZENL1018905270027 ZENL1048905270026  
ZENL1248905270025 ZENL8110905270062 MWF12810905474258 MWF12812905474267  
PFD1238905470033 PFD1438DOSE905470034 PFD1439ET905470035  
PFD1484905474212 XPERTAM905473927 XPERTAMX905473936 OWM812905470040  
OWM812E905470078 OWM812S905470077 SGF113108905470046  
SGF118128905470045 SGF118129905470041 SGF119149905470042  
SGF128103905470076 SGFDAD8905470044 SGFL8149V905470126

SGXX7108905474089 SGXX9148905474098 THC1488A905320165 WFT8110I905320007  
WFT8120D905320129 WFT8121XI905320008 WFT8141D905320138 WFT8142I905320001  
VLF802B905330412 VLF804B905330421VLF8127B905330001 VLF812B905330396  
VLF8146905330314 VLF8147B905330002 VLF8227B905330024 VLF8247B905330021  
VLF85LS905330023 VLF9127B905330004 VLF9147B905330006 VLF9210905330044  
1F-1810 1F-1810-905014898 1F-1810A 1F-4812 1F1810905014898 1F1810A905010171  
1F4812905014692 1FG-2814 1FG-2914 1FG-8214D 1FG2814905010153  
1FG2914905010155 1FG8214D905010154 1FGS-8214 1FGS8214905010156 1FS-8214  
1FS-8214X 1FS8214905010148 1FS8214X905010147 1FSE-8214 1FSE8214905010149  
1ML-282-905010011 1ML282905010011 905010012 905010013 905010015 905010016  
905010018 905010019 905010033 905010037 905010043 905010064 905010065  
905010066 905010077 9050146921F4812 905014763F1810 9050148981F1810  
ECOTERMIC-905014656 ECOTERMIC905014656 F-1710-905014816 F-1710X-905014825  
F-1810 F-1810-905014763 F-1812-905010001 F-2712-905014834 F-2712X-905014843  
F-2714-905014852 F-2808-905014601 F-2810 F-2810-905014665 F-28101-905014362  
F-2810=905014665 F-2810LX-905010020 F-2810X F-2810X-1-905014371  
F-2810X-905014674 F-2812-1-905014380 F-2812-905014683 F-2812X-905014610  
F-2814-905014629 F-4810-905014399 F-4812-905014692 F-48121-905014406  
F-4812X-1-905014415 F-4812X-905014709 F-4814-1-905014424 F-4814-905014718  
F-5814-905014638 F-7200 F-810-905010046 F-812-905010114 F-8210B-905010112  
F-8210X-905010042 F-8212 F-8212-905010041 F-8212D-905010039 F-8212X-905010040  
F-8312-905010113 F-9212-905010036 F-9312X-905010034 F1710905014816  
F1710X905014825 F1810905014763 F1812 F1812905010001 F2712 F2712905014834  
F2712X905014843 F2714905014852 F2808905014601 F2810 F28101905014362  
F2810905014665 F2810LX905010020 F2810X1905014371 F2810X905014674 F2812  
F28121905014380 F2812905014683 F2812X905014610 F2814905014629  
F4810905014399 F48121905014406 F4812905014692 F4812X1905014415  
F4812X905014709 F48141905014424 F4814905014718 F4910905010015  
F4912905010016 F4912X905010018 F4914905010019 F5814905014638 F7200905010163  
F810905010046 F812905010114 F8210905010043 F8210B905010112 F8210X905010042  
F8212 F8212905010041 F8212D905010039 F8212XF8212X905010040 F8312905010113  
F8314905010037 F9212905010036 F9312X905010034 F9314905010033  
FA-4812-905112997 FA-4812X-905113004 FA-4814-905113013 FA-5812-905112700  
FA-5812X-905112719 FA4812905112997 FA4812X905113004 FA4814905113013  
FA5812905112700 FA5812X905112719 FCH2810-905010079 FCH2810905010079  
FCH2812X-905010078 FCH2812X905010078 FE-1710-905110001 FE-2712-905113139  
FE-2712X-905113148 FE-2912-905010102 FE-4914-905010103 FE-712A  
FE-8010-905010117 FE-8012-905010131-MO FE-810 FE-812 FE-8212-905010108  
FE-8212B FE-8212LX-905010130 FE-8212X FE-8214-905010109-MO  
FE-8312D-905010129 FE-8314X FE-9212-905010110 FE-9212B FE-9214 FE-9312LX  
FE-9314X FE1710905110001 FE2712905113139 FE2712X905113148 FE2912905010102  
FE4914905010103 FE712A905010164 FE8010905010117 FE8012905010131  
FE810905010141 FE812905010140 FE8212905010108 FE8212B905010165  
FE8212LX905010130 FE8212X905010166 FE8214905010109 FE8312D905010129  
FE8314X905010162 FE9212905010110 FE9212B905010167 FE9214905010111  
FE9312LX905010116 FE9314X905010138 FF8012905010012 FG-2712-905113086  
FG-2714-905113095 FG-2812-905112933 FG-2814-905112942 FG-2914-905010134

FG-8314D-905010088 FG-9314-905010089 FG2712905113086 FG2714905113095  
FG2812905112933 FG2814905112942 FG2914905010134 FG8314D905010088  
FG9314905010089 FGB-8314 FGB8314905010168 FGS-8314-905010087  
FGS8314905010087 FM8100905010077 FS8214905010066 FS8214X905010065  
FS8314S905010064 FSE-8214 FSE-8214LX-905010125-MO FSE8214905010104  
FSE8214LX905010125 FU-7814-905112951 FU-7814X-905112960  
FU781490511LFA7112905014969 LFA7310905014996 LFA7312905015003  
LFB-710-905015012 LFB-712-905015021 LFB710905015012 LFB712905015021  
WF-127-905015085 WF127905015085 WFA-8124-905010030 WFA8124905010030  
XPERTA-905014433 XPERTA905014433 XPERTA-905112764 XPERTA-905112764  
XPERTAINOX-905014442 XPERTAINOX905014442 VLF9220905330041  
VLF9240905330030 VLF9247B90533002 XP8212905470134 XP9314905470135  
XP9314S905470137

**MEDIDAS:**

- **Diámetro:** 75 mm
- **Altura:** 115 mm

**FILTRO LAVADORA AEG 1327294011**



Figura 101. Filtro de lavadora AEG 1327294011 [40].

