



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Facultad de Arquitectura

Maestría en Diseño Avanzado

Textilia Nova

Transformación de **textiles**

para el **diseño sostenible.**

Tesis que para obtener el grado de
Maestra en Diseño Avanzado

Presenta: **Arq. Ana Karina Vega Camarena**

Director: Dr. Axel Becerra Santacruz

Codirector: Dr. Habid Becerra Santacruz

Morelia, Michoacán

Noviembre 2024



Textilia Nova

Transformación de **textiles**
para el **diseño sostenible.**

Arq. Ana Karina Vega Camarena
0212668x@umich.mx

Dr. Axel Becerra Santacruz
axel.becerra@umich.mx



Agradecimientos.

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la guía para cumplir mi anhelo de estudiar esta maestría.

A mi director de tesis, Dr. Axel, por su apoyo durante este proceso. Al Dr. Habid, cuya clase se convirtió en una de mis favoritas y fue fundamental para inspirarme a elegir este tema de tesis, sus valiosas sugerencias y comentarios han sido de gran ayuda. También a la maestra Ceci, por su constante apoyo en mi investigación y su generosidad al facilitarme el uso del laboratorio, incluso en vacaciones. A la Dra. Ericka y al M. Javier, por su tiempo y aportes para mejorar este trabajo de investigación.

A mis profesores, por desafiarme a pensar críticamente y ampliar mis horizontes en el diseño. A mis compañeros de clase que me brindaron compañerismo y apoyo mutuo.

A mi hijo, mi mayor motivación. Gracias por acompañarme en cada paso, incluso desde antes de nacer, y por tu paciencia cuando tuve que dejarte en casa.

A mis padres y mi familia, por su amor incondicional y su apoyo para perseguir mis sueños.

A mi esposo, por su paciencia, comprensión y constante aliento. Gracias por estar a mi lado en cada paso del camino, brindándome fuerza y motivación.

Finalmente, a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de este proyecto. Sin su apoyo, esta tesis no habría sido posible.

Resumen Abstract	24	Tercera Etapa	174
Glosario de Términos	26	Experimentación de cambios de escala, proporciones, colores y tejidos	177
Objetivos	30	Cuarta Etapa	190
Objetivo general	30	Pruebas de características materiales	192
Objetivos particulares	31	Quinta Etapa	222
Antecedentes	32	Implementación	224
Industria Textil	32	Cuadro decorativo	228
Mezclilla	34	Panel lumínico decorativo	234
Problemática	38	Panel decorativo	242
Justificación	42	Objetos moldeados	246
Estado del Arte	44	Tablas y tableros para muebles	258
Gestión de residuos textiles locales	66	Huella Ambiental	262
Metodología	88	Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	264
Material Driven Design Method	88	Consumo energético	274
Propuesta Metodológica	91	Emisiones de CO2	280
Experimentación	97	Consumo hídrico	282
Protocolo experimental	99	Ciclo de vida de los nuevos materiales	284
Tipos de textiles	102	Fichas descriptivas	288
Aglutinantes	104	Capacidad de producción	304
Primera Etapa.	106	Análisis general de resultados	305
Experimentación con diferentes aglutinantes y residuo textil.	110	Conclusión general	309
Análisis de resultados	145	Referencias	314
Segunda Etapa	150	Bibliografía	324
Análisis de resultados	172	Anexos y Apéndices	328

Índice

Listado de Tablas y Figuras.

Página 146	Tabla 1. Comparativa de resultados de iteraciones para material flexible con los distintos aglutinantes empleados en etapa 1.	aglomerado de almidón de maíz y goma xantana con molino lidem TR87.
Página 147	Tabla 2. Comparativa de resultados de iteraciones para material aglomerado con los distintos aglutinantes empleados en etapa 1.	
Página 164	Tabla 3. Observaciones en muestra expuestas al sol.	
Página 282	Tabla 4. Consumo hídrico de los materiales elaborados.	
Página 294	Tabla 5. Análisis de costo directo de material flexible de almidón de maíz con molino de 1350 w.	
Página 295	Tabla 6. Análisis de costo directo de material flexible de almidón de maíz con molino lidem TR87.	
Página 300	Tabla 7. Análisis de costo directo de material	
Página 301	Tabla 8. Análisis de costo directo de material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana con molino lidem TR87.	
Página 302	Tabla 9. Comparativa de precios de materiales que podrían ser suplidos por el material flexible de almidón de maíz.	
Página 303	Tabla 10. Comparativa de precios de materiales que podrían ser suplidos por el material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.	
Página 304	Tabla 11. Capacidad de producción mensual de cada material.	
Página 384	Tabla 12. Análisis de emisiones de CO2 del material flexible de goma xantana.	
Página 386	Tabla 13. Análisis de emisiones de CO2 del	

Página 388	Tabla 14. Análisis de emisiones de CO2 del material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.	material flexible de almidón de maíz.	Formación de biomateriales. Laura Messing. https://lauramessing.com/Formacion-Biomateriales
Página 28	Figura 1. Tela		
Página 32	Figura 2. Rueca.	Nota: Foto de Mao Li httpswww.pexels.com/esfotoblanco-y-negro-manos-vintage-antiguo-12507054	Página 46 Figura 7. Taburetes. Cristóbal Marambio. https://www.archdaily.mx/mx/02-280022/demodermuebles-de-material-textil-bernardita-marambio-design-studio
Página 37	Figura 3. Línea del Tiempo.	Nota: Iconos de Creative Commons Icon.	Página 47 Figura 8. Triturado textil y paneles para recubrimientos. Nota:Fotografíaadaptada de Cristóbal Marambio. https://www.archdaily.mx/mx/02-280022/demodermuebles-de-material-textil-bernardita-marambio-design-studio
Página 39	Foto 4 Contaminación textil del océano	Nota: de J B httpswww.pexels.com/esfotomar-playa-oceano-medio-ambiente-17658839	Página 48 Figura 9. Cadena de valor de triple impacto. Nota: Imagen adaptada de Trama B Textil. https://www.tramabtextil.com.ar/textil-sostenible
Página 43	Foto 5. Textil triturado.	de Paulo Sergio Zembruski httpswww.pexels.com/esfototextil-rojo-blanco-y-verde-3778061	Página 49 Figura 10. Porta bolsas perri. Nota: Fotografías
Página 44	Foto 6. Biomateriales.		

	adaptadas de limay. https://limaydenim.com/producto/porta-bolsas/		from-scrapsvifour-material/		Nota: Imagen adaptada de Recolecto.mx. https://www.instagram.com/recolectomx/		Página 81 Figura 29. Encuentra en facebook.
Página 51	Figura 11. Cerámica verde. Nota: Fotografía adaptada de Lab Lab BCN. https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl	Página 57	Figura 15. Denim. Nota: Imagen Adaptada de Cynthia Nudel. https://www.instagram.com/cynthianudel/		Página 64 Figura 20. Componentes principales de casos estudiados.		Página 83 Figura 30. Balance comercial netro según entidad federativa (2023). Nota: Fuente: DataMéxico. Intercambio comercial total (2023).
Página 52	Figura 12. Biotextiles. Nota: Fotografía adaptada de Lab Lab BCN. https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl	Página 59	Figura 16. Aplicaciones de Fruitleather. Nota: Imagen adaptada de tocco. earth. https://tocco.earth/article/eternal-fabric-made-from-scrapsvifour-material/		Página 66 Figura 21. Relleno sanitario. Nota: Adaptada de la foto de Tom Fisk httpswww.pexels.com-esfotovista-de-pajaro-del-relleno-sanitario-durante-el-dia-3181031		ágina 84 Figura 31. Principales productos fabricación de insumos textiles y acabado de textiles (2023). Nota: Fuente: INEGI. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), año base 2018.
Página 53	Figura 13. Biotextiles. Nota: Fotografía adaotada de Lab Lab BCN. https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl	Página 61	Figura 17. Fabbrick. Nota: Imagen adaptada de experimenta. https://www.experimenta.es/noticias/industrial/fabbrick-la-revolucion-textil-que-realmente-necesitamos/		Página 68 Figura 22. Ciclo de vida de los textiles en la ciudad de Morelia.		Página 85 Figura 32. Evolución de la producción telas acabadas de algodón de mezclilla Nota: Fuente: INEGI. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), año base 2018. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), base julio 2019.
Página 55	Figura 14. Material Vifour para sillas, paneles de pared y alfombras. Nota: Imagen adaptada de banco de Vivèrdie Industries (2024). https://tocco.earth/article/eternal-fabric-made-	Página 62	Figura 18. Urna para ropa Re.colecto. Nota: Imagen adaptada de Recolecto.mx. https://www.instagram.com/recolectomx/		Página 70 Figura 23. Recolectores de basura.		Página 86 Figura 33. Demanda intermedia y final Nota: Fuente: INEGI. Elaborado con base en la Matriz de Insumo-
		Página 63	Figura 19. Bodega de ropa de Recolecto.mx		Página 73 Figura 24. Venta de segunda mano en el tianguis.		
					Página 74 Figura 25. Ropa recuperada por donación.		
					Página 78 Figura 26. Ropa recibida mensualmente por algunas instituciones.		
					Página 79 Figura 27. Kilos mensualmente por algunas instituciones.		
					Página 80 Figura 28. Pila de ropa.		

	Producto, base 2018		material.		grenita para material flexible.	Página 141	Figura 59. Material fabricado a base de tapioca para material aglomerado.
Página 87	Figura 34. Establecimientos en la industria textil y de la confección (Número de establecimientos) Fuente: INEGI. Censos Económicos 2004 y 2019. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), 2023	Página 114	Figura 41. Resina de pino.	Página 126	Figura 51. Material fabricado a base de grenetina para material aglomerado.	Página 143	Figura 60. Material fabricado a base de harina de arroz para material flexible.
Página 89	Figura 35. Material Driven Design (MDD) method. Nota: Adaptada de Karana, E. (2015)	Página 115	Figura 42. Cera de candelilla.	Página 127	Figura 52. Material fabricado a base de agar agar para material flexible.	Página 144	Figura 61. Material fabricado a base de harina de arroz para material aglomerado.
Página 94	Figura 36. Propuesta metodológica adaptada.	Página 116	Figura 43. Ingredientes empleados en la receta con resina de pino.	Página 129	Figura 53. Material fabricado a base de agar agar para material flexible.	Página 149	Figura 62. Materiales para aglomerados de etapa 1.
Página 101	Figura 37. Protocolo experimental.	Página 117	Figura 44. Material fabricado a base de resina de pino y residuo textil.	Página 130	Figura 54. Material fabricado a base de agar agar para material aglomerado.	Página 152	Figura 63. Pantalones de mezclilla.
Página 102	Figura 38. Planta de algodón. Foto de cottonbro studio: https://www.pexels.com/es-es/foto/flores-planta-ramo-de-flores-flora-4273425/	Página 118	Figura 45 Ingredientes empleados en la receta de almidón de maíz.	Página 133	Figura 55. Material fabricado a base de goma xantana para material aglomerado.	Página 153	Figura 64. Principales componentes a trabajar en la segunda etapa.
Página 108	Figura 39. Principales componentes de la primera etapa.	Página 120	Figura 46. Material fabricado a base de almidón de maíz.	Página 135	Figura 56. Material fabricado a base de goma xantana para material flexible.	Página 154	Figura 65. Material fabricado a base de almidón de maíz para material flexible de la etapa 2.
Página 110	Figura 40. Proceso de fabricación del nuevo	Página 121	Figura 47. Material fabricado a base de almidón de maíz para material aglomerado.	Página 137	Figura 57. Material fabricado a base de goma arábica.	Página 155	Figura 66. Material fabricado a base de grenetina para material flexible de la etapa 2.
		Página 122	Figura 48. Material fabricado a base de almidón de maíz para material aglomerado.	Página 140	Figura 58. Material fabricado a base de tapioca para material flexible.	Página 157	Figura 67. Material fabricado a base de rgoma xantana para material aglomerado en
		Página 124	Figura 49. Ingredientes empleados en la receta de grenetina.				
		Página 125	Figura 50. Material fabricado a base de				

la etapa 2.

Página 158 **Figura 68.** Material fabricado a base de goma xantana para material aglomerado en segunda etapa, sin aplicar calor durante su fabricación.

Página 159 **Figura 69.** Material fabricado a base de goma xantana para material flexible en etapa 2.

Página 161 **Figura 70.** Material fabricado a base de resina de pino y residuo textil.

Página 163 **Figura 71.** Materiales flexible y aglomerado sometidos a método de secado en deshidratador eléctrico.

Página 165 **Figura 72.** Cambios en la muestra expuesta al sol al ir transcurriendo el tiempo, y comparativa con muestra no expuesta al sol.

Página 167 **Figura 73.** Material fabricado a base de goma xantana y almidón de maíz para material aglomerado en etapa 2.

Página 168 **Figura 74.** Material

fabricado a base de goma xantana y almidón de maíz para material flexible en etapa 2.

Página 170 **Figura 75.** Material fabricado a base de agar agar y almidón de maíz para material flexible en etapa 2.

Página 171 **Figura 76.** Molino empleado para triturar residuo textil a partir de la etapa 2.

Página 174 **Figura 77.** Fibras de residuos textiles de colores distintos utilizados en la etapa 3.

Página 178 **Figura 78.** Principales componentes de la tercera etapa.

Página 181 **Figura 79.** Resultado de la exploración con distintos colores y tejidos a una escala mayor.

Página 183 **Figura 80.** Resultado de cambio de escala de material flexible con almidón de maíz.

Página 185 **Figura 81.** Resultado de materiales flexibles de almidón de maíz sobre telas de apoyo.

Página 186 **Figura 82.**

Desprendimiento de los materiales flexibles de almidón de maíz sobre telas de apoyo después de dos meses de fabricación.

Página 187 **Figura 83.** Materiales antes de ser sometidos a pruebas de impermeabilidad.

Página 188 **Figura 84.** Materiales posterior a ser sometidos a pruebas de impermeabilidad.

Página 189 **Figura 85.** Material flexible a base de goma xantana como aglutinante.

Página 194 **Figura 86.** Principales componentes de la cuarta etapa.

Página 196 **Figura 87.** Prueba de flamabilidad a material flexible de almidón de maíz.

Página 197 **Figura 88.** Prueba de flamabilidad a material flexible de goma xantana.

Página 198 **Figura 89.** Prueba de flamabilidad a material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.

Página 199 **Figura 90.** Prueba de flamabilidad a material

aglomerado de goma xantana.

Página 200 **Figura 91.** Resultado de materiales después de pruebas de flamabilidad.

Página 206 **Figura 92.** Resultado de materiales después de las pruebas de impermeabilidad.

Página 209 **Figura 93.** Tipos de uniones aplicadas en el material flexible de almidón de maíz.

Página 210 **Figura 94.** Unión de piezas de material flexible de goma xantana con el mismo aglutinante.

Página 211 **Figura 95.** Unión con costuras y grapas en material flexible de goma xantana.

Página 212 **Figura 96.** Material flexible de almidón de maíz sometiéndose a distintos pesos.

Página 213 **Figura 97.** Material flexible de almidón de maíz sometiéndose a distintos pesos.

Página 214 **Figura 98.** Material flexible de goma xantana sometiéndose a distintos pesos.

Página 215 **Figura 99.** Material flexible de goma xantana sometién dose a distintos pesos.

Página 216 **Figura 100.** Colapso del material flexible de goma xantana al someterse a peso.

Página 218 **Figura 101.** Perforación son sacabocados en material flexible de almidón de maíz.

Página 218 **Figura 102.** Corte con tijeras en material flexible de goma xantana.

Página 219 **Figura 103.** Perforación con dremel en material aglomerado de goma xantana.

Página 220 **Figura 104.** Proceso del grabado láser en material flexible de almidón de maíz.

Página 221 **Figura 105.** Pruebas de grabado láser en material aglomerado de almidón de maíz con goma xantana.

Página 226 **Figura 106.** Elección y descarte de materiales.

Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 227 **Figura 107.** Aplicaciones objetuales con los materiales fabricados.

Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 228 **Figura 108.** Cuadro decorativo elaborado con materiales de almidón de maíz y goma xantana como aglutinantes.

Página 229 **Figura 109.** Diseño elaborado en AutoCAD.

Página 230 **Figura 110.** Textiles recuperados y fibras obtenidas de ellos usados en la fabricación del tapiz.

Página 231 **Figura 111.** Mezcla de aglutinante de fécula de maíz con los diferentes colores y vertido sobre el molde.

Página 232 **Figura 112.** Vista en primer plano del agrietamiento del aglutinante de fécula de maíz.

Página 234 **Figura 113.** Vista frontal y lateral de panel lumínico decorativo fabricado.

Página 235 **Figura 114.** Textile empleado en la fabricación del panel lumínico.

Página 236 **Figura 115.** Primera parte de fabricación del material para panel lumínico.

Página 237 **Figura 116.** Presencia de moho sobre el material en los días de fabricación.

Página 238 **Figura 117.** Primera hora de exposición solar del material fabricado.

Página 238 **Figura 118.** Segunda hora de exposición solar del material fabricado.

Página 239 **Figura 119.** Proceso de fabricación del panel lumínico decorativo.

Página 240 **Figura 120.** Detalles del estado del material en proceso de fabricación.

Página 241 **Figura 121.** Panel lumínico con la luz LED encendida.

Página 242 **Figura 122.** Paneles decorativos elaborados con aglutinante de almidón de maíz y goma xantana y residuo textil.

Página 243 **Figura 123.** Vertido del material aglomerado de almidón de maíz con goma xantana al molde.

Página 244 **Figura 124.** Materiales fabricados en proceso de secado en deshidratador.

Página 245 **Figura 125.** Paneles fabricados.

Página 246 **Figura 126.** Base para flores elaborado a base de almidón de maíz con goma xantana como aglutinante y residuo textil.

Página 247 **Figura 127.** Molde para base de flores.

Página 249 **Figura 128.** Material vertido en el molde de alhajero.

Página 251 **Figura 129.** Alhajero fabricado a base de residuo textil y almidón de maíz con goma xantana como aglutinantes.

Página 252 **Figura 130.** Botones en el molde después del secado.

Página 253 **Figura 131.** Botones terminados.

Página 254 **Figura 132.** Cuaderno con pastas elaboradas con material aglomerado de goma xantana y almidón de maíz.

Página 255 **Figura 133.** Fabricación de tapas de cuadernos.

Página 256 **Figura 134.** Montaje y grabado láser en pasta para cuaderno.

Página 258
Figura 135.
Mesa pequeña fabricada con aglomerado de fécula de maíz y goma xantana.

Página 260
Figura 136.
Fabricación de mesa pequeña fabricada con aglomerado de fécula de maíz y goma xantana.

Página 265
Figura 137.
Funciones del ACV.
Nota: Imagen adaptada a imagen de la Norma ISO 14044.

Página 266
Figura 138.
Etapas de Ciclos de Vida.
Nota: Imagen adaptada a la proporcionada en clases de Diseño Sustentable II por la maestra Jared Jiménez Rodríguez, profesora de ecodiseño en la ITESO.

Página 269
Figura 139.
Diagrama de flujo de materiales flexible y aglomerado de goma xantana.

Página 270
Figura 140.
Diagrama de flujo de material flexible de almidón de maíz.

Página 272
Figura 141.
Diagrama de flujo de material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.

Página 275
Figura 142.
Molino utilizado para moler residuo textil en esta investigación.

Página 277
Figura 143.
Material flexible de almidón de maíz.

Página 286
Figura 144.
Ciclo de vida de los nuevos materiales.

Página 305
Figura 145.
Análisis de los mejores aglutinantes resultantes.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 306
Figura 146.
Hallazgo en etapa 2.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 306
Figura 147.
Hallazgo en etapa 3.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 307
Figura 148.
Hallazgo en etapa 4.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Página 313
Figura 149.
Material flexible de almidón de maíz con grabado láser.

Página 330
Figura 150.
Fabricación de material con resina de pino como aglutinante.

Página 332
Figura 151.
Fabricación de material con almidón de maíz como aglutinante.

Página 334
Figura 152.
Fabricación de material con almidón de maíz como aglutinante.

Página 336
Figura 153.
Fabricación de material con almidón de maíz como aglutinante.

Página 338
Figura 154.
Fabricación de material con grenetina como aglutinante.

Página 340
Figura 155.
Fabricación de material con grenetina como aglutinante.

Página 342
Figura 156.
Fabricación de material con agar agar como aglutinante.

Página 344
Figura 157.
Fabricación de material con agar agar como aglutinante.

Página 346
Figura 158.
Fabricación de material con agar agar como aglutinante.

Página 348
Figura 159.
Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.

Página 350
Figura 160.
Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.

Página 352
Figura 161.
Fabricación de material con goma arábica como aglutinante.

Página 354
Figura 162.
Fabricación de material con tapioca como aglutinante.

Página 356
Figura 163.
Fabricación de material con tapioca como aglutinante.

Página 358
Figura 164.
Fabricación de material con harina de arroz como aglutinante.

Página 360
Figura 165.
Fabricación de material con harina de arroz como aglutinante.

Página 362
Figura 166.
Fabricación de material con almidón de maíz como aglutinante.

Página 364
Figura 167.
Fabricación de material con grenetina como aglutinante.

Página 366
Figura 168.
Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.

Página 368
Figura 169.
Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.

Página 370
Figura 170.
Fabricación

de material con
goma xantana como
aglutinante.

Página 372 **Figura 171.** Fabricación
de material con
resina de pino como
aglutinante.

Página 374 **Figura 172.** Fabricación
de material con almidón
de maíz y goma xantana
como aglutinante.

Página 376 **Figura 173.** Fabricación
de material con almidón
de maíz y goma xantana
como aglutinante.

Página 378 **Figura 174.** Fabricación
de material con almidón
de maíz y agar agar
como aglutinante.

Página 380 **Figura 175.** Fabricación
de material con
goma xantana como
aglutinante.

Página 382 **Figura 176.** Fabricación
de material con
almidón de maíz como
aglutinante.

Resumen

Resumen.

La industria de la moda, la segunda más contaminante del mundo, enfrenta desafíos ambientales graves en todas las etapas de producción, desde el uso de combustibles fósiles hasta la contaminación del agua. Incluso las fibras naturales, como el algodón, tienen impactos negativos debido al uso intensivo de pesticidas y fertilizantes. Además, el desecho de textiles contribuye con aproximadamente medio millón de toneladas de microfibras al océano cada año, lo que afecta la vida marina y la salud humana (Nijman, 2019). De no cambiar el modelo de negocio actual, las emisiones de esta industria podrían aumentar un 60% para 2030 (UNFCCC, 2018).

Este estudio tiene como finalidad desarrollar nuevos materiales a partir de residuos textiles reciclados, buscando aplicaciones en la decoración interior, con el propósito de reducir la contaminación asociada a la moda. Para ello, se emplea una metodología basada en el Material Driven Design, que analiza en profundidad las características de los materiales antes de realizar exploraciones, en las cuales se experimentan los distintos cambios y usos que se le pueden dar al material, y se analizan los hallazgos.

Los resultados incluyen la creación de un material útil como biotextil para cuadros decorativos, recubrimientos de muebles y paneles de pared, además de un material aglomerado adecuado para fabricar objetos decorativos, paneles acústicos y muebles ligeros. Estos materiales reciclados ofrecen alternativas más sostenibles y ecológicas para el diseño interior, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

Palabras

Clave: Telas, Biotextil, Textiles reciclados, Diseño interior, sostenible

Abstract.

The fashion industry, the second most polluting in the world, faces severe environmental challenges at every stage of production, from the use of fossil fuels to water contamination. Even natural fibers, such as cotton, have negative impacts due to intensive pesticide and fertilizer use. Additionally, textile waste contributes approximately half a million tons of microfibers to the ocean each year, harming marine life and human health (Nijman, 2019). If the current business model does not change, emissions from this industry could increase by 60% by 2030 (UNFCCC, 2018).

This study aims to develop new materials from recycled textile waste, seeking applications in interior design to reduce fashion-related pollution. A methodology based on Material Driven Design is employed, which thoroughly analyzes the characteristics of the materials before conducting explorations, experimenting with various changes and uses, and analyzing the findings.

The results include the creation of a material suitable as a biotextile for decorative panels, furniture coverings, and wall panels, as well as an aggregate material ideal for decorative objects, acoustic panels, and lightweight furniture. These recycled materials provide more sustainable and eco-friendly alternatives for interior design, contributing to the reduction of environmental impact.

Glosario de Términos.

Para el entendimiento de los términos utilizados en la tesis, se proporciona un glosario de los términos que serán utilizados en ella, los cuales se extrajeron de diferentes fuentes que son citadas en cada uno de ellos.

Textil. Según el Instituto Textil Nacional, A.C. (2019) al definir la palabra textil, nos dice que el término “textil” se refiere a todo lo relacionado con hilados, tejidos, telas y la industria de la indumentaria. Se utiliza para describir materiales que pueden ser tejidos y convertidos en hilos.

Se le llama tejidos a las cosas que se fabrican o se conforman de elementos entrelazados. Incluye una amplia gama de productos como ropa de cama, cortinas, alfombras, tapices, entre otros. Las materias primas pueden ser fibras naturales como la lana y el algodón, o fibras químicas como el nylon y el poliéster (Instituto Textil Nacional, A.C., 2019)

La industria textil abarca actividades como la producción de fibras, el hilado, la tejeduría, la tintorería y la confección de prendas. El término proviene del latín “textilis”, que significa relacionado con tejer o trenzar.

Textiles Reciclados. Son productos obtenidos a partir de residuos post consumo y depende del tipo de fibra para su posterior procesamiento, lo que se busca es que éste pueda transformarse en materia prima para elaborar nuevos productos; todo esto ayuda a reducir la exposición de estos productos en descomposición, reduce la acumulación excesiva y la incineración para no dejar rastro de ella, lo que involucra el cuidado del medio ambiente por las sustancias que estos productos emanan al estar en contacto con el calor (Vila, 2022).

Biotextil. Bautista-Flores (2021) define el término biotextil de la siguiente manera:

Cuando hablamos de biotextiles en un sentido industrial podemos decir que estos se tratan de un entramado o maraña de fibras naturales compuesto de una matriz polimérica que van conformando una estructura en forma de manta o tela. La durabilidad y resistencia del biotextil depende de factores como su composición o las condiciones climáticas y ambientales a las que se expone, ya que esto provocará que se degrade con mayor o menor facilidad. Al momento de ser expedida al ambiente, las características del suelo también influyen en la velocidad con las que se desintegre por completo. (p. 187)

Diseño Interior. El diseño interior es el espacio en donde se desenvolverán las distintas actividades cotidianas de la vida misma, es la parte que se encarga de dar una impresión de lo que veremos en una vivienda o lugar de trabajo, sus características arquitectónicas su peculiaridad y singularidad (Solís Cazar, 2015, p. 27).

Sostenible. En cuestión material, consta de la moderación del uso de recursos naturales, el fin principal de esto es permitir al ecosistema regenerarse y poder reutilizarlo continuamente sin dañar el ecosistema circundante. Valora la acción de un proceso, si puede continuar indefinidamente o no. (Álvarez Durán, 2022).

Bio degradar. “Biodegradar” se refiere al proceso por el cual los materiales orgánicos se descomponen por acción de organismos vivos, como bacterias y hongos, transformándolos en sustancias más simples que pueden ser asimiladas por el medio ambiente (EPA, 2023).



Introducción.

Este proyecto nació de una investigación en la materia de Diseño Sustentable I, en la que se analizó la cantidad considerable de residuos y la contaminación generada por la industria textil, la cual ha sido reconocida por la ONU como la segunda más contaminante a nivel mundial. Como profesionales, sentimos la responsabilidad de contribuir desde nuestro campo a la solución de estos desafíos globales. Por ello, se inició un análisis de cómo reutilizar y aprovechar los residuos textiles para reducir la contaminación.

Además, en el curso de Temas Selectos III, se abordó el estudio de biomateriales, lo que permitió experimentar con diversas materias primas y evaluar su compatibilidad con otros residuos. Algunos de estos materiales demostraron ser adecuados para la creación de bioplásticos o biocueros, lo que inspiró la integración de estos conocimientos para desarrollar una estrategia integral de reciclaje de residuos textiles.

Este proyecto tiene como objetivo principal la creación de

nuevos materiales a partir de textiles que ya no son rescatables, evitando procesos extensos de reciclaje. Estos materiales pueden reutilizarse en otras aplicaciones y, al final de su vida útil, biodegradarse o reciclarse de manera más sostenible que las telas nuevas fabricadas mediante métodos convencionales. El desarrollo de estos materiales se llevó a cabo utilizando recursos naturales a pequeña escala, evitando el uso de sintéticos para minimizar las emisiones de CO2 en todo el proceso de producción.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: primero se presenta el marco contextual, abordando los antecedentes de la industria textil, la problemática actual y el estado del arte. Luego, se estudia la contaminación causada por la industria textil y el ciclo de vida de los textiles en Morelia. La metodología incluye el enfoque de Material Driven Design y una propuesta metodológica específica para esta investigación. Se exploran las etapas del diseño y desarrollo de materiales a partir del reciclaje textil, evaluando la viabilidad de cada fase. Posteriormente, se presentan los resultados de las pruebas de los materiales y su implementación en aplicaciones decorativas. También se incluye un análisis del impacto ambiental de los materiales, considerando factores como el consumo energético, las emisiones de CO2 y su ciclo de vida. Finalmente, el trabajo concluye con fichas descriptivas de los materiales desarrollados, un análisis de los resultados y conclusiones generales.

Este proyecto se desarrolla en el marco del programa de posgrado en Diseño Avanzado, con el apoyo del CONACYT, que facilitó recursos económicos, y de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que proporcionó los equipos necesarios para las investigaciones experimentales.

Figura 1.

Tela

Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar, desarrollar y evaluar un proceso para reciclar residuos de telas, con el fin de fabricar nuevos materiales aplicables a la decoración interior, utilizando la metodología de ciclo de vida de los textiles y así contribuir a la mitigación de la contaminación ambiental causada por la industria de la moda.

Objetivos Particulares.

Revisar las condiciones actuales de la contaminación en la industria textil, para comprender el impacto ambiental que genera.

Realizar una investigación sobre el ciclo de vida de los textiles en la ciudad de Morelia, para comprender el uso y reúso de éstos, analizando los distintos procesos y ciclos a los que están sujetos.