**MARCA:** AEG

**MODELOS:** No se dispone de esta información

**MEDIDAS:** No se dispone de esta información

## FILTRO LAVADORA AEG 1327658017



Figura 102. Filtro de lavadora AEG 1327658017 [41]

**MARCA:** AEG

**MODELOS:** No se dispone de esta información

**MEDIDAS:** No se dispone de esta información

## ANEXOS

### ANEXO B: VTP FILTROS DE LAVADORA

Tabla 9. VTP filtros de lavadora.

CRITERIOS	PESO (1-5)	Samsung DC97-1		Samsung DC97-099238D		Samsung DC97-15695A		LG 388EER2001A	
Situarse en el interior de la lavadora	5	5	25	5	25	5	25	5	25
Capas de filtración	4	4	16	2	8	4	16	2	8
Forma cilíndrica	4	3	12	3	12	3	12	3	12
Capa adicional	5	5	25	3	15	5	25	4	20
SUMATORIO	18		78		60		78		65
	<b>VTP</b>		<b>21,6</b>		<b>16,6</b>		<b>21,6</b>		<b>18,05</b>

Tabla 10. VTP filtros de lavadora.

CRITERIOS	PESO (1-5)	LG 388EER2001B		Bosch 00614351		Bosch 0067920		Fagor LA0934800	
Situarse en el interior de la lavadora	5	5	25	5	25	5	25	5	25
Capas de filtración	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Forma cilíndrica	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Capa adicional	5	1	5	1	5	1	5	1	5
SUMATORIO	18		38		38		38		38
	<b>VTP</b>		<b>10,55</b>		<b>10,55</b>		<b>10,55</b>		<b>10,55</b>

Tabla 11. VTP filtros de lavadora.

CRITERIOS	PESO (1-5)	Fagor 1F1810		AEG 1327294011		AEG 1327658017		Bolsa de filtro	
Situarse en el interior de la lavadora	5	5	25	5	25	5	25	1	5
Capas de filtración	4	2	8	3	12	1	4	1	4
Forma cilíndrica	4	3	12	4	16	1	4	1	4
Capa adicional	5	5	25	1	5	1	5	1	5
SUMATORIO	18		70		58		38		18
	<b>VTP</b>		<b>19,44</b>		<b>16,11</b>		<b>10,55</b>		<b>1</b>

Tabla 12. VTP filtros de lavadora.

CRITERIOS	PESO (1-5)	Cora Ball		Lint LUV-R		PlanetCare		AEG	
Situarse en el interior de la lavadora	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Capas de filtración	4	1	4	5	20	5	20	5	20
Forma cilíndrica	4	1	4	3	12	3	12	1	4
Capa adicional	5	1	5	1	5	1	5	1	5
SUMATORIO	18		18		42		42		34
	<b>VTP</b>		<b>1</b>		<b>11,66</b>		<b>11,66</b>		<b>9,44</b>

## ANEXOS

### ANEXO C : BOCETOS

En este apartado se van a visualizar las distintas ideas para el desarrollo del rediseño de un filtro de lavadora con la aplicación de un nuevo filtro textil. A continuación, se presentan 6 ideas de diseño diferentes para este rediseño donde se ha representado de color verde el filtro textil para atrapar microfibras:

**BOCETO 1:** Este diseño cuenta con dos capas de filtración en la estructura del filtro de la lavadora. La primera de ellas posee una forma de rejilla, mientras que la segunda unos orificios de tamaño menor. Por otro lado, para la colocación del filtro textil, se ha optado por introducirlo entre las dos capas comentadas con anterioridad. Así el filtro no se deformará ni sufrirá ninguna variación durante el lavado.

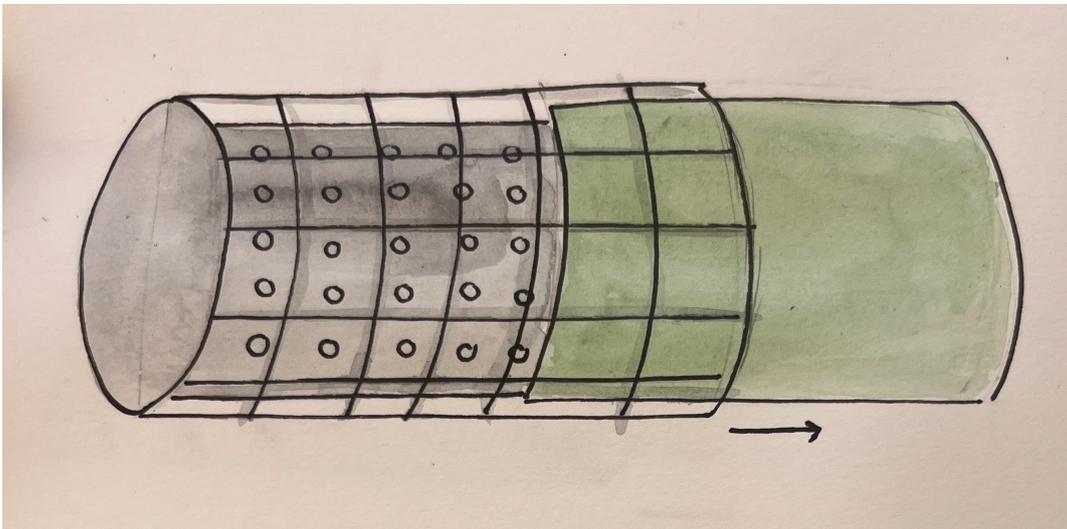


Figura 103. Boceto 1.

**BOCETO 2:** En esta segunda idea se ha optado por una sola capa de filtración, teniendo esta capa una forma de rejilla para captar los objetos más voluminosos. El filtro textil está ubicado en un soporte que facilita la colocación y extracción del filtro, ya que no existe otro método para utilizarlo.