Diseñar materiales a través del reciclaje de textiles y evaluar su viabilidad, utilizando ingredientes naturales, centrándose en la selección de materiales y procesos de producción.

Implementar técnicas de creación de materiales con textiles para facilitar su producción, buscando reducir tiempos y costos de fabricación.

Crear y evaluar los prototipos y su impacto ambiental, realizando un análisis del ciclo de vida de los productos desarrollados para determinar su impacto ambiental y su contribución a la reducción de la contaminación.

Antecedentes.

Industria Textil.

Ya se ha definido anteriormente el término “textil” como los materiales obtenidos al tejer hilos. A lo largo de la historia, han surgido nuevos materiales, herramientas y técnicas que se utilizan no solo para vestirnos, sino también para construir, decorar espacios y fabricar objetos como vasijas, sillas y bolsos.

El uso de textiles comenzó con pieles de animales para cubrir el cuerpo, siendo su principal función vestir. Con el tiempo, las mejoras en las técnicas permitieron ampliar sus aplicaciones. Diversos materiales naturales, como algodón, lino, cáñamo, lana y seda, han sido utilizados en la elaboración de



Figura 2.

Rueca.

Nota: Foto de Mao Li <https://www.pexels.com/es-es/foto-blanco-y-negro-manos-vintage-antiguo-12507054>

textiles. Dependiendo del material y el tipo de tejido, se desarrollaron herramientas como el huso y la rueca, que dieron origen a los primeros telares (Universidad de Burgos, s.f.).

A lo largo de los siglos, los textiles han sido empleados para diferenciar grupos sociales, etnias y estatus, así como para crear estilos distintivos en la vestimenta y la decoración de interiores, ayudando a cada comunidad a diferenciarse e identificarse.

Antes de la Revolución Industrial, las prendas se fabricaban a mano en casa, utilizando materiales naturales y técnicas tradicionales. Sin embargo, en el siglo XVIII, la Revolución Industrial introdujo máquinas hiladoras y telares mecánicos, seguidos por las máquinas de coser, lo que redujo considerablemente los tiempos y costos de producción (Chávez Palacios 2004, citado en Villa 2023).

La alta costura, caracterizada por la creación de piezas hechas a medida con materiales de alta calidad, tuvo gran popularidad antes de la Segunda Guerra Mundial. No obstante, con la industrialización y la producción en masa, este tipo de confección fue desplazada, aunque se revitalizó después de la guerra.

Según la Coordinadora Estatal

de Comercio Justo (2015), el algodón ha sido una de las principales materias primas de la industria textil desde tiempos antiguos. En el año 443 a. C., Herodoto mencionó el uso del algodón en la India para tejer prendas. Sin embargo, su procesamiento era laborioso hasta que Eli Whitney inventó la desmotadora de algodón a finales del siglo XVIII, lo que impulsó su producción. Durante la Guerra Civil Americana, el algodón se convirtió en un elemento clave, y los esclavos representaban hasta el 50% de la población en las zonas algodonerías.

En Inglaterra, la Revolución Industrial aumentó la demanda de algodón, y hasta un 80% era cultivado por esclavos. Tras la guerra y la abolición de la esclavitud, los países europeos recurrieron a colonias africanas y asiáticas para obtener algodón, replicando condiciones de trabajo forzado. Las fábricas textiles en Europa y Estados Unidos empleaban mano de obra infantil y adulta en condiciones deplorables. Después de la Segunda Guerra Mundial, la industria textil británica declinó y se produjo una deslocalización hacia países en desarrollo. En 1974, se firmó el Acuerdo Multifibras para limitar las importaciones de ropa, lo que condujo a una deslocalización hacia países como Bangladesh. En los años 90, la liberalización del comercio y

la desregulación laboral facilitaron una intensa deslocalización de la producción textil, especialmente después de la expiración del Acuerdo Multifibras en 2005. Desde entonces, la industria textil se ha convertido en una mercancía fundamental del comercio internacional.

El surgimiento de nuevos materiales para elaborar textiles se dio con el avance en la tecnología para producirlos a base de productos químicos y artificiales, como el petróleo. Esto permitió la creación de vestuario con características y usos variados, como ropa para trabajo, aventura e incluso fines militares. Las fibras se clasifican en naturales, artificiales y sintéticas. Esta evolución contribuyó a la disminución de costos y, combinada con la producción en serie, impulsó el desarrollo de la moda rápida. Como resultado, aumentó el consumo de textiles y, con ello, la contaminación generada por la fabricación y los desechos pre y post consumo.

Zamora Espinoza (2021) señala que la cultura del consumo se originó alrededor de 1950. En 1974, con el Acuerdo Multifibras, se incrementaron los costos de fabricación nacional, lo que llevó a trasladar la producción al extranjero. A mediados de la década de 1970, muchas marcas (algunas

de las cuales son actualmente las mayores minoristas del mundo) comenzaron a copiar estilos de pasarela a bajo costo y en menor tiempo, llevándolos a las tiendas en cuestión de semanas. Así surgió el Fast Fashion o moda rápida, que ganó popularidad alrededor de 1980 y fue catalogada por algunos como la democratización de la moda, ya que lo que antes era exclusivo para una minoría ahora era accesible para una mayoría (Fast Fashion, citado por Zamora Espinoza 2021).

La moda avanza rápidamente; en los últimos 20-30 años, compramos más ropa de la que usamos y a precios más bajos. Las colecciones ya no se limitan a dos temporadas; hoy en día cambian cada 1-2 semanas, y las prendas se exhiben durante 12 semanas antes de ser liquidadas. Esta velocidad conduce a un consumo excesivo y a residuos descontrolados.

Mezclilla.

A lo largo de esta investigación, se identificó que la mezclilla es uno de los materiales más comúnmente desechados, destacando además por su alto contenido de fibras de algodón. Debido a su estructura textil, la mezclilla se pudo moler y procesar con relativa facilidad, lo que resalta su

potencial como recurso reutilizable. Por estas razones, se considera pertinente proporcionar un resumen detallado sobre este tipo de material.

El término “jeans” proviene de la tela resistente usada por los trabajadores en el puerto de Génova, Italia (NC State University, 2024) la cual era de algodón y posteriormente, en el siglo XVII, la intentaron replicar en la ciudad de Nîmes en Francia, se dice que en ese intento, accidentalmente crearon un tejido diferente, más resistente, que fue denominado “serge de Nîmes.” Con el tiempo, esta denominación se acortó y evolucionó hasta el término “denim,” que conocemos hoy. Originalmente, la tela combinaba lana y seda, pero eventualmente el algodón reemplazó a estas fibras como el principal componente (French Style, 2024).

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, la mezclilla se popularizó en Inglaterra antes de ser exportada a América. Durante la Fiebre del Oro en California, los trabajadores necesitaban ropa robusta, lo que llevó al sastre Jacob W. Davis a desarrollar un refuerzo con remaches de tela para los pantalones de mezclilla, con el fin de hacerlos más duraderos para el trabajo pesado. La innovación fue popular entre los trabajadores, y Davis quiso patentarla por lo que solicitó la ayuda de Levi Strauss, un empresario. El 20 de mayo de 1873, se otorgó la patente a Jacob W. Davis y Levi Strauss & Co. (Historyofjeans, 2024).

A lo largo del siglo XX, la mezclilla se convirtió en un ícono de la moda. El denim, inicialmente usado como ropa de trabajo, se transformó en un ícono de moda gracias al cine y su influencia. A lo largo de las décadas, su popularidad creció al ser adoptado por diversas subculturas cada uno adaptándolo a sus necesidades y estilos (Fashion capital, 2022) como en la década de 1950, los jeans de mezclilla se popularizaron entre los jóvenes

en Estados Unidos como símbolo de rebeldía.

A lo largo del tiempo, la industria del denim en Estados Unidos ha pasado de depender del algodón estadounidense y fabricantes como Cone y Erwin a enfrentar fusiones, adquisiciones y competidores internacionales. Las fusiones y adquisiciones, llevaron a cambios significativos en la manufactura, con un creciente enfoque en México y Centroamérica, especialmente tras la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte que ayudó a los emprendimientos. Sin embargo, la competencia asiática ha impactado significativamente el mercado. Hoy en día, los jeans que se venden en centros comerciales provienen de países como México, China, Bangladesh, Vietnam y Pakistán, con un notable crecimiento en Nicaragua, Vietnam y Macao (NC State University, 2024).

Los jeans están hechos principalmente de mezclilla, un tejido de algodón resistente que se caracteriza por su trama diagonal y su durabilidad. La mezclilla tradicionalmente se fabrica con hilos de algodón entrelazados de una manera particular que le da su distintivo patrón de sarga, siendo esta un tejido plano. Hoy en día, muchos jeans también incluyen una mezcla de otros materiales, como elastano (spandex) para proporcionar elasticidad y mejorar la comodidad, sin embargo su principal componente sigue siendo el algodón. Los jeans de mezclilla son teñidos de azul índigo, y los que son de algodón pueden venir en muchos otros colores. (Maria Julia, 2023)

Antecedentes de la Industria Textil



Figura 3.
Línea del Tiempo.
Nota: Iconos de Creative Commons Icon.

Problemática.

El costo más económico de la ropa ha llevado a un aumento en el consumo, dando lugar a la moda rápida. Las empresas de moda crean colecciones según la temporada y diferentes ocasiones, lo que provoca un aumento en la contaminación ambiental debido al rápido desecho de las prendas.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019), la moda es el segundo mayor consumidor de agua a nivel mundial, genera aproximadamente el 20% de las aguas residuales y libera medio millón de toneladas de microfibras sintéticas en el océano cada año. Además, la industria produce entre el 8% y el 10% de las emisiones globales de carbono, superando incluso al transporte marítimo y aéreo combinados. Estos datos subrayan la urgencia de abordar las prácticas insostenibles en la industria textil y promover una transición hacia la moda sostenible.

Según la Ellen MacArthur Foundation (2017), la industria de la confección, valorada en 1,3 billones de dólares, emplea a más de 300 millones de personas a nivel mundial. La producción de algodón representa cerca del 7% del empleo en algunos países de bajos ingresos. La ropa constituye más del 60% de los textiles utilizados y se espera que siga siendo predominante. En los últimos 15 años, la producción de prendas se ha duplicado, impulsada por la moda rápida. Este sistema lineal produce grandes cantidades de residuos: más de la mitad de la moda rápida se descarta en menos de un año.

Esto genera enormes costos económicos y ambientales, con pérdidas anuales superiores a 100 mil millones de dólares en materiales y un impacto ambiental significativo. Menos del 1% de los materiales de ropa se reciclan en ropa nueva, lo que lleva a una infrautilización masiva de la ropa y altos costos de eliminación. Se estima que entre 2015 y 2050, más de 22 millones de toneladas de microfibras plásticas ingresarán al océano (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Además, la industria enfrenta desafíos sociales, como condiciones laborales peligrosas y salarios bajos. Para transformar la industria, se necesita una economía textil circular que mantenga el valor de los textiles durante su vida útil y evite que se conviertan en desechos. Esto requerirá esfuerzos colaborativos a lo largo de la cadena de valor para innovar en el diseño, la producción, la venta y el reciclaje de la ropa.



Foto 4

Contaminación textil del océano

Nota: de J B <https://www.pexels.com/es-es/fotografia-playa-oceano-medio-ambiente-17658839>

La industria de la moda opera de manera insostenible mediante la utilización de mano de obra barata y la explotación de recursos naturales. El rápido consumo y desecho están interrelacionados, constituyendo la base del modelo Fast Fashion. En 2014, la producción de prendas superó los 100.000 millones de unidades, y se espera que esta cifra continúe en aumento (Gestal, citado por Zamora Espinoza, 2021).

La globalización, según la Coordinadora Estatal de Comercio Justo (2015), refleja cómo las empresas se adaptan a una competencia global, destacándose las transnacionales en la economía. En el sector textil, muchas grandes empresas subcontratan la producción en países con bajos costos laborales. Esta dinámica ha llevado a una disolución de responsabilidades, una reducción de salarios y un aumento del poder corporativo. La deslocalización de la producción y la influencia de las empresas transnacionales han exacerbado la precarización laboral, especialmente en talleres textiles en Asia y África.

El informe destaca el lamentable estado de las condiciones laborales en Bangladesh, donde el salario mínimo sigue siendo muy bajo, incluso tras tragedias como el

derrumbe del edificio Rana Plaza. Con el aumento de los salarios en Asia, la industria textil está trasladando su producción hacia África.

Las desigualdades comerciales en la industria textil han llevado a la liberalización y deslocalización de la producción en países con menos recursos, mientras que las actividades lucrativas siguen controladas por grandes multinacionales. Aunque se argumenta que el sector textil puede contribuir a reducir la pobreza en algunos países, los sindicatos destacan problemas como la inflación y la transición de empleos en fábricas hacia trabajos más precarios.

Actualmente, los principales productores mundiales de algodón son China e India, seguidos de cerca por Estados Unidos, Pakistán y Brasil. China, India y Pakistán, así como Brasil en menor medida, procesan principalmente sus cosechas internamente para abastecer a sus propias industrias, mientras que Estados Unidos exporta gran parte de su producción subsidiada, principalmente a países como China, Turquía, Vietnam y México (National Cotton Council of America, citado por la Coordinadora Estatal de Comercio Justo, 2015).

En los últimos años, la industria textil ha experimentado un cambio significativo con el aumento en el uso de fibras artificiales derivadas del petróleo, como poliamida, poliacril, viscosa, elastán, nailon, rayón y poliéster, que ahora representan aproximadamente la mitad de la demanda mundial (Coordinadora Estatal de Comercio Justo, 2015). Por ejemplo, el algodón transgénico Bt, que ha incrementado los riesgos ambientales y sociales, ocupa el 2,4% del área cultivable mundial, pero utiliza el 25% de los insecticidas y el 10% de los pesticidas. Además, la producción de un par de pantalones de mezclilla puede requerir casi 7.000 litros de agua debido a los procesos contaminantes y tóxicos involucrados.

En cuanto a las condiciones laborales, ninguna de las 50 principales compañías del mundo asegura salarios dignos para sus trabajadores, a pesar de lo que se indica en sus manuales de Responsabilidad Social Corporativa (RSC). La externalización de la producción a países con salarios bajos y condiciones laborales precarias ha sido facilitada por la estructura de poder global en la industria textil, con el sudeste asiático atrayendo inversiones al ofrecer los salarios mínimos legales más bajos del mundo (Coordinadora Estatal de Comercio Justo, 2015).

Justificación.

La justificación de este proyecto de tesis se fundamenta en la relevancia de abordar los impactos de la industria textil en el medio ambiente y la sociedad. Esta industria, reconocida globalmente por su papel en la contaminación y la generación de residuos, presenta oportunidades significativas para la innovación en el diseño donde se pueden aprovechar los residuos generados en su fase de producción como en el posconsumo.

Este proyecto de investigación adquiere importancia al proponer una solución basada en el reciclaje de residuos textiles, promoviendo el desarrollo de nuevos materiales que no solo buscan reducir la cantidad de desechos, sino también generar productos con una menor demanda energética y una vida útil que concluya en procesos de biodegradación más eficientes. Esto no solo contribuye a la mitigación del impacto ambiental, sino que responde al creciente interés por parte de las industrias y los consumidores en adoptar prácticas más responsables con el medio ambiente.

Además, el reciclaje de telas mediante el desarrollo de materiales reciclados permite crear un puente hacia la economía circular, un modelo que enfatiza el aprovechamiento máximo de los recursos, reduciendo la necesidad de materias primas vírgenes y fomentando ciclos de vida más largos y sostenibles para los productos. Esto no solo responde a la creciente preocupación por el cambio climático y la gestión de residuos, sino que también fomenta un cambio en la percepción y hábitos de consumo hacia alternativas más responsables. Además, el reciclaje de textiles ofrece beneficios sociales al impulsar prácticas más éticas y sostenibles en toda la cadena de valor de la moda.

El desarrollo de materiales biodegradables y con bajo consumo energético aporta a la reducción de la acumulación de desechos y a la mitigación del impacto ambiental de su disposición final. Este enfoque, además, puede servir como modelo replicable para otras industrias que enfrentan desafíos similares.



Foto 5.
Textil triturado.
de Paulo Sergio Zembruski <https://www.pexels.com/es-es/foto-textil-rojo-blanco-y-verde-3778061>



Estado del arte.

Antes de abordar el estado del arte sobre el desarrollo de materiales sostenibles a partir de residuos textiles, es esencial definir “biomaterial” para facilitar la comprensión de los conceptos. En este sentido, Álvarez Durán (2022), en su tesis de maestría, define el biomaterial como un material concebido bajo principios ecológicos, sostenibles o circulares, que puede ser producido a partir de materia prima natural, organismos vivos, compuestos orgánicos y residuos antropogénicos no dañinos. Esta definición surge de la necesidad de crear materiales que puedan biodegradarse o compostarse, minimizando su impacto ambiental al final de su ciclo de vida.

Para establecer esta definición, Álvarez se apoyó en expertos como Pilar Bolumburu, Cristina Muñoz, Edith Medina y Heidi Jalkh, quienes coinciden en el uso de recursos naturales y principios circulares. Esto será crucial para analizar los materiales desarrollados en este trabajo, que pueden considerarse biomateriales según dicha definición..

Actualmente, muchos laboratorios y diseñadores emplean residuos orgánicos para crear biocueros, biotextiles y biocerámicas, y también se están desarrollando sustitutos de cuero mediante bacterias. Sin embargo, pocos han explorado los residuos textiles para nuevos materiales, aunque los resultados han sido prometedores en los casos donde se ha hecho.

Se realizó una investigación sobre arquitectos, joyeros, diseñadores de moda, artistas y otros profesionales que han trabajado con textiles reutilizados y reciclados, así como aquellos que han creado biomateriales a partir del reciclaje textil. Aunque hay numerosos especialistas en estas áreas y algunos han trabajado con materiales similares, se seleccionaron para el documento aquellos cuyos trabajos están más alineados con los objetivos del proyecto o cuyas contribuciones pueden ser aplicables de alguna manera, aunque no necesariamente con el mismo propósito. El objetivo es aprovechar las buenas prácticas y técnicas desarrolladas por estos profesionales en el ámbito de los textiles, biomateriales y materiales, incorporando nuevos enfoques y considerando usos potenciales adicionales.

A continuación se mencionan algunos de los casos estudiados.

Foto 6.

Biomateriales.

Formación de biomateriales. Laura Messing. <https://lauramessing.com/Formacion-Biomateriales>

Demodé | Bernardita Marambio.

DEMODÉ es un material desarrollado por la diseñadora industrial Bernardita Marambio para aprovechar los desechos textiles antes del consumo. Este material emplea un aglutinante de almidón, lo que le otorga resistencia estructural y permite su uso en revestimientos decorativos y mobiliario, como taburetes y sillas (Pérez, 2013).

El proyecto surgió de la investigación universitaria de Marambio, en la que identificó el alto porcentaje de desperdicios textiles, tanto naturales como sintéticos, que se generan en la comuna de Recoleta en Santiago de Chile, donde se reportan alrededor de 46 mil toneladas de residuos textiles anuales (Gutiérrez, 2013).

En su proceso de creación, Marambio trituró los textiles y los mezcló con almidón modificado, lo que resultó en un material versátil que puede moldearse en diferentes objetos. Este enfoque presenta paralelismos con la investigación aquí expuesta, que también explora el uso del almidón como aglutinante para crear un biomaterial flexible a partir de residuos textiles.

Además, DEMODÉ destaca por su potencial para ser reparado, una característica útil que permite prolongar su ciclo de vida, algo fundamental en la búsqueda de materiales sostenibles. Marambio busca la certificación LEED, ya que el material contiene un alto porcentaje de componentes reciclados y renovables, lo que lo hace apto para aplicaciones arquitectónicas y de diseño interior (Dis-up, 2013).



Figura 7.

Taburetes.

Nota: Fotografía de Cristóbal Marambio. <https://www.archdaily.mx/mx/02-280022/demodé-muebles-de-material-textil-bernardita-marambio-design-studio>

A partir de este caso, la presente investigación puede rescatar el uso de aglutinantes naturales como el almidón, además de la posibilidad de desarrollar un material que se pueda moldear artesanalmente o adaptarse a una producción más industrializada, según sea necesario. Sin embargo, un enfoque distintivo de este trabajo será el desarrollo de un material flexible para aplicaciones adicionales, como en la decoración interior, que diversifiquen el uso de los residuos textiles reciclados, sin dejar de lado la posibilidad de obtener un material que pueda ser reparado.

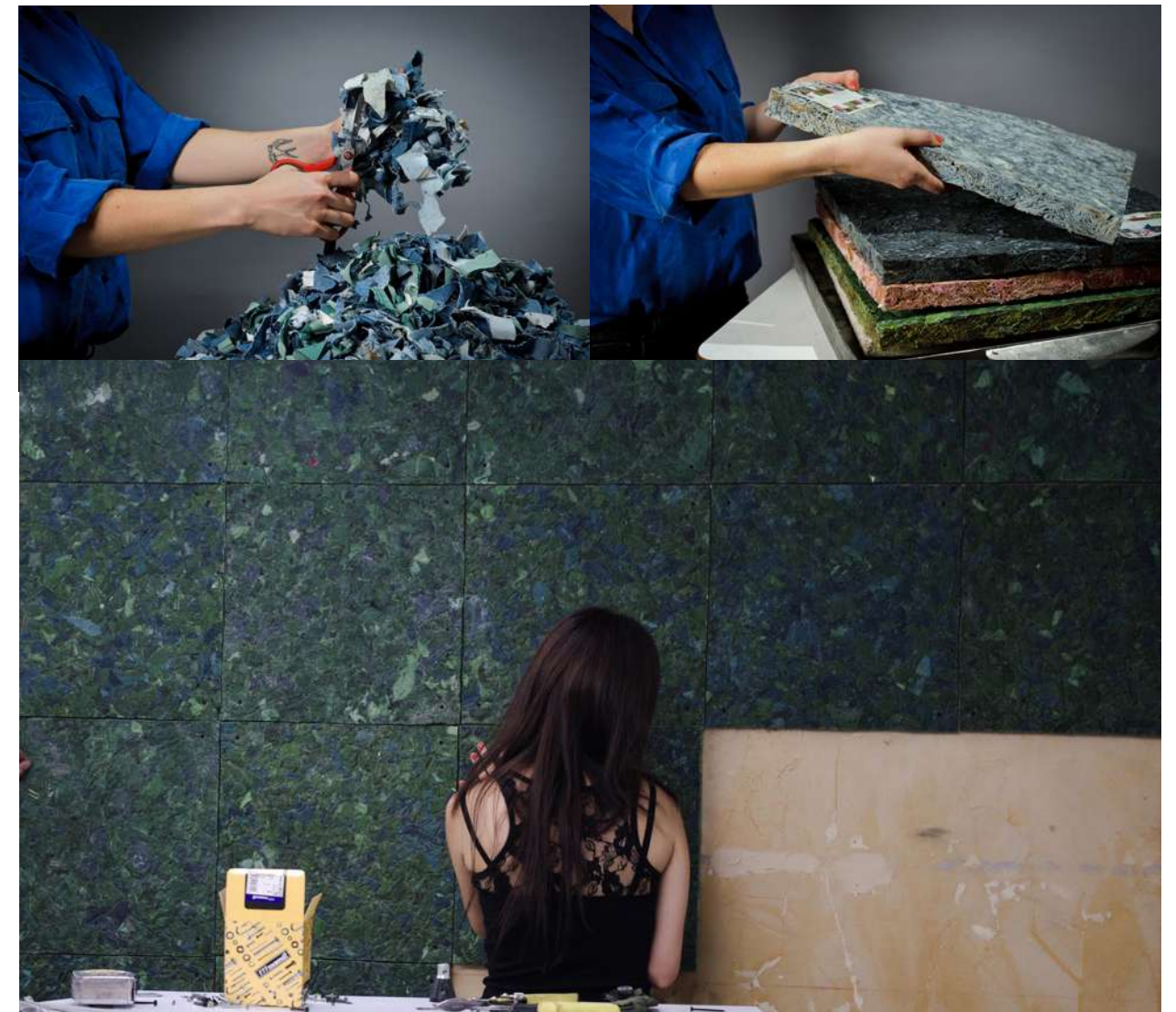


Figura 8.

Triturado textil y paneles para recubrimientos.

Nota: Fotografía adaptada de Cristóbal Marambio. <https://www.archdaily.mx/mx/02-280022/demodé-muebles-de-material-textil-bernardita-marambio-design-studio>

Trama B Textil.

Trama B Textil es un estudio que trabaja en el diseño circular de triple impacto dentro del sector textil, transformando los residuos textiles en productos útiles, con énfasis en lo social, ambiental y económico. Fundado en Argentina en 2021 por Daniela Dell Acqua y Valentina Trotz, el proyecto busca utilizar los desechos textiles de la industria de la moda para crear productos de mayor valor y conciencia social (Infobae, 2022).

Trama B Textil recicla desechos como jeans y retazos, tratándolos con bioplásticos para mejorar su resistencia, en un proceso artesanal que incluye el corte por láser y el ensamblaje manual. Este enfoque modular y flexible se asemeja a la metodología de la investigación aquí presentada, donde se busca transformar los residuos textiles en un biomaterial que también cumple con principios de sostenibilidad y fabricación local. Asimismo, Trama B Textil trabaja con descartes de alfombras y paños multifibra, procesándolos mediante resinado con biomateriales, un procedimiento que no utiliza químicos contaminantes, lo que refleja una sinergia con el objetivo de este proyecto, al explorar

métodos de adhesión sostenibles y ecológicos (Garab Yamila, 2023).



Figura 9.
Cadena de valor de triple impacto.
Nota: Imagen adaptada de Trama B Textil. <https://www.tramabtextil.com.ar/textil-sostenible>

En su enfoque, Trama B Textil también colabora con grupos vulnerables a través del emprendimiento Diversiclando, que involucra a mujeres con discapacidad intelectual en la producción de objetos de decoración. Esta dimensión social del proyecto es un punto relevante que podría considerarse en futuras fases de desarrollo del biomaterial propuesto, al integrar comunidades locales en

su producción, promoviendo la economía circular y la inclusión laboral (Trama B Textil, s.f.).

A través de este caso, se destaca la importancia de crear soluciones textiles innovadoras que no solo reciclan, sino que también contribuyen al desarrollo social y la generación de valor a partir de los desechos textiles, lo cual es un enfoque complementario al de esta investigación.



Figura 10.
Porta bolsas perri.
Nota: Fotografías adaptadas de limay. <https://limaydenim.com/producto/porta-bolsas/>

Veena Sahajwalla

Veena Sahajwalla es una destacada científica e ingeniera de materiales conocida por su trabajo pionero en el reciclaje de desechos electrónicos y la transformación de residuos en recursos valiosos. Es profesora de ciencias de los materiales en la Facultad de Ciencias en la Universidad de Nueva Gales del Sur (UNSW) en Australia y dirige el Centro de Ciencia y Tecnología Avanzada de Residuos (WASTech) ahí mismo (UNSW, s.f.).

En 2008, fundó el Laboratorio de Investigación y Tecnología de Materiales Sostenibles (SMaRT) en la misma universidad, enfocado en la ciencia del reciclaje y la gestión de residuos. El programa SMaRT colabora con industrias, instituciones de investigación globales, organizaciones sin fines de lucro y diversos niveles de gobierno para diseñar soluciones innovadoras que aborden los principales retos relacionados con los residuos a nivel mundial (Kazi, 2021).

Sahajwalla ha escrito mas de 380 artículos centrados en ingenierías de los materiales, y ha sido autora o coautora de capítulos de libros donde se habla de ciencia del reciclaje.

Sahajwalla ha desarrollado tecnologías innovadoras como "Microfactorías", que son instalaciones de fabricación local que pueden transformar desechos electrónicos y plásticos en materiales útiles y productos comercializables. La microfactoría es un sistema modular adaptable que puede instalarse en cualquier lugar donde se acumulen residuos. Solo necesita un espacio de 50 metros cuadrados para operar (Kazi, 2021).

Su trabajo ha sido ampliamente reconocido, y ha recibido numerosos premios y distinciones por su contribución a la sostenibilidad y la innovación en el campo del reciclaje y la gestión de residuos.

En este caso particular, Sahajwalla ha desarrollado un proceso para reciclar residuos de textiles y vidrio para producir azulejos y baldosas para pisos. Cada año, grandes cantidades de ropa y vidrio son desechadas. Tras años de investigación, la profesora Sahajwalla y su equipo lograron fusionar textiles y vidrio para crear azulejos sostenibles, llamados "cerámica verde", con un atractivo aspecto de diseño (Chenery & Feller, 2021). Estos materiales reciclados no solo reducen la cantidad de desechos enviados a los vertederos, sino que

también ofrecen una alternativa sostenible a los materiales convencionales utilizados en la construcción.

El proceso implica triturar los residuos de textiles y vidrio para convertirlos en partículas finas, que luego se mezclan con otros materiales y se moldean para formar azulejos y baldosas duraderos. Estos productos pueden tener acabados similares a la chapa de madera o la cerámica y han sido sometidos a pruebas en laboratorio que confirman su resistencia al fuego, al agua, su flexibilidad, capacidad acústica y de carga. Sin embargo, aún no han sido sometidos a evaluaciones regulatorias formales (ecoinventos, 2024).

Al igual que Sahajwalla, en esta investigación se pretende aprovechar los residuos textiles, transformando los materiales con nuevas propiedades que puedan tener una nueva aplicación, en este caso, para el diseño interior principalmente.



Figura 11.

Cerámica verde.

Nota: Fotografía adaptada de Lab Lab BCN. <https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl>

Fab Lab Barcelona.

El Fab Lab Barcelona, ubicado en el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña (IAAC), es uno de los primeros laboratorios de fabricación digital financiados en la Unión Europea. Desde su creación en 2007, ha jugado un papel destacado en la promoción de la fabricación digital sostenible, explorando nuevas formas de reutilizar materiales y desarrollar productos innovadores. A través de su enfoque en áreas como la Ecología Cívica, el Diseño Distribuido, la Fabricación Digital, el laboratorio busca integrar tecnologías como impresoras 3D, cortadoras láser y máquinas CNC para la creación de prototipos, la investigación en campos como la arquitectura, el diseño y la educación (Fab Lab BCN, s.f.).