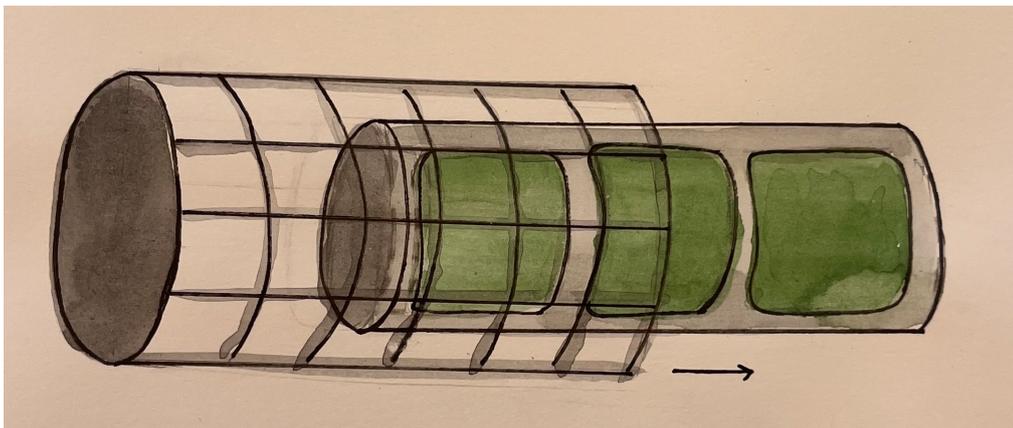


Figura 104. Boceto 2.

**BOCETO 3:** La siguiente propuesta es similar a la anterior, sin embargo los orificios de filtrado son más pequeños, ya que poseen unos orificios de menor tamaño que la rejilla. Esta capa de filtración es capaz de retener residuos con un tamaño menor. Esta propuesta también necesita de un soporte para poder colocar el filtro textil y, de esta forma, facilitar su extracción y colocación durante su uso.

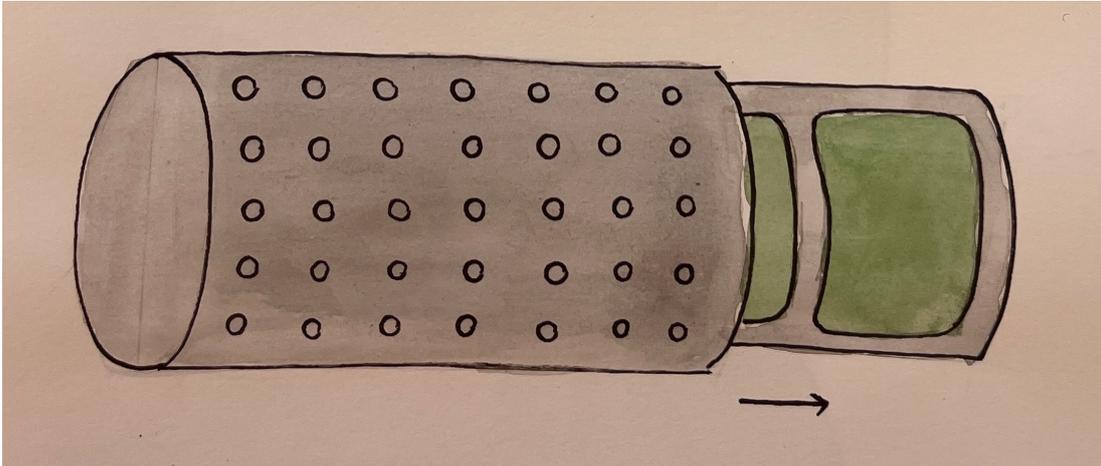


Figura 105. Boceto 3.

**BOCETO 4:** En este diseño se ha optado por realizar distintas capas de filtración: una primera capa con forma de rejilla, similar a la del filtro convencional; y una segunda capa que posee orificios con un diámetro inferior a la rejilla. Además, cuenta con un soporte que ayuda a facilitar la colocación y extracción del filtro textil, y que pueda soportar las condiciones de lavado.

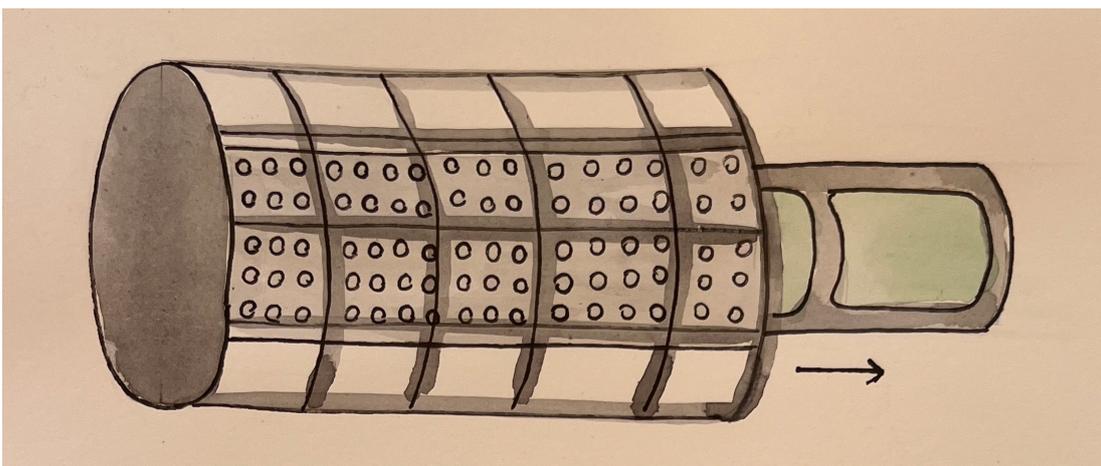


Figura 106. Boceto 4.

**BOCETO 5:** Con esta idea se ha pretendido asemejarse a la idea original, ya que es un rediseño de un filtro ya existente. Posee una primera capa de filtración con forma de rejilla y una segunda capa de filtración de forma cónica con unos orificios de diámetro inferior para retener residuos de menor tamaño. Por otro lado, el filtro textil se ha colocado en el interior de la parte cónica del filtro de la lavadora.