Particularmente relevante para esta investigación es el área de Materiales y Textiles, donde se desarrollan biotextiles y biomateriales a partir de residuos. Proyectos como Fab Textiles, Fabricademy investigan la creación de tejidos, materiales avanzados capaces de adaptarse a diferentes condiciones climáticas y de uso, integrando enfoques sostenibles para la fabricación de objetos con

materiales biodegradables. Este enfoque es paralelo al de esta tesis, que busca transformar residuos textiles en un biomaterial flexible utilizando almidón de maíz y goma xantana, lo cual también responde a la necesidad de reducir el impacto ambiental de la industria textil (Fab Lab BCN, s.f.).



Figura 12.

Biotextiles.

Nota: Fotografía adaptada de Lab Lab BCN. <https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl>

El proyecto TCBL (Textiles, Confección y Laboratorios Empresariales), en el cual Fab Lab Barcelona participa como uno de los 50 laboratorios financiados por la Unión Europea, es otro ejemplo relevante. Este proyecto se centra en reducir la huella ambiental del sector textil y devolver parte de la producción a Europa mediante la investigación de alternativas sostenibles como el uso de bioplásticos, textiles inteligentes y teñidos con bacterias. La búsqueda de nuevas formas de producción y el reciclaje de desechos textiles que promueve TCBL, resuena con el objetivo de esta tesis de crear materiales innovadores a partir de residuos, aportando a la reducción de la sobreproducción y al fomento de la economía circular (Fab Lab BCN, s.f.).



Figura 13.

Biotextiles.

Nota: Fotografía adaptada de Lab Lab BCN. <https://fablabbcn.org/projects/textiles-clothing-and-business-labs-tcbl>

Material Vifour

Vifour es un material desarrollado por la empresa VivErdie Industries, fundada por Vivian Erdtsieck en los Países Bajos, con el propósito de integrar el diseño y la ciencia hacia una industria más sostenible e inclusiva (Erdtsieck, 2024). El material está compuesto en un 93% de retazos de tela reciclada, utilizando almidón de maíz como aglutinante natural, lo que le otorga una apariencia similar al cuero.

Una de las características clave de Vifour es su capacidad de ser utilizado en superficies de piso y pared, con una resistencia comparable a los materiales convencionales. Se ofrece en grosores de 2 mm a 5 cm, en rollos de hasta 1 metro de ancho o piezas de 3 metros de largo, con opciones de texturas 3D o diseños personalizados (Colabdigital, s.f.). Aunque el material aún está en desarrollo, su resistencia no alcanza la de los textiles tradicionales usados en interiores (Erdtsieck, 2024). Por su tacto similar al cuero también puede ser utilizado en pequeños accesorios como bolsos y otros.

Vifour tiene un gran potencial de circularidad, ya que sus fibras textiles pueden reciclarse indefinidamente sin perder calidad, y puede repararse fácilmente con el mismo material, un proceso que también es clave en el material que se desarrolló en esta investigación. Esta propiedad permite alargar la vida útil del material de manera sostenible. Cada pieza se acompaña de un fragmento del mismo color para reparaciones, que pueden realizarse calentando el material en una estufa convencional y aplicándolo en la zona dañada sin dejar huellas visibles de la reparación.

La obtención de los residuos textiles se realiza a través de alianzas con organizaciones benéficas que recolectan ropa de segunda mano que ya no es apta para su uso, lo cual es otro aspecto que resalta la sostenibilidad del proceso. Sin embargo, uno de los desafíos principales es asegurar una cantidad suficiente de un color específico para producir láminas más grandes del mismo tono (Erdtsieck, 2024).

El desarrollo de Vifour también incluye la búsqueda de mejoras para ampliar su aplicación en la confección de ropa y explorar la circularidad del agua en el proceso de fabricación.

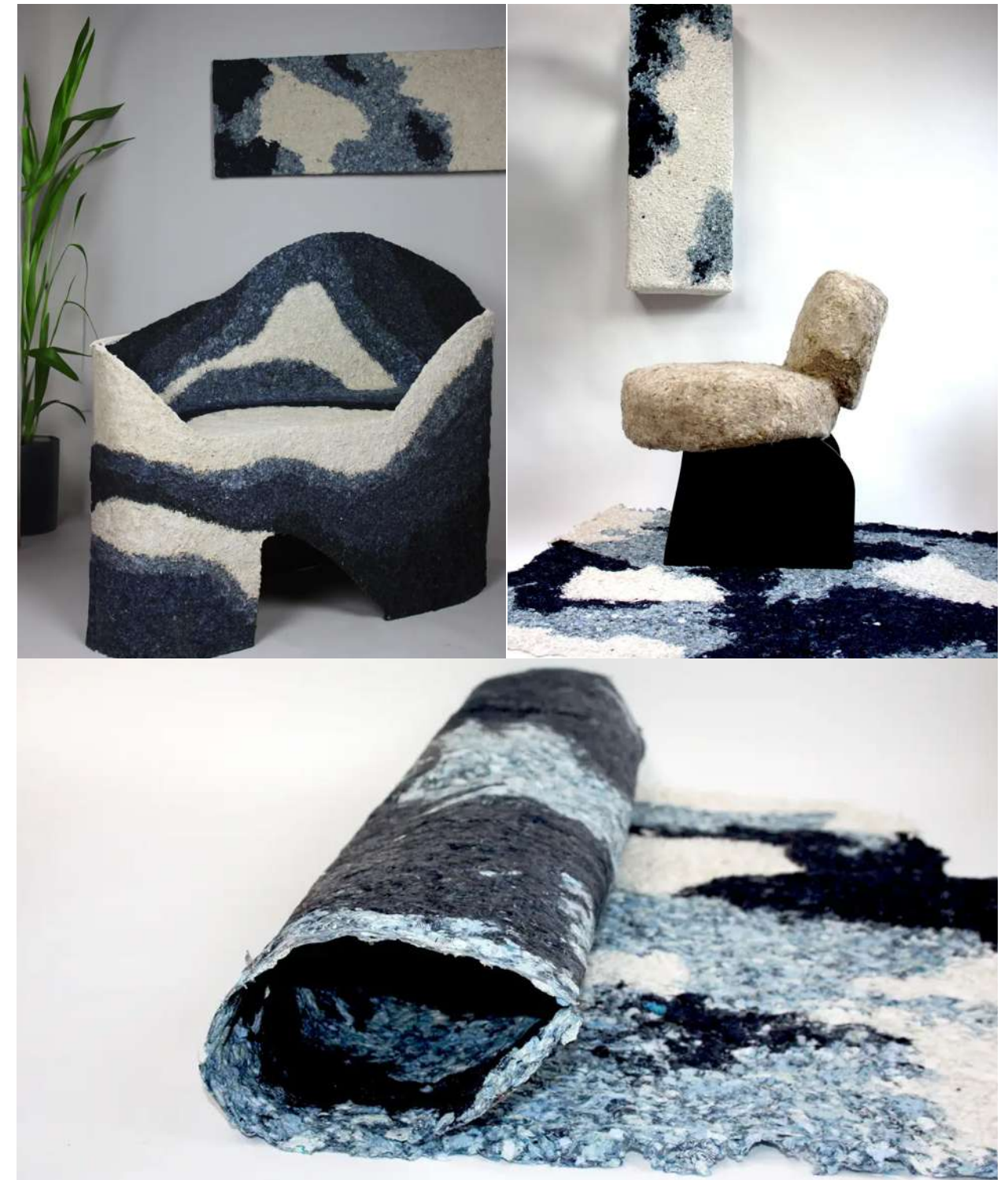


Figura 14.

Material Vifour para sillas, paneles de pared y alfombras.

Nota: Imagen adaptada de banco de Vivèrdie Industries (2024). <https://tocco.earth/article/eternal-fabric-made-from-scrap-vifour-material/>

Cynthia Nudel

Cynthia Nudel es una artista visual argentina radicada en España que trabaja con desechos orgánicos para crear materiales y objetos sostenibles, respetuosos con el medio ambiente. A través de sus obras, Nudel elabora sus propios pigmentos, tintes naturales, estampaciones botánicas y biomateriales (Nudel, 2020).

Entre sus creaciones destaca la biocerámica, que produce a partir de cáscara de huevo, alginato de sodio proveniente de algas pardas y carbonato de calcio como refuerzo. Lo innovador de su proceso es que no necesita hornos, ya que todo se seca a temperatura ambiente. Luego, recubre sus biocerámicas con pigmentos naturales elaborados por ella misma (Nudel, 2020).

Nudel también ofrece formación en biomateriales, enseñando a elaborar bioplástico, biotextil y biocerámica, utilizando ingredientes como algas, gelatina, fécula y tintes naturales. En uno de sus proyectos más recientes, en 2023, Nudel estuvo explorando reciclando mezclilla de segunda mano para crear un biotextil flexible usando agar agar como aglutinante. Este proceso implicaba cortar la mezclilla en fibras, mezclarlas con agar agar y crear un material que se asemeja mucho a la tela. Además, aprovechó los colores originales de la mezclilla para diseñar sin necesidad de añadir pigmentos adicionales, logrando efectos translúcidos al variar la cantidad de residuo textil, técnica que será también utilizada en la fabricación del material de esta investigación.

Este enfoque destaca por generar un material más cercano a la tela que al biocuero, manteniendo la sostenibilidad y maximizando el uso de colores y residuos textiles sin procesos adicionales de teñido, lo cual será aprovechado de igual manera en esta investigación, sin descartar la posibilidad de usar tintes naturales en futuras investigaciones.



Figura 15.

Denim.

Nota: Imagen Adaptada de Cynthia Nudel. <https://www.instagram.com/cynthianudel/>

Fruitleather Rotterdam

Fruitleather Rotterdam es un material elaborado por los diseñadores espaciales Koen Meerkerk y Hugo de Boon a partir de los residuos de mangos, en donde las fibras de la fruta son transformadas en un material muy similar al cuero, el cual lo venden a diseñadores en todo el mundo. Este proyecto se basa en los principios de la economía circular, con el objetivo de reducir el desperdicio y la contaminación, creando productos con cero residuos (fruiteather, s.f.).

El proyecto aborda dos grandes problemas globales: el desperdicio de alimentos y el impacto ambiental de la industria de la moda. En los países desarrollados, un 10% de los gases de efecto invernadero asociados a la producción de alimentos provienen de productos que nunca se consumen, mientras que la industria del cuero provoca un daño significativo al medio ambiente debido al sacrificio de animales y los procesos de limpieza del material, que generan grandes cantidades de CO₂ (fruiteather, s.f.).

Este material es muy versátil ya que no solo por su apariencia sino por sus características, puede ser empleado como calzado, accesorios de moda, tapicería, muebles y más.

Fruitleather tiene una medida de 120cm x 120 cm, el cual es teñido y se le puede colocar un relieve, de acuerdo a las necesidades del cliente. El material es recubierto por un repelente que lo hace resistente al agua pero no se recomienda que permanezca mojado durante mucho tiempo, además de que en las líneas de corte no será resistente al agua, por lo que ofrecen una cera natural para que las personas lo apliquen directamente después de realizados los cortes. El precio de la hoja a esta fecha es de 79.99 euros, y de 20 gramos de cera impermeabilizante de 7.49 euros.

Un aspecto relevante de este proyecto a tomar en cuenta es el uso de maquinaria industrial, como una batidora industrializada para la mezcla del material, lo que permite producir 200 m² al mes. Esto destaca la importancia de la escalabilidad y la tecnología en la producción de biomateriales.



Figura 16.

Aplicaciones de Fruitleather.

Nota: Imagen adaptada de tocco. earth. <https://tocco.earth/article/eternal-fabric-made-from-scrap-waste-material/>

FabBRICK

FabBRICK es un material en forma de ladrillo que fue lanzado en 2017 por la arquitecta parisina Clarisse Merlet, creado a partir de merma textil, con la finalidad de combatir el creciente volumen de desechos textiles y el impacto ambiental de los materiales de construcción tradicionales.

Los ladrillos de FabBRICK están hechos de ropa triturada que Merlet compra a un proveedor en Normandía, y para fabricarlos utiliza una mezcla de dos o tres camisetas por ladrillo, combinadas con un pegamento ecológico de su propio desarrollo, todo prensado en un molde que solo requiere compresión mecánica manual, tras lo cual los ladrillos se dejan secar durante dos semanas antes de ser utilizados sin la necesidad de usar horno (ecoinventos, 2022).

Son fabricados en 4 tamaños distintos y tienen un catálogo de colores, ya que dependiendo del color del textil es el acabado que se obtiene. Tienen como propiedades la aislación térmica y acústica.

Son usados como muros decorativos, muros divisorios y muebles, pero también pueden emplearse como muros estructurales, ya que tienen la característica de ser un verdadero material de construcción (Camhi, 2020).



Figura 17.

Fabbrick.

Nota: Imagen adaptada de experimenta. <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/fabbrick-la-revolucion-textil-que-realmente-necesitamos/>

Re.colecto MX.

Recolecto MX es una start-up mexicana dedicada a la reactivación del ciclo de vida de textiles, promoviendo la sostenibilidad mediante la recolección y reciclaje de diversos productos textiles, desde sábanas hasta prendas de vestir.

En sus dos años de operación, han recolectado más de un millón y medio de textiles, colaborando con marcas como Marves (fabricante de colchones), Megapacas y Rechido (venta de ropa de segunda mano), así como con tiendas como C&A, H&M y Robert's, quienes facilitan la recolección a través de contenedores ubicados en puntos estratégicos (Recolecto MX, s.f.).

El proceso de recolección de Recolecto MX incluye campañas en redes sociales y la colocación de contenedores en ciudades como Querétaro, Jalisco, Estado de México, Morelia y Uruapan. Las prendas recolectadas pasan por una serie de fases: primero se clasifican, luego se destinan a la reventa en tiendas como Rechido, que es una tienda de segunda mano, si están en buen estado, o bien, si no pueden ser reutilizadas, se desmontan para recuperar cierres, botones y

accesorios. Posteriormente, las telas son clasificadas por tipo de fibra y enviadas a reciclaje industrial en colaboración con Marves, donde se transforman en aislantes o materiales



Figura 18.
Urna para ropa Re.colecto.
Nota: Imagen adaptada de Recolecto.mx. <https://www.instagram.com/recolectomx/>
de acolchado.

Esta iniciativa es un ejemplo clave de cómo se puede gestionar eficientemente el reciclaje de textiles a nivel local, contribuyendo

a la reducción de residuos y a la economía circular. Al igual que el presente trabajo, Recolecto MX se enfoca en dar una segunda vida a materiales textiles, permitiendo su reutilización en productos funcionales y de bajo costo. La investigación aquí expuesta también busca maximizar el potencial de los residuos textiles, explorando nuevas aplicaciones para estos materiales reciclados, principalmente en el diseño de interiores y productos decorativos.

Además esta empresa es de suma importancia de ser mencionada en la presente investigación debido a que ellos ya tienen establecida una logística para poder recolectar la mayor cantidad de ropa en cada una de sus fases de vida en toda la república mexicana, y como se verá mas adelante, se podría hacer una alianza con ellos para poder obtener la ropa que es para reciclaje.



Figura 19.
Bodega de ropa de Recolecto.mx
Nota: Imagen adaptada de Recolecto.mx. <https://www.instagram.com/recolectomx/>

Después de analizar los casos previamente mencionados, se realizaron las siguientes consideraciones, que han sido aplicadas en esta investigación. La composición del material se basa en tres componentes principales:

Residuos textiles: cortados o triturados para facilitar su reutilización.

Aglutinante natural: un elemento que actúa como adhesivo ecológico.

Recubrimientos o aditivos: añadidos para mejorar la resistencia o proporcionar propiedades adicionales, como protección contra la humedad o durabilidad. Todo el proceso de creación se lleva a cabo mediante técnicas artesanales, lo que permite un control cuidadoso sobre cada etapa de fabricación.

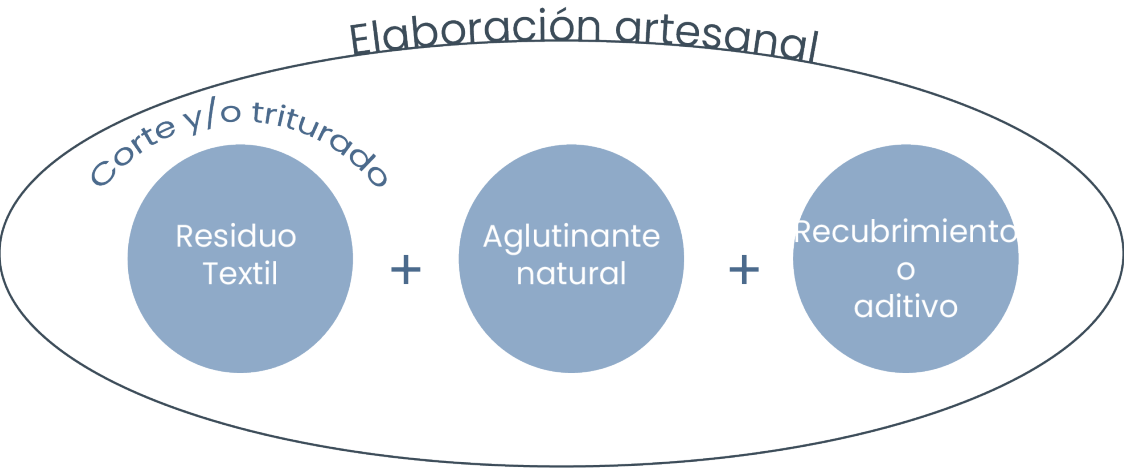


Figura 20.
Componentes principales de casos estudiados.

Respecto a los **residuos textiles**, se pueden destacar las siguientes observaciones:

Origen: La mayoría de los residuos utilizados provienen de textiles posconsumo, aunque algunos proyectos también aprovechan las mermas de la industria textil. En este último caso, al tratarse de telas nuevas, no es necesario realizar procesos de lavado adicionales.

Recuperación: En el caso de los textiles posconsumo, estos son obtenidos principalmente mediante donaciones o compras de ropa de segunda mano. Para ello, se establecen alianzas con empresas y organizaciones que ya tienen como parte de sus actividades la recolección de este tipo de prendas.

Tipo de textil: Generalmente, se utilizan todo tipo de telas recuperadas, sin importar si son de origen natural o sintético.

Corte y/o triturado: Todas las telas pasan por un proceso de corte, y en muchos casos, se trituran para obtener fibras más pequeñas. No obstante, en algunos proyectos se emplean cortes más grandes.

En cuanto a los **aglutinantes** utilizados, algunos proyectos no especifican con detalle su composición. No obstante, varios mencionan el uso de almidón de maíz como base, aunque este es modificado en algunos casos para mejorar la resistencia del material.

Para asegurar una mayor durabilidad y, sobre todo, resistencia a la humedad, algunos materiales **incorporan aditivos** durante su fabricación. En otros casos, después de la producción, se aplica un **recubrimiento** adicional, como cera natural, para reforzar la impermeabilidad.

Aplicaciones

Biocuero: La mayoría de los materiales flexibles creados a partir de residuos textiles imitan la apariencia del cuero, lo que los convierte en alternativas sostenibles para la elaboración de productos donde tradicionalmente se emplea este material.

Biotextil: Existen exploraciones sobre biotextiles que no buscan imitar el cuero, pero todavía no se han encontrado aplicaciones prácticas desarrolladas a gran escala.

Aglomerado: Estos materiales también pueden ser utilizados en la fabricación de objetos aglomerados, como muebles, paneles de revestimiento o incluso ladrillos estructurales.

Lugar de fabricación

Aunque en México ya se ha explorado la producción de biotextiles, estos suelen derivarse de otros tipos de residuos o del uso de bacterias. Los casos documentados de fabricación a partir de residuos textiles, provienen de otros países, algunos de los cuales exportan el material. Sin embargo, esto implica costos de envío e importación. Por ello, resulta relevante impulsar la fabricación local en México, lo que además permitiría aprovechar los residuos textiles generados en el país.



Gestión de residuos textiles locales.

Se investigó la cantidad de residuos textiles en Morelia y su gestión, encontrando información limitada. Según el director de residuos sólidos de Morelia, los “trapos” representan el 3.57% de los residuos, lo que equivale a 23 toneladas diarias (Miranda, 2020). Caballero Rojas S. (2020) también cita un dato similar. Dada la escasez de información específica, se decidió realizar una investigación propia para obtener datos más precisos sobre el manejo y los posibles destinos de los residuos textiles después de su vida útil. Esta investigación se centró en entrevistas a diversas personas, empresas y dependencias involucradas en la gestión de textiles, con el objetivo de comprender mejor los procesos y lugares por los cuales transitan estos materiales una vez descartados.

Dirección de residuos sólidos de la ciudad.

Al inicio de esta investigación, se visitó el museo del reciclaje de Morelia, gestionado por el ayuntamiento. Durante la visita, se preguntó al guía si existía algún centro de acopio y reciclaje de textiles, a lo que respondió que no hay ninguno hasta ahora.

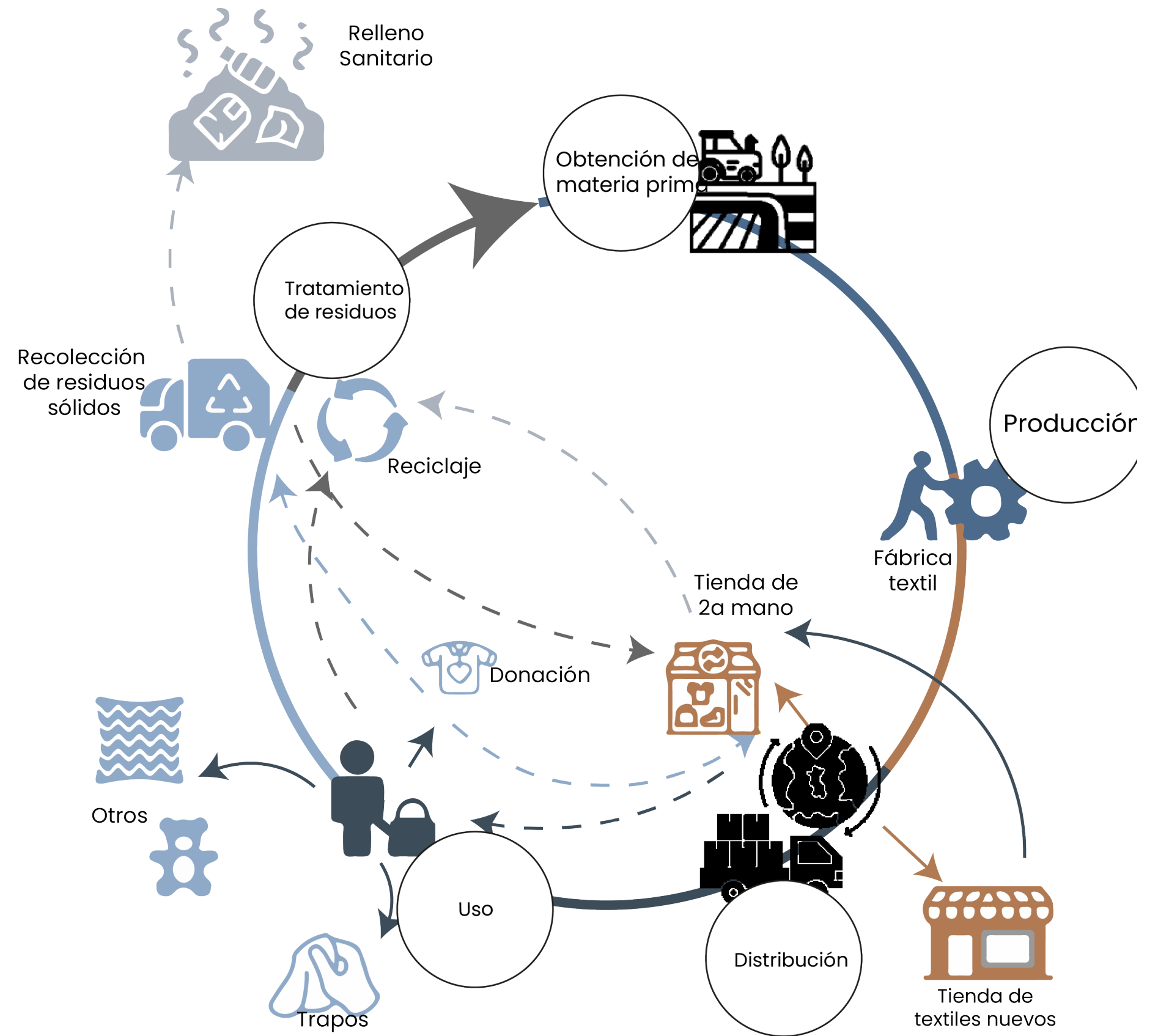
Posteriormente al comenzar con este juego de entrevistas, se decidió partir con la visita a la dirección de residuos sólidos para investigar que información existe con respecto al tema, sin embargo se comentó que no hay información alguna sobre los residuos ahí, que los únicos que podrían proporcionar información serían los del museo del reciclaje, pero que lo que sí sabía era que no se contaba con alguna separación, ni reciclaje con respecto a los textiles, fue el motivo por el cual no se obtuvo ninguna información adicional relevante para la investigación por parte de la dependencia.

Figura 21.

Relleno sanitario.

Nota: Adaptada de la foto de Tom Fisk <https://www.pexels.com/es-es/foto-vista-de-pajaro-del-relleno-sanitario-durante-el-dia-3181031>

Ciclo de vida de los textiles en la ciudad de Morelia



Símbología de colores

- 1er destino del textil
- 2o o 3er destino del textil
- 3er o 4o destino del textil
- 4o o 5o destino del textil
- 5o o 6o destino del textil

Figura 22.

Ciclo de vida de los textiles en la ciudad de Morelia.

Nota: Iconos de Creative Commons Icon.



Figura 23.
Recolectores de basura.

Empresas recolectoras de residuos de la ciudad

En Morelia, además del servicio de recolección del ayuntamiento, hay 10 empresas con concesiones de 15 años desde 2022, que manejan el 70% de los residuos de la ciudad (Velázquez, 2022). Se entrevistó a Yadira Vargas, presidenta de Valladolid Morelia, empresa que recolecta residuos domiciliarios e industriales no peligrosos, con 37 unidades y 60 toneladas diarias, cubriendo el sector norponiente y poniente de la ciudad (Vargas, 2024).

Solo el 1% de estos residuos son textiles, de los cuales dos toneladas al mes se reutilizan. Sin embargo, otros muchos llegan sucios y mezclados, haciendo imposible su recuperación. Una campaña de concientización sería necesaria para mejorar la separación, pero sería difícil de implementar debido a la falta de conciencia que

llega hasta la quema de residuos por parte de la población.

Además, un recolector de la empresa Hermenegildo Galeana, que opera en la colonia Mariano Escobedo, indicó que también reciben textiles separados directamente por los residentes. Ambas empresas señalaron que si los residuos no llegan separados, deben hacerlo antes de llegar al relleno sanitario: 60% material inorgánico, 25% sanitario y 15% reutilizables. Los textiles no se separan porque llegan sucios y no se le pide a la población que lo haga (Vargas, 2024).

Instituciones de beneficencia.

Es común que las personas donen sus prendas que ya no utilizan a estancias que se encargan de ayudar a otras personas que si les puedan seguir dando un segundo uso, fue este el motivo por el cual se decidió acercarse a las que se consideró mas importantes dentro de la ciudad, para así poder investigar las costumbres de las personas sobre la manera en que realizan esta labor, y que sucede con esos textiles que se les entrega.

Cáritas Michoacán

Cáritas es una institución internacional de la Iglesia Católica dedicada a la caridad y al desarrollo social, cuya misión es ayudar a personas necesitadas y combatir la pobreza y la exclusión social. Es mundialmente reconocida por su labor en apoyo a los más vulnerables.

Según Rosa María Santillán Ferreira, encargada del programa de calidad alimentaria y donación de ropa, Cáritas busca colaborar con el medio ambiente a través de convenios para reciclar o reutilizar ciertos artículos recibidos que no pueden donar, como medicamentos, material electrónico y papelería. Sin embargo, enfrentan dificultades con los textiles usados, ya que no han encontrado una empresa que colabore con ellos para reciclar estos materiales.

El proceso de clasificación de ropa en Cáritas implica seleccionar la ropa apta para reutilizar y la que no, debido a su condición. Especialmente, la ropa interior de algodón es frecuentemente desechada por no encontrar empresas recicladoras en la ciudad. Cáritas recibe alrededor de 100 kg diarios de ropa, principalmente de mujer, y organizan donaciones para situaciones especiales como desastres naturales (Santillán, 2024).

Venta de Ropa de Segunda Mano.

Tianguis de “El Auditorio”

El Tianguis del Auditorio de Morelia es un mercado popular al aire libre ubicado en la ciudad de Morelia. Es conocido por su diversidad de productos y por ser un punto de encuentro para los habitantes de la ciudad.

Generalmente, se instala en las inmediaciones del Auditorio Municipal de Morelia y suele operar los fines de semana, principalmente los domingos.

El tianguis ofrece una amplia gama de productos, destacando una gran variedad de ropa de segunda mano. Existen puestos de todos los tamaños que ofrecen este servicio. Se realizó una entrevista a tres comerciantes para entender la dinámica de la ropa en sus negocios, enfocándose en los puestos más grandes debido a que los pequeños tienen un inventario limitado para reciclaje.

En una entrevista realizada a tres comerciantes, se enfocaron en los puestos más grandes, debido a que los pequeños tienen un inventario limitado para reciclaje. Dos de los entrevistados eran empleados que mencionaron que reciben ropa en pacas compradas en Estados Unidos, incluyendo ropa nueva y prendas algo dañadas. La ropa es adquirida por personas de todos los niveles económicos, y toda eventualmente se vende, siendo las prendas más dañadas retiradas del inventario. Sin embargo, los empleados no tenían información precisa sobre el destino de estas prendas dañadas.

Jesús Navarro, dueño de uno de los puestos, explicó que la ropa que reciben proviene de donaciones en Estados Unidos que ellos compraan, y es clasificada por calidades, de 1 a 4. La ropa de calidad 1 es la de mejor condición y la de calidad 4 la más usada. Toda la ropa se vende, la más usada siendo la más económica. Inicialmente, los principales compradores eran personas con menos recursos, pero actualmente también personas de buena posición económica compran allí debido a la buena calidad de la ropa (Navarro, 2024).



Figura 24.
Venta de segunda mano en el tianguis.