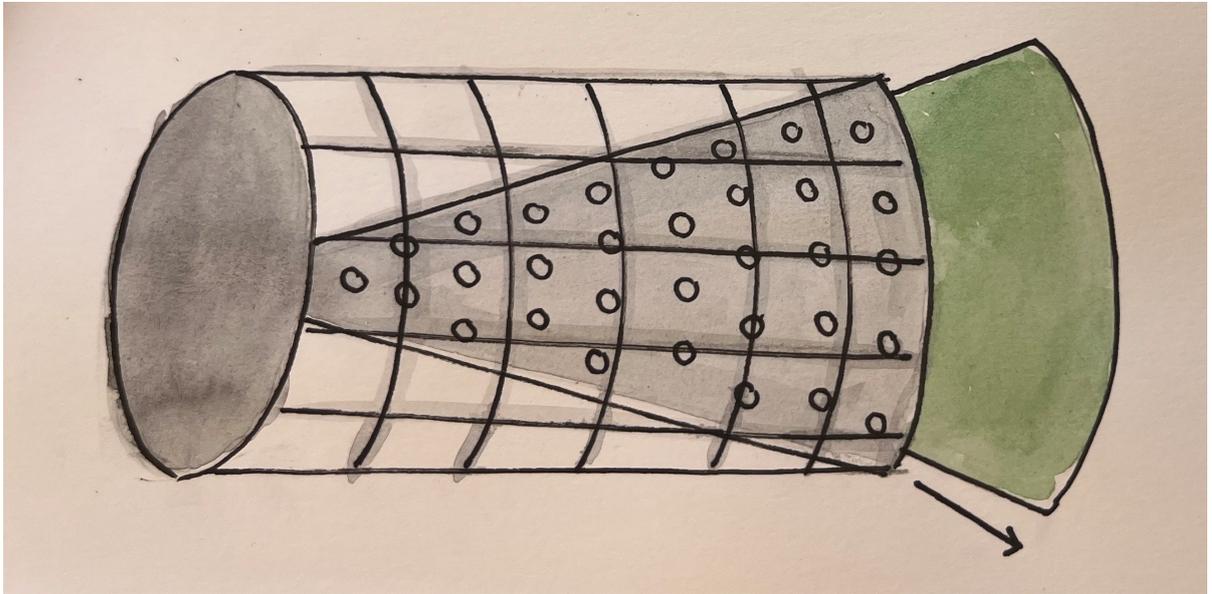


Figura 107. Boceto 5.

**BOCETO 6:** Por último, se encuentra el diseño que más varía de la idea original. Esta propuesta cuenta con diferentes capas de filtración colocadas a lo largo del filtro con forma cilíndrica. Estas capas están situadas de mayor a menor tamaño de poro: la primera de ellas tiene forma de rejilla, la segunda posee unos orificios con un tamaño de diámetro menor, y por último, se encuentra el filtro textil.

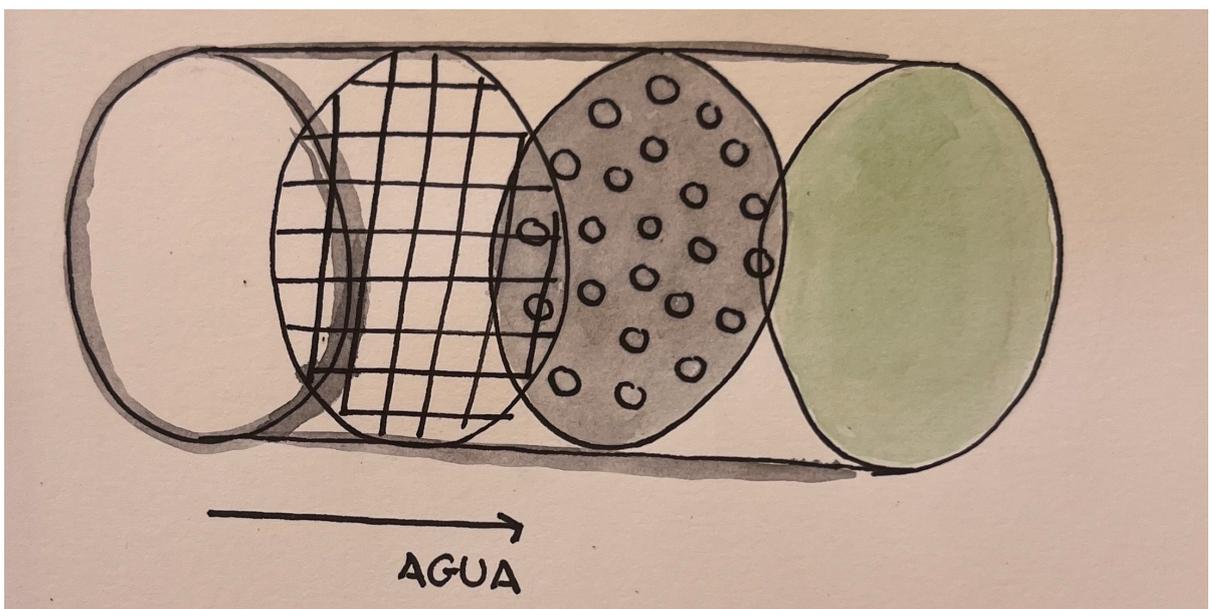


Figura 108. Boceto 6

## ANEXOS

### ANEXO D: VTP BOCETOS

Se debe de realizar un VTP de los bocetos diseñados en el Anexo C del documento para optar por la mejor opción. En este caso se van a evaluar los siguientes criterios: forma circular, diferentes capas de filtración, capas de filtración de mayor a menor tamaño de poro y fácil colocación del filtro textil.

Tabla 13. VTP bocetos.

CRITERIOS	PESO (1-5)	BOCETO 1		BOCETO 2		BOCETO 3		BOCETO 4		BOCETO 5		BOCETO 6	
Forma circular	4	5	20	5	20	5	20	5	25	4	16	4	16
Diferentes capas de filtración	5	5	25	3	15	3	15	5	25	5	25	5	25
Capas de filtración de mayor a menor	5	3	15	5	25	5	25	3	25	5	25	5	25
Fácil colocación del filtro textil	5	4	20	5	25	5	25	4	20	2	10	2	10
SUMATIRIO	19		80		85		85		95		76		76
	<b>VTP</b>		<b>21,05</b>		<b>22,3</b>		<b>22,3</b>		<b>25</b>		<b>20</b>		<b>20</b>

Tras realizar el VTP se puede observar como el BOCETO 4 es el que ha obtenido la puntuación más alta, por lo que es el diseño que se va a utilizar para el nuevo rediseño de la lavadora.