Casa de los Abuelos “Miguel Hidalgo”

Es un centro de asistencia ubicado en Avenida Acueducto número 1697, colonia Matamoros, gestionado por el DIF Morelia desde hace unos 30 años, cuenta con un bazar de ropa donde se vende la ropa donada por la gente. Norma Juárez, encargada del bazar, menciona que la ropa llega en diversas condiciones: desde muy sucia hasta limpia y planchada. La mayoría está en buen estado, pero también reciben prendas que ya no se pueden reutilizar debido a manchas, desgaste o cloración. Algunas veces, incluso reciben ropa nueva (Juárez, 2024).

Una vez recibida, la ropa se clasifica según su estado. La que no puede reutilizarse se desecha, mientras que la que está en buenas condiciones se entrega primero a los adultos mayores que han solicitado prendas específicas. Lo restante se pone a la venta en el bazar. La ropa de dama, especialmente los pantalones de mezclilla, es la que más reciben. Sin embargo, los pantalones suelen desgastarse en la entrepierna, por lo que no siempre son aptos para la venta.

Las donaciones varían en cantidad: algunos días no reciben

nada o solo una bolsa de ropa, mientras que otros días pueden estar recibiendo donaciones todo el día o una donación muy grande. La mayoría de los compradores en el bazar son personas de escasos recursos, aunque también hay revendedores.

Rechido

Rechido es una empresa dedicada a la venta de ropa de segunda mano, promoviendo la economía circular y el consumo responsable para evitar la fabricación de nueva ropa y así reducir la contaminación ambiental. La empresa está ubicada en Morelia, Querétaro y Uruapan. Según su página web, la ropa que venden está en perfectas condiciones para seguir usándose, dándole una segunda oportunidad a prendas que ya no están de moda.

Rechido tiene una alianza con la start-up Recolecto.mx, encargada de recolectar y entregarles ropa reutilizable. Además, Aimeé Leticia Jiménez Montoya, gerente de Rechido Morelia, menciona que también colaboran con Marves, una empresa de reciclaje textil que convierte la ropa no vendida en forros para autos. La tienda cuenta con un contenedor propio para recibir donaciones de ropa, ofreciendo a cambio cupones de descuento.

La mayoría de la ropa que reciben es reutilizable, siendo pocas las prendas rotas o manchadas. La mayor parte de las donaciones son ropa de dama, especialmente camisetas, mientras que pocos pantalones de mezclilla necesitan ser reciclados.

Figura 25.
Ropa recuperada por donación.

Recolecto.mx

Recolecto.mx es una empresa dedicada a la economía circular y el reciclaje textil en toda la República Mexicana. Colabora con empresas como H&M y C&A, de quienes recibe grandes cantidades de ropa gracias a su amplia red de tiendas en el país (Chávez, 2024). Danaé Chávez, encargada de alianzas de Recolecto.mx, menciona que tienen contenedores en Guadalajara, Estado de México, Ciudad de México y Morelia, ubicados en centros comerciales frecuentados por personas de nivel socioeconómico alto. Esto les permite recolectar ropa de calidad que pueden ofrecer a personas de escasos recursos.

La ropa recibida varía en calidad. La recolectada por las tiendas de ropa suele ser de buena calidad, mientras que la de los contenedores propios a veces llega en malas condiciones. Recolecto.mx sirve como puente entre marcas, centros comerciales y otros involucrados, creando alianzas para un ciclo completo de economía circular. Sus colaboradores están ubicados en diferentes partes del país, y la ropa recolectada se lleva a Mega Paca en Morelia, Michoacán, donde se clasifica.

La cantidad de ropa recolectada es variable. En Morelia, tienen dos contenedores con capacidad de 200 kg cada uno. En general, de H&M reciben entre 11 y 12 toneladas de ropa a la semana, y de C&A entre 3 y 4 toneladas al mes. La ropa se separa en dos tipos: reutilizable y para reciclaje, que a menudo incluye material sintético. Aproximadamente el 43% de la ropa se reutiliza y entre el 45% y 50% se recicla.

Mega Paca clasifica la ropa en mezclilla, algodón y sintéticos. Posteriormente, se quitan botones y cierres antes de triturarla para crear materiales para autos o empaques térmicos. La ropa en buen estado se lava, seca y clasifica por categorías antes de enviarla a tiendas Rechido.

Recolecto.mx también colabora con fundaciones que reciben donaciones pero a menudo enfrentan problemas de almacenamiento y clasificación. Trabajan con seis fundaciones, incluidas “Casa de la Amistad”, Vifac y Pozo de Vida. Además, tienen alianzas con universidades, centros comerciales, empresas específicas como BBVA y Mattel. Buscan nuevas alianzas para expandir su modelo circular, colocar más contenedores en áreas de nivel socioeconómico medio y alto para apoyar a personas de escasos recursos y sustentar el modelo circular.

Resumen de ideas de los textiles generados para reciclaje.



Toneladas de ropa aproximada que reciben mensualmente

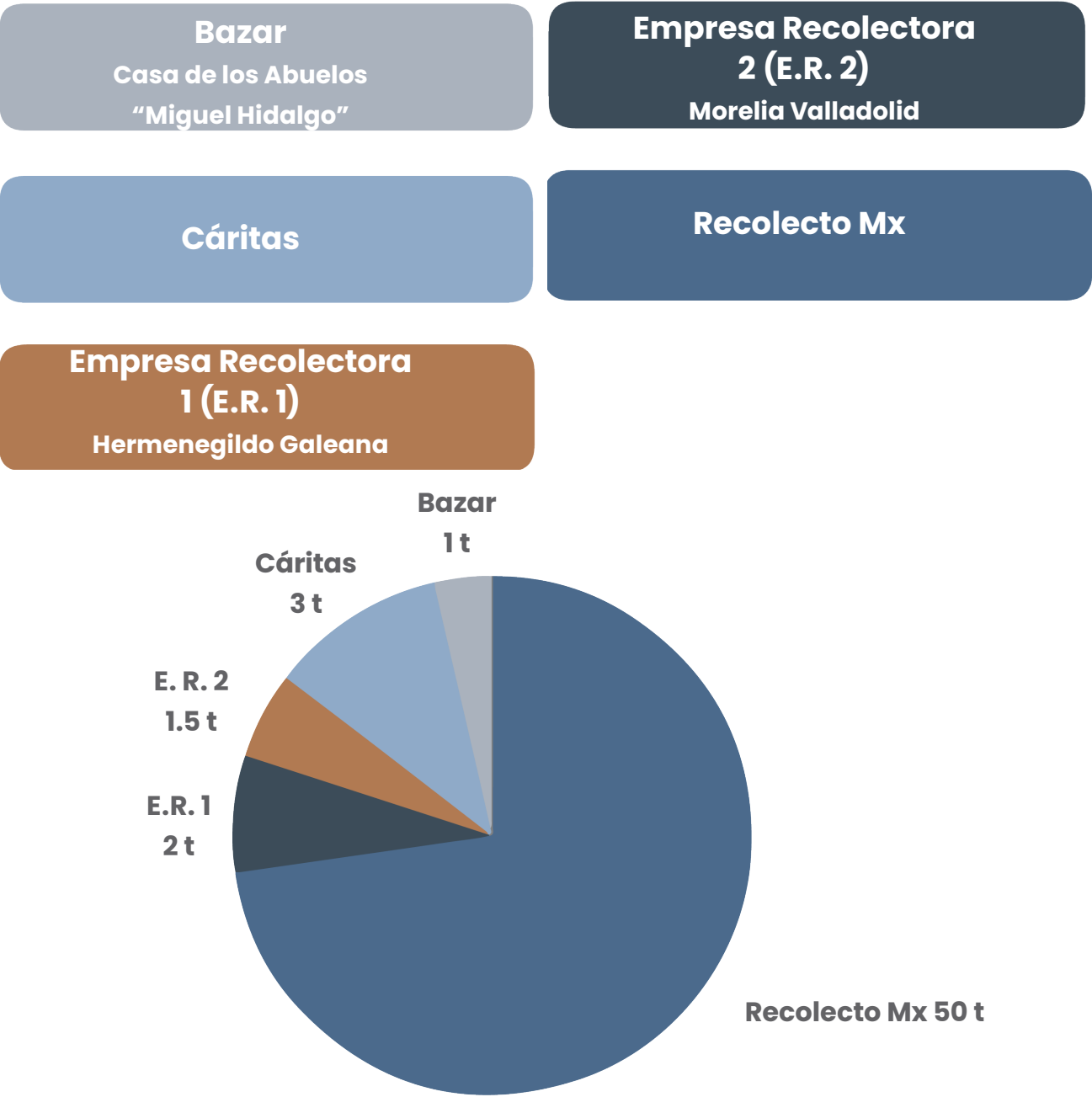
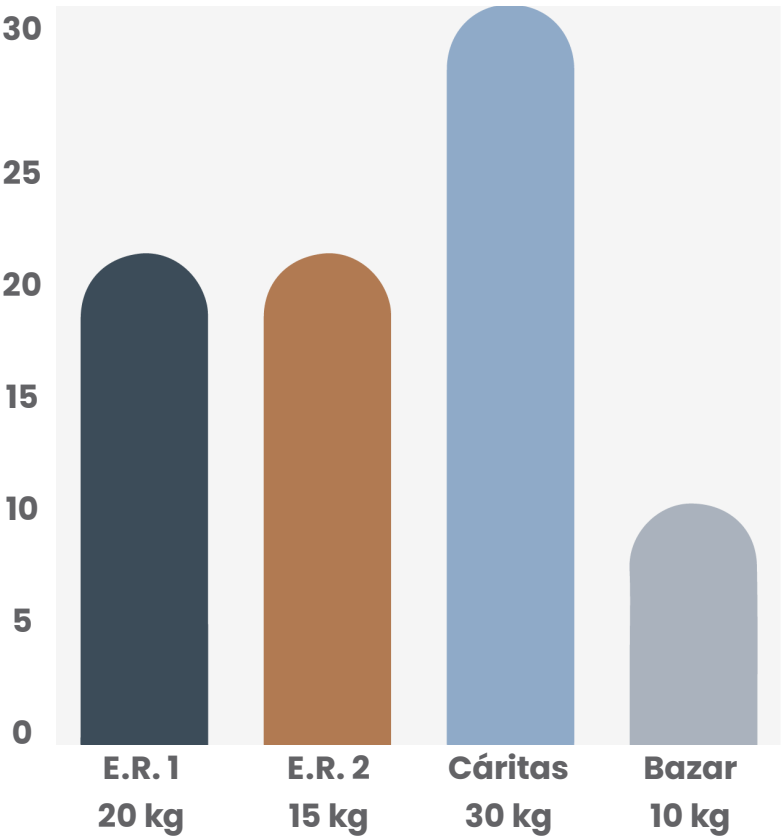


Figura 26.
Ropa recibida mensualmente por algunas instituciones.

Kilos aproximados que reciben mensualmente aptos para reciclaje



Porcentaje apto para reciclaje en relación al total que reciben

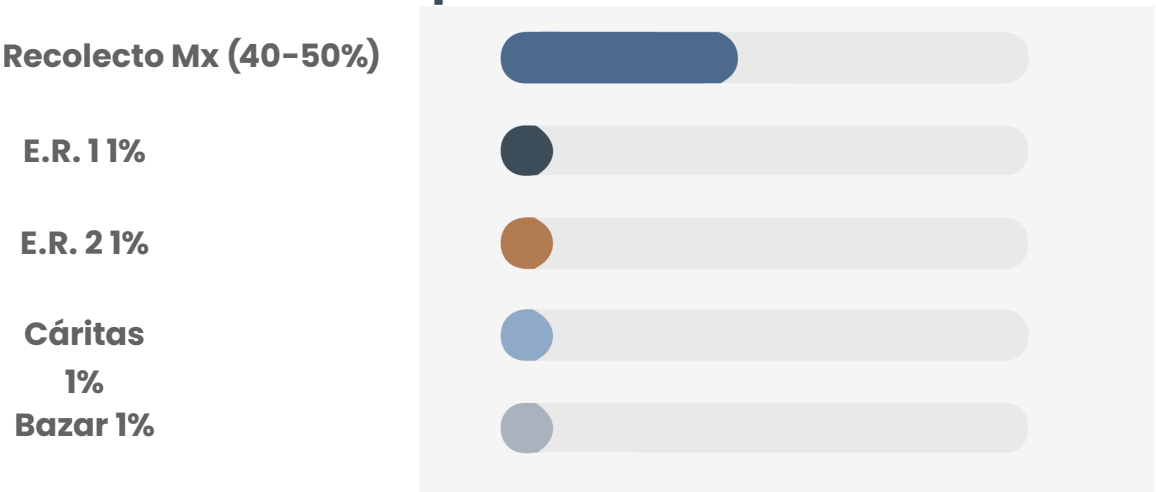


Figura 27.
Kilos mensualmente por algunas instituciones.



Encuesta en grupo de persona con intereses cero desperdicio.

En Facebook existe un grupo llamado Zero Waste, que fue creado aproximadamente hace 7 años, con la intención de aprovechar las cosas que las personas tienen, si ya no se usan, se pueden realizar trueques, donaciones o préstamos entre los miembros del grupo. No se permite el spam ni la publicidad, y las ventas solo están permitidas los viernes para ropa de segunda mano, manteniendo un control estricto. Los miembros del grupo son de la ciudad de Morelia

Aprovechando que los miembros del grupo comparten la filosofía de las tres R (reducir, reutilizar, reciclar), se publicó una encuesta para conocer cómo manejan los textiles, considerando que ellos son clave para captar más residuos y colaborar en alargar la vida útil de estos materiales.

Forman parte del grupo 3,985 personas, de las cuales 82 fueron las que votaron, siendo estas el 2% de su totalidad.

Se les dio la opción de marcar alguna de las 4 primeras opciones que se muestran a continuación, pero también se les permitió que dieras otras opciones.

Figura 28.
Pila de ropa.



Figura 29.
Encuesta en facebook.

Producción y consumo nacional e internacional.

El gobierno de México tiene un portal llamado DataMéxico, en donde se permite la integración, visualización y análisis de datos públicos para fomentar la innovación, inclusión y diversificación de la economía mexicana (DataMéxico, s.f.)

DataMéxico muestra la siguiente gráfica referente al balance comercial neto según entidad federativa y el de México y el mundo. El Comercio Internacional Neto de Textiles es la diferencia entre las compras y ventas internacionales de textiles realizadas por empresas con domicilio fiscal en México, y no debe confundirse con la diferencia entre exportaciones e importaciones (DataMéxico, s.f.).

En 2023, el intercambio comercial total de Textiles en México (incluyendo compras y ventas internacionales) fue de US\$22,511M.

La figura 30 muestra el balance neto de Textiles a nivel de entidades federativas. Colores más similares al azul, indican que el territorio presentó mayor nivel de ventas internacionales. Colores más similares al ocre, indican que el territorio presentó mayor nivel de compras internacionales (DataMéxico, s.f.), por lo que podemos observar que el estado de Michoacán presenta mas compras que ventas internacionales.