## ANEXOS

### ANEXO E: ESTUDIO DE LA MARCADA

Se ha desarrollado un estudio de la marcada para lograr el menor desperdicio posible durante el proceso de cortado del sustrato base con las nanofibras depositadas en su superficie. Este estudio calcula la cantidad de desperdicio de material de este proceso. Como se va a realizar el corte con un ancho de tejido de 1000 mm, ya que es en la forma en la que se van a fabricar los rollos del filtro textil, se va a realizar el estudio de la marcada en un tejido con unas medidas de 1000 x 1000 mm.

En esta solución del estudio de la marcada caben a lo ancho del tejido 16 filtros de lavadora y a lo largo otros 16 filtros de lavadora, con lo que se obtienen en un tejido de dimensiones de 1000 x 1000 mm una cantidad de 256 filtros de lavadora.

No existe ningún tipo de tolerancia entre los filtros, ya que el producto se corta al salir de su proceso de fabricación. De esta forma se ha calculado un desperdicio del 4%, puesto que existen dos márgenes de 20 mm en cada lateral del no tejido. Este lateral conviene dejarlo por si alguna parte de los extremos del filtro textil se ha dañado durante el proceso de fabricación.

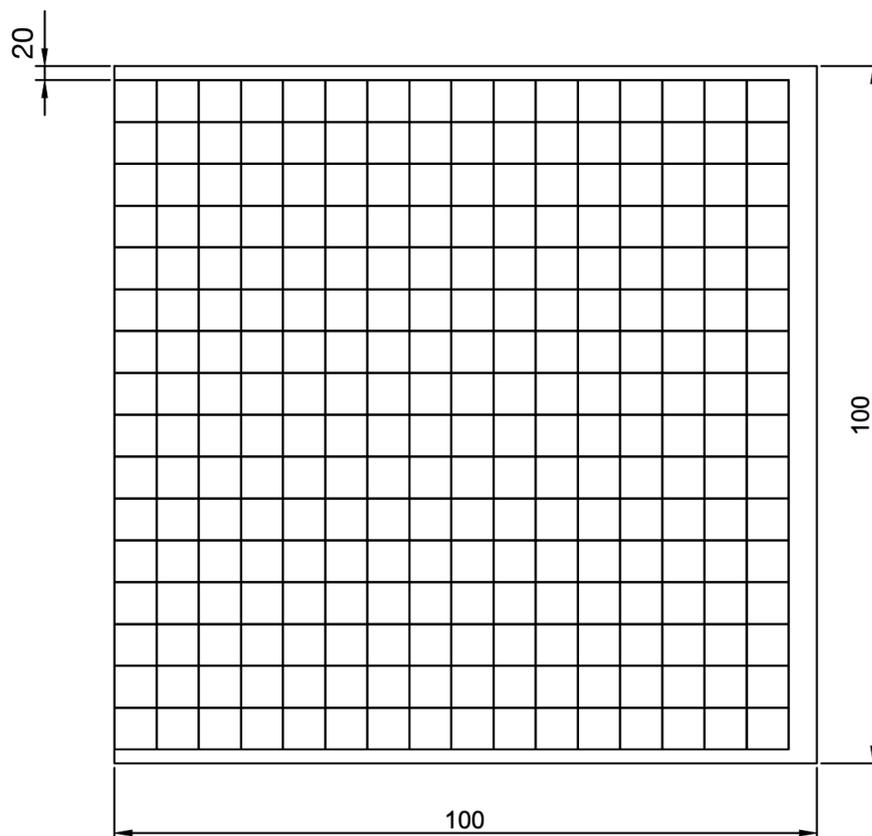


Figura 109. Estudio de la marcada.

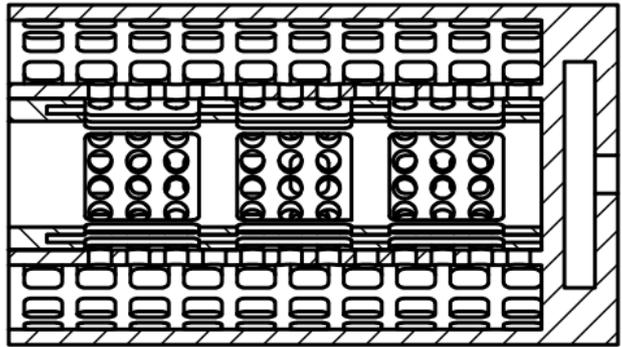
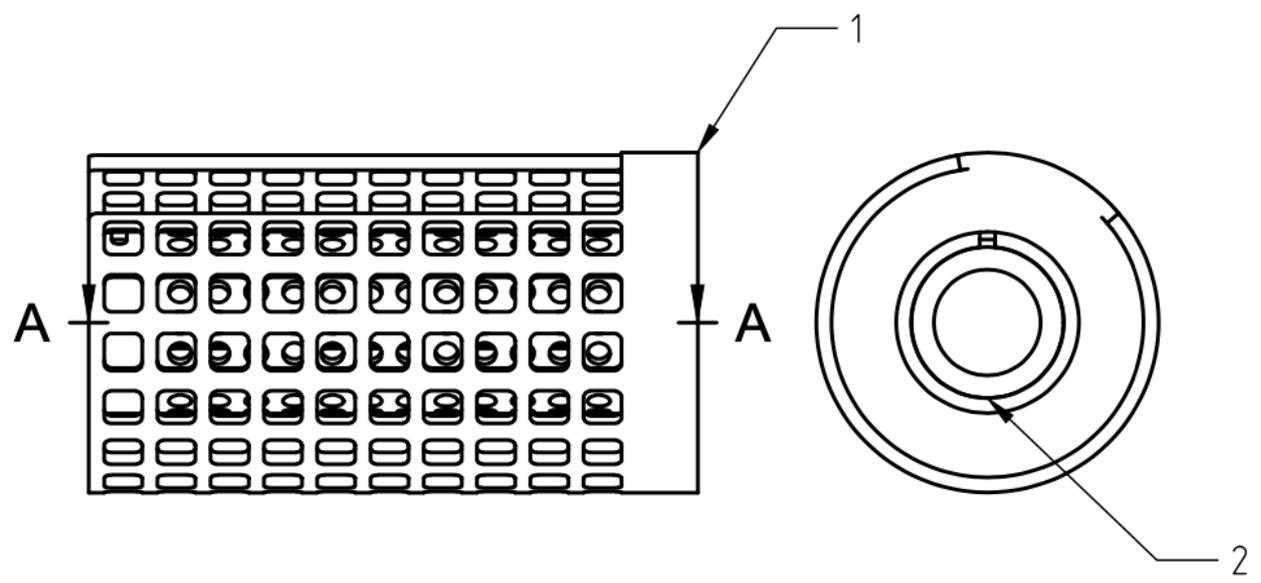
Sin embargo al tratarse de un filtro textil compuesto en su totalidad por PP, los restos se pueden reciclar para obtener el material de nuevo. Por lo que se puede decir que el desperdicio es nulo.

## ANEXOS

### ANEXO F: PLANOS

En este anexo se presentan los planos del rediseño del filtro de la lavadora y el soporte del filtro textil. Está compuesto por un plano de conjunto, un plano del explosionado y un plano del despiece.

1 2 3 4

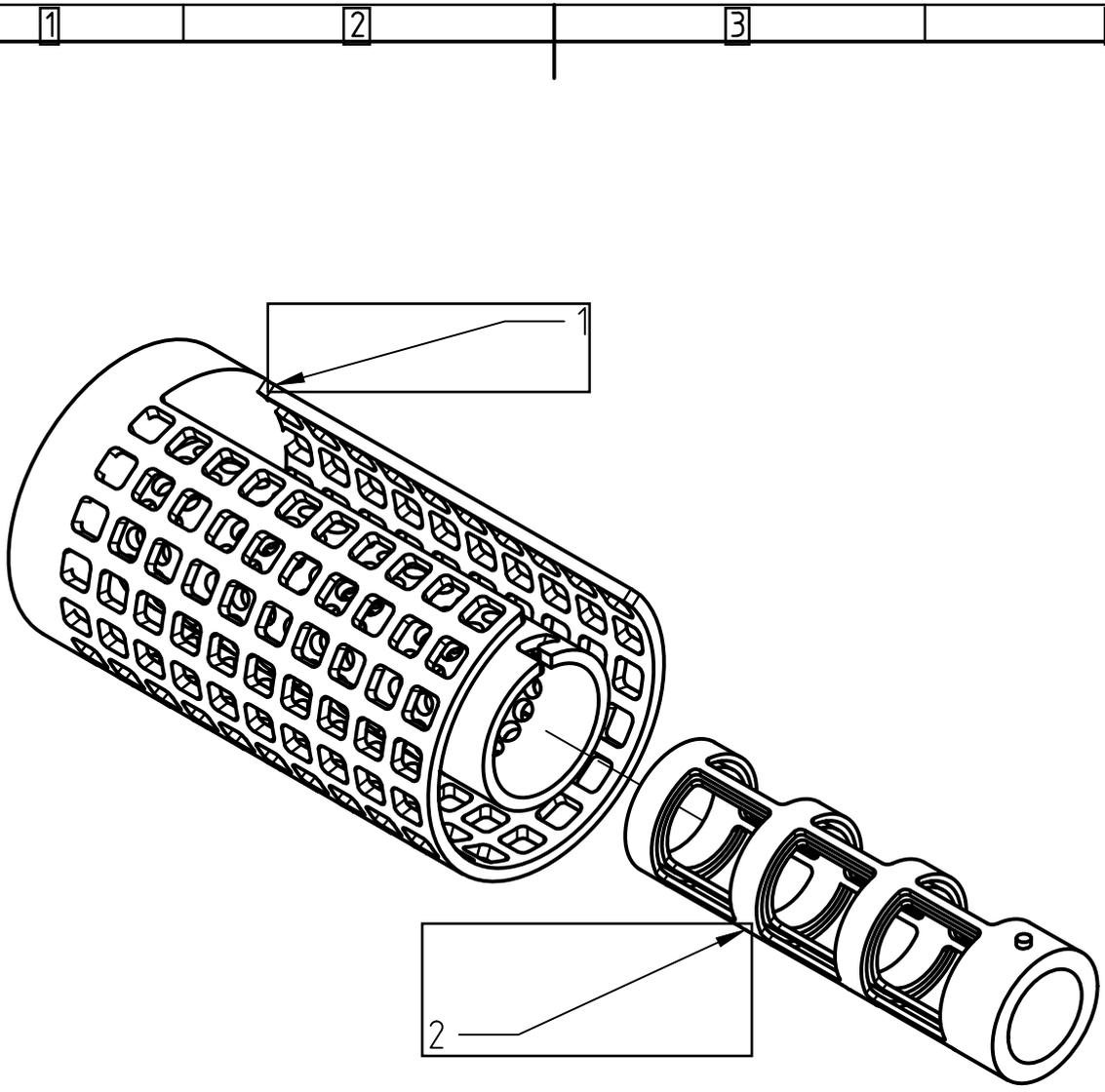


SECCIÓN A-A

2	SOPORTE FILTRO TEXTIL	1		POLIPROPILENO
1	FILTRO DE LAVADORA	1		POLIPROPILENO
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

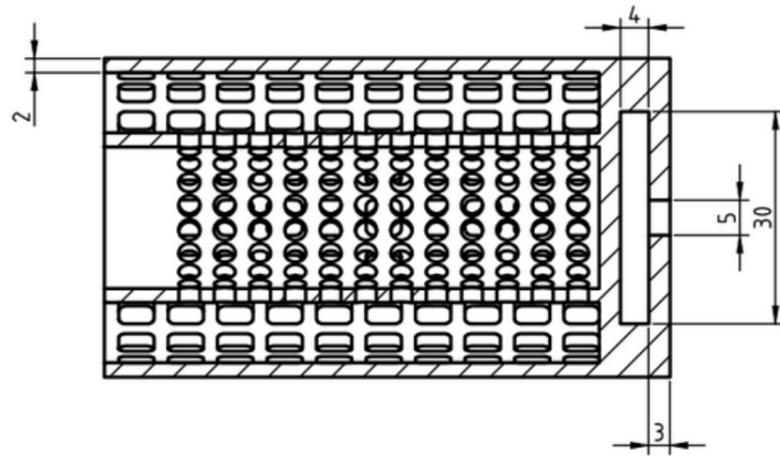
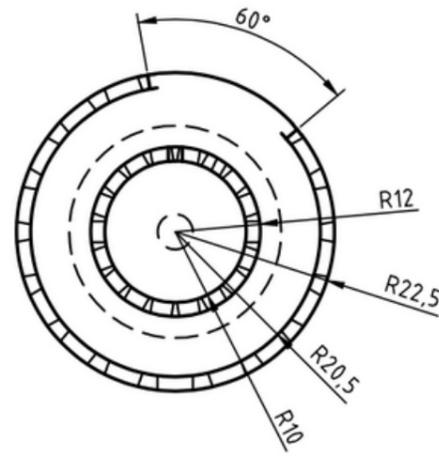
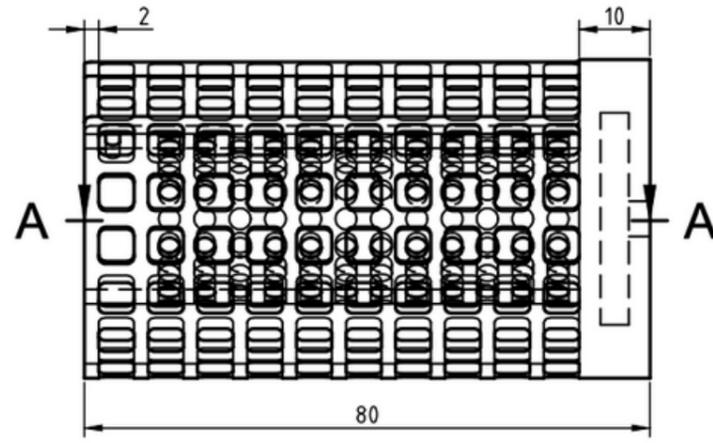
		TITULO DEL TRABAJO:		
		FILTRO DE LAVADORA		
		TITULO DEL DIBUJO: CONJUNTO		

REVISION Nº:	Unidad: mm	PROPIEDAD: López Ricart, María	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA: 1:1		
FECHA: 04/07/2023			HOJA:
FORMATO: A4		Realizado por:	REVISION:



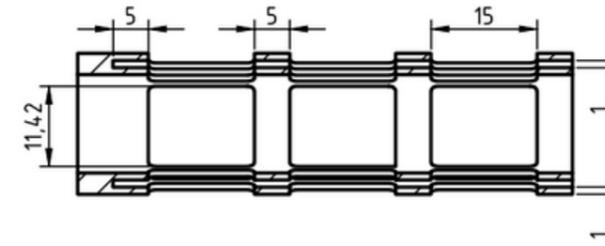
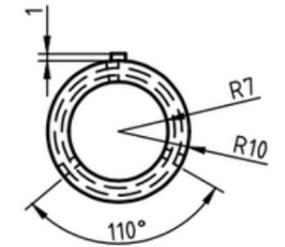
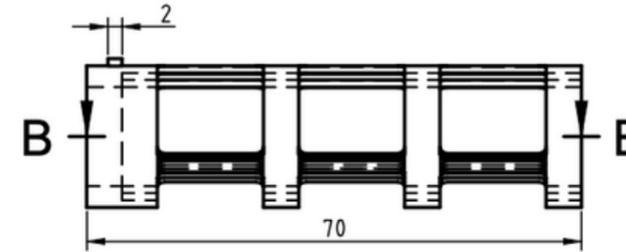
2	SOPORTE FILTRO TEXTIL	1		POLIPROPILENO
1	FILTRO DE LAVADORA	1		POLIPROPILENO
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
		TITULO DEL TRABAJO:		
		FILTRO DE LAVADORA		
		TITULO DEL DIBUJO: EXPLOSIONADO		
REVISION Nº:	Unidad: mm	PROPIEDAD:		Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	López Ricart, María		
FECHA: 04/07/2023	1:1			HOJA:
FORMATO: A4		Realizado por:		REVISION:

PIEZA 1



SECCIÓN A-A

PIEZA 2



SECCIÓN B-B

		TITULO DEL TRABAJO:	
		FILTRO DE LAVADORA	
		TITULO DEL DIBUJO: DESPIECE	
REVISION Nº:	Unidad: mm	PROPIEDAD:	Nº de registro:
FECHA:	ESCALA:	López Ricart, María	
FECHA: 05/07/2023	1:1		HOJA:
FORMATO: A3		Realizado por:	REVISION:

**ANEXOS**  
**ANEXO G: FICHA TÉCNICA**

Tabla 14. Ficha técnica

FILTRO TEXTIL DE LAVADORA	
PARTES	No tejido Velo de nanofibras
MATERIAL	Polipropileno (PP)
COMPOSICIÓN	100% PP
PROCESO DE OBTENCIÓN	No tejido: Vía seca - Spunlace Nanofibras: Electrospinning
MEDIDAS	60 x 60 mm
ENVASE	Caja de cartón
ETIQUETADO	  <p><b>FILTRO DE LAVADORA TEXTIL ATRAPA MICROFIBRAS</b></p> <p>MODO DE EMPLEO:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Extraer el filtro de lavadora</li> <li>2. Extraer soporte del filtro textil</li> <li>3. Colocar el filtro textil en las guías del soporte del filtro textil</li> <li>4. Colocar el soporte en el interior del filtro de lavadora</li> <li>5. Colocar el filtro de lavadora</li> </ol> <p>COMPOSICIÓN: 100% Polipropileno</p> <p><b>X 10 filtros de lavadora</b></p> <p>Fabricado en: FiberClean S.A. Calle 4, 62 46117 Bétera</p> <p>0 00035 54562 0</p>

## ANEXOS

### ANEXO H: SIMULACIÓN

En este anexo se muestran simulaciones en 3D del producto diseñado.

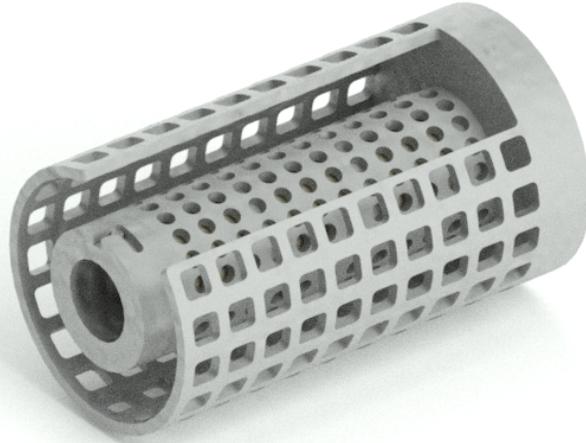


Figura 110. Filtro completo de lavadora.

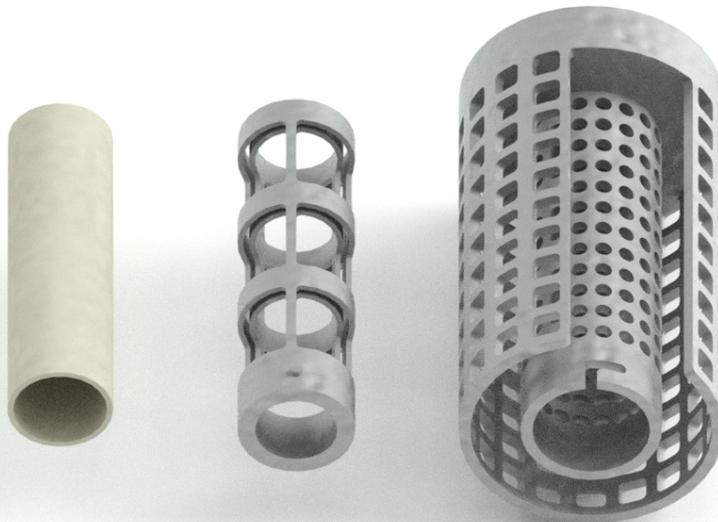


Figura 111. Partes del filtro de la lavadora.

Como se observa en la Figura 111, el filtro está compuesto por tres partes diferenciadas: el filtro textil de microfibras, el soporte del filtro textil y la estructura exterior. En la siguiente

imagen, se muestra la forma en la que están ordenadas las capas de filtración desde el tamaño de poro más pequeño al más grande.

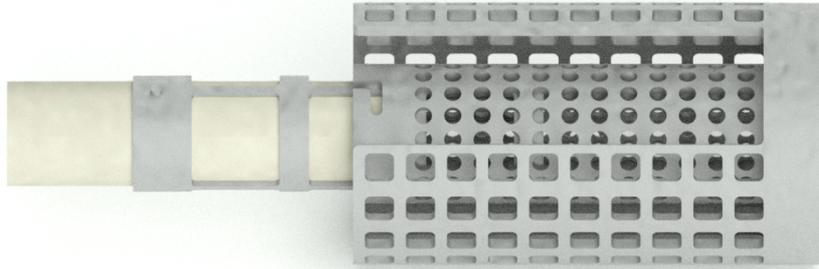


Figura 112. Orden de las capas de filtración.

Por otra parte, el soporte del filtro se engancha con un método sencillo para evitar que este se desprenda durante el lavado del filtro de la lavadora. Se necesita mover el filtro hacia izquierda y extraer hacia fuera para separar el soporte del filtro de lavadora.

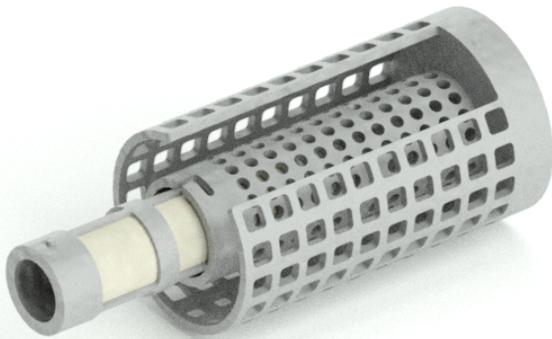


Figura 113. Extracción del soporte del filtro de lavadora.

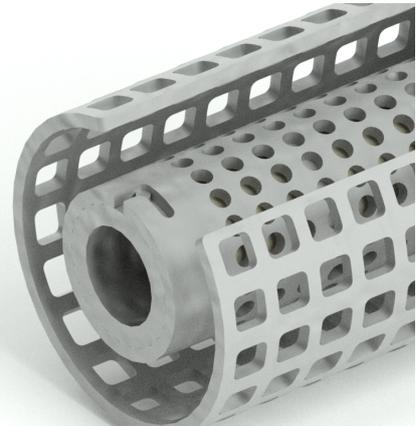


Figura 114. Enganche del soporte de la lavadora.



Figura 115. Soporte del filtro de textil.

El soporte del filtro textil cuenta con una guía en la parte interior para colocar el filtro textil. Gracias a esta guía el filtro se mantiene firme durante su uso.

Finalmente, como se observa en la última imagen, el filtro cuenta con un corte en la primera capa de filtrado. Este hueco ayuda a que el filtro de lavadora realice los movimientos circulares con el paso del agua a través de él.

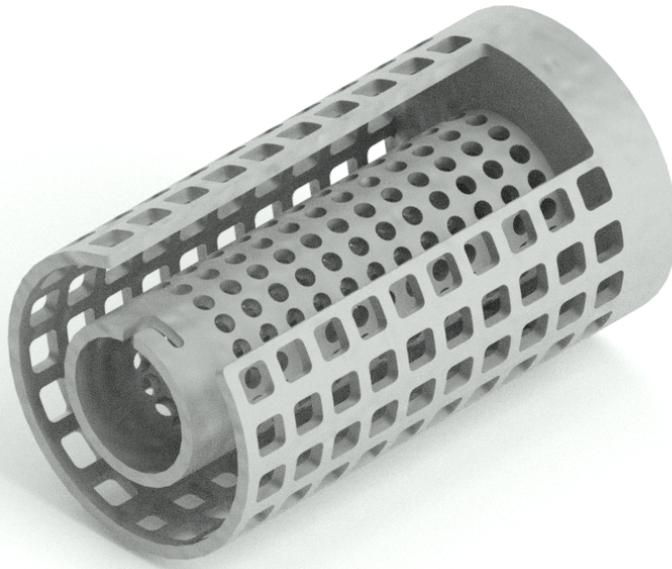


Figura 116. Filtro de lavadora.

El prototipo se ha realizado mediante la utilización de una impresora 3D. Este prototipo se ha colocado en el interior de la lavadora para observar su utilización.



Figura 117. Filtro de lavadora colocado en la lavadora.



Figura 118. Filtro de lavadora.