Balance comercial neto según entidad federativa (2023)

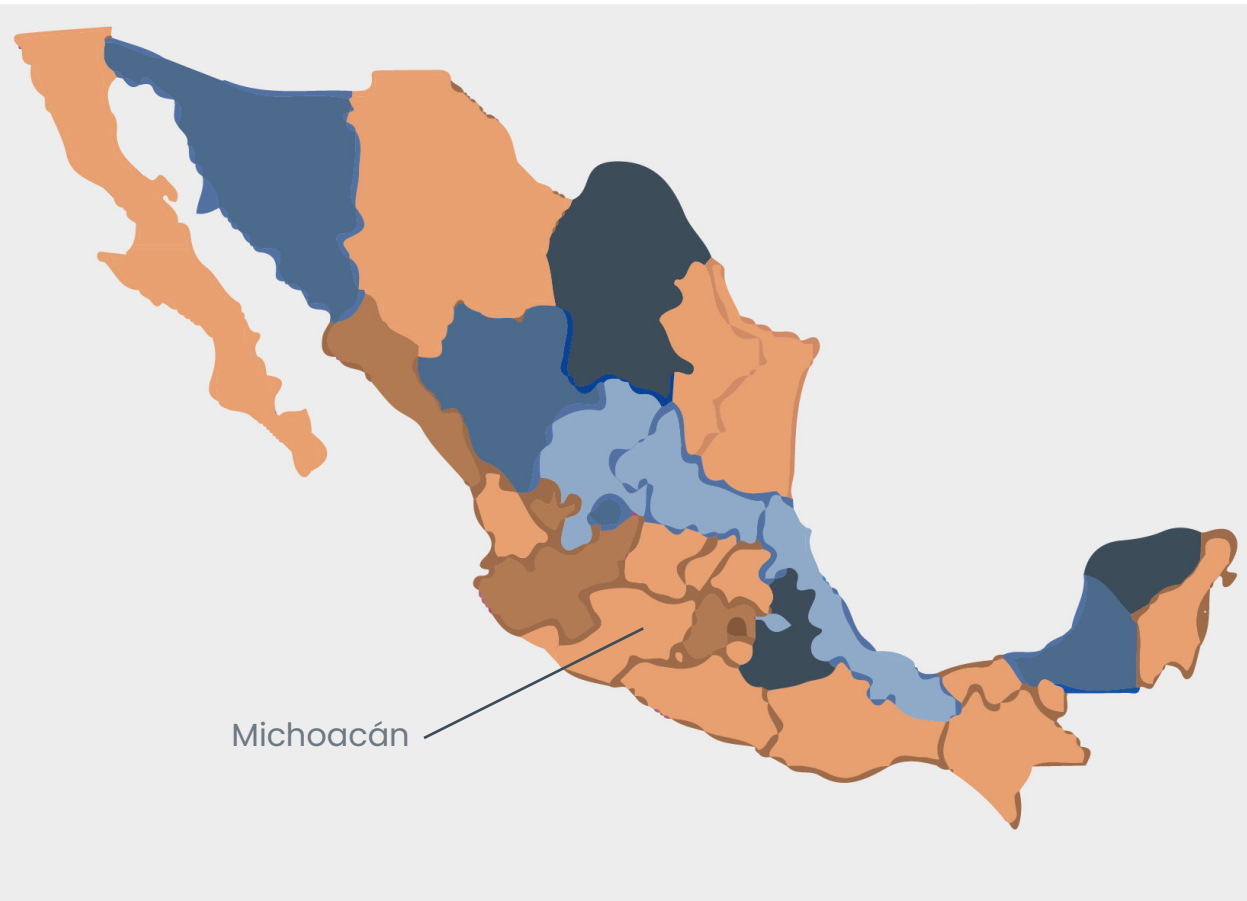


Figura 30.
Balance comercial neto según entidad federativa (2023).
Nota: Fuente: DataMéxico. Intercambio comercial total (2023).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) llevó a cabo una colección de estudios sectoriales y regionales en 2024 llamada: Conociendo la industria textil y de la confección, con la finalidad de permitir dimensionar la importancia de la industria textil y de la confección en la actividad económica del país.

Ahora se presenta información de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), basada en una muestra de empresas. Esta encuesta proporciona datos sobre los principales productos de la industria textil y de la confección, mostrando su comportamiento a lo largo del tiempo.

Principales productos fabricación de insumos textiles y acabado de textiles (2023)



Figura 31. Principales productos fabricación de insumos textiles y acabado de textiles (2023).
Nota: Fuente: INEGI. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), año base 2018.

Como se observa en la gráfica anterior, las telas de algodón de mezclilla son las que se han fabricado en mayor cantidad en los últimos años, con lo que se puede concluir que es conveniente que esta sea la principal a tomar en cuenta para el reciclaje.

Aunque se vió en general que es la tela que mas se fabrica, por otro lado se observó que su producción aumentó del año 2021 al 2022, pero del 2022 al 2023 disminuyó (INEGI 2024).

Evolución de la producción telas acabadas de algodón de mezclilla

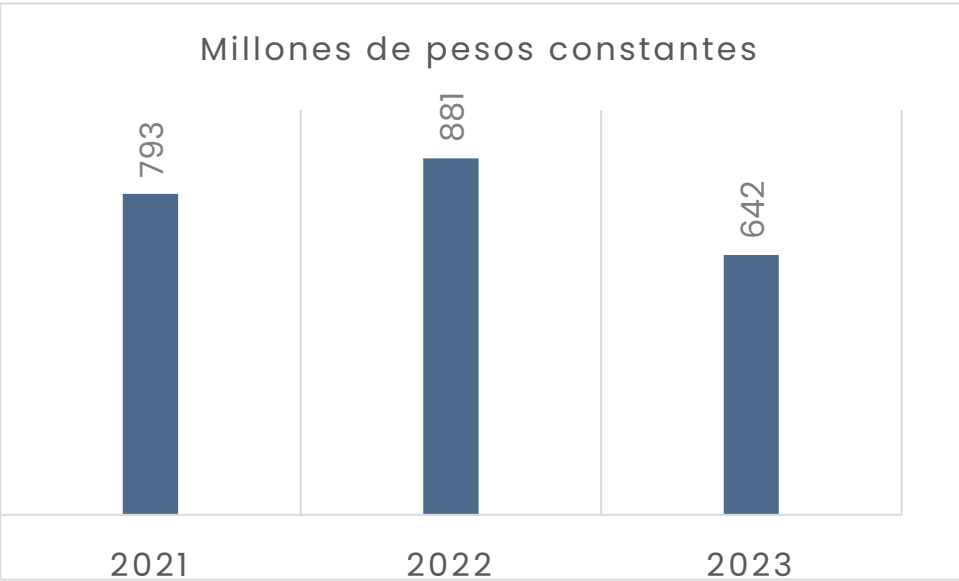


Figura 32. Evolución de la producción telas acabadas de algodón de mezclilla
Nota: Fuente: INEGI. Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), año base 2018. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), base julio 2019.

La industria textil y de la confección suministra sus productos a diversos clientes. Por un lado, el 66.8 %de su producción corresponde a la demanda final; por otro lado, vende sus productos a otras empresas (demanda intermedia) para apoyar sus actividades productivas (33.2 %). Y en cuanto a la Fabricación de prendas de vestir 80.3 % corresponde a la demanda final y 19.7 % a la demanda intermedia (INEGI 2024).

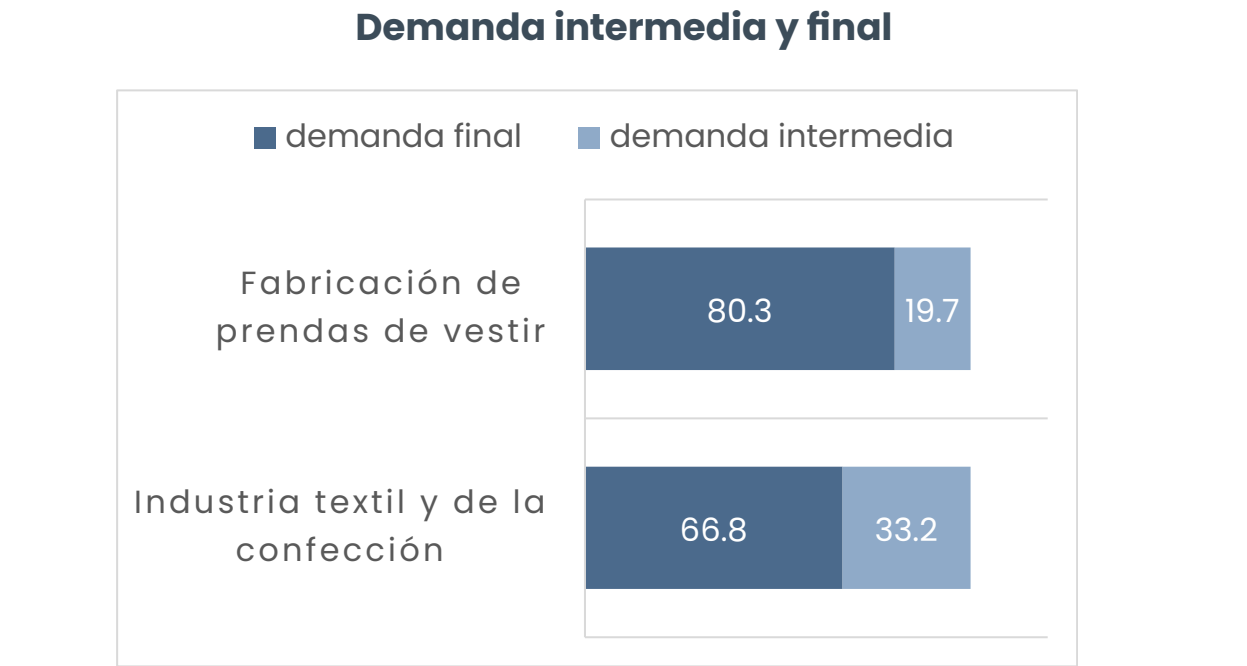


Figura 33.
Demanda intermedia y final
Nota: Fuente: INEGI. Elaborado con base en la Matriz de Insumo-Producto, base 2018

El número de establecimientos en la industria textil y de la confección pasó de 39,909 en 2003 a 102,492 en 2023, lo que representa un crecimiento promedio anual del 4.8%. Entre 2018 y 2023, a pesar de la pandemia de COVID-19, el número de empresas creció un 0.6% anual en promedio (INEGI 2024).

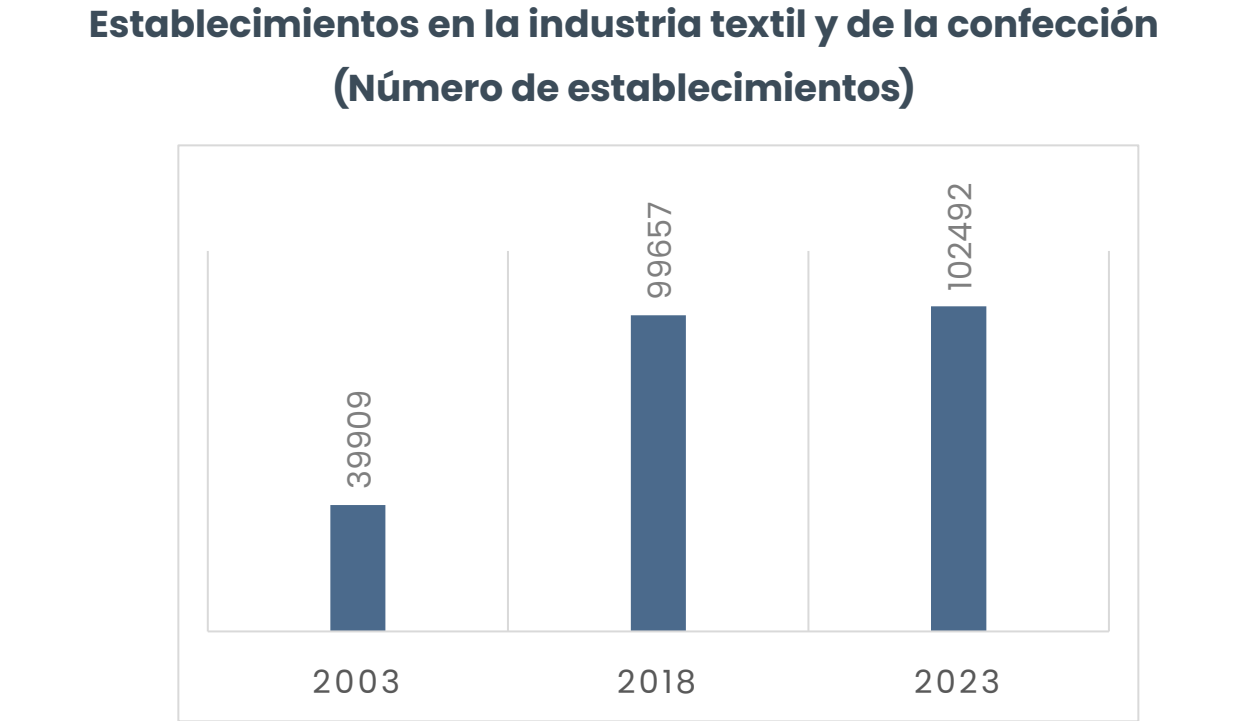


Figura 34.
Establecimientos en la industria textil y de la confección (Número de establecimientos)
Fuente: INEGI. Censos Económicos 2004 y 2019. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), 2023

Metodología

La metodología que se propone es la adaptación del Material Driven Design (Diseño Impulsado por el Material) la cual es un enfoque en el diseño y la innovación que se centra en las propiedades y características únicas de los materiales para guiar y dar forma al proceso creativo. En lugar de comenzar con una idea o concepto preconcebido, el Material Driven Design (MDD) parte de las cualidades inherentes de los materiales para inspirar y dirigir el diseño.

Material Driven Design Method

MDD, fue desarrollado por el grupo formado por destacadas investigadoras en el campo de los materiales, Elvin Karana, Valentina Rognoli, Bahar Barati y Anouk Zeeuw van der Laan, y lo describen como un enfoque en donde un material es el punto de partida en el proceso de diseño, el diseñador emprende un viaje desde las propiedades del material y las cualidades experienciales hasta la visión de la experiencia de los materiales, desde la visión de la experiencia de los materiales hasta las cualidades experienciales y las propiedades de los materiales, y finalmente hasta los productos (Karana, 2015,35–54).

El MDD fomenta la colaboración interdisciplinaria entre diseñadores, fabricantes, científicos de materiales y otros expertos para aprovechar al máximo el potencial de los materiales en el diseño. Este enfoque puede conducir a soluciones innovadoras y creativas que aprovechan al máximo las cualidades intrínsecas de los materiales, en lugar de simplemente utilizarlos como vehículos para expresar una idea predeterminada.

Los cuatro ejes que conforman el método son:

1. Comprender el material: caracterización técnica y experiencial.
2. Crear una visión de la experiencia de los materiales.
3. Manifestar patrones de experiencia de los materiales
4. Diseñar conceptos de materiales/productos

El MDD es un enfoque de diseño que pone énfasis en el material como punto de partida para el proceso creativo. En lugar de comenzar con una idea preconcebida o una forma específica en mente, los diseñadores que siguen este método se centran en explorar las propiedades y características únicas de los materiales disponibles. Esto implica investigar y experimentar con los materiales para comprender sus capacidades, limitaciones y posibilidades, en donde se debe evaluar el material no solo en función de sus características físicas, sino también considerando su capacidad de expresión, su capacidad de evocar sensaciones, y cómo influye en nuestras acciones y decisiones.

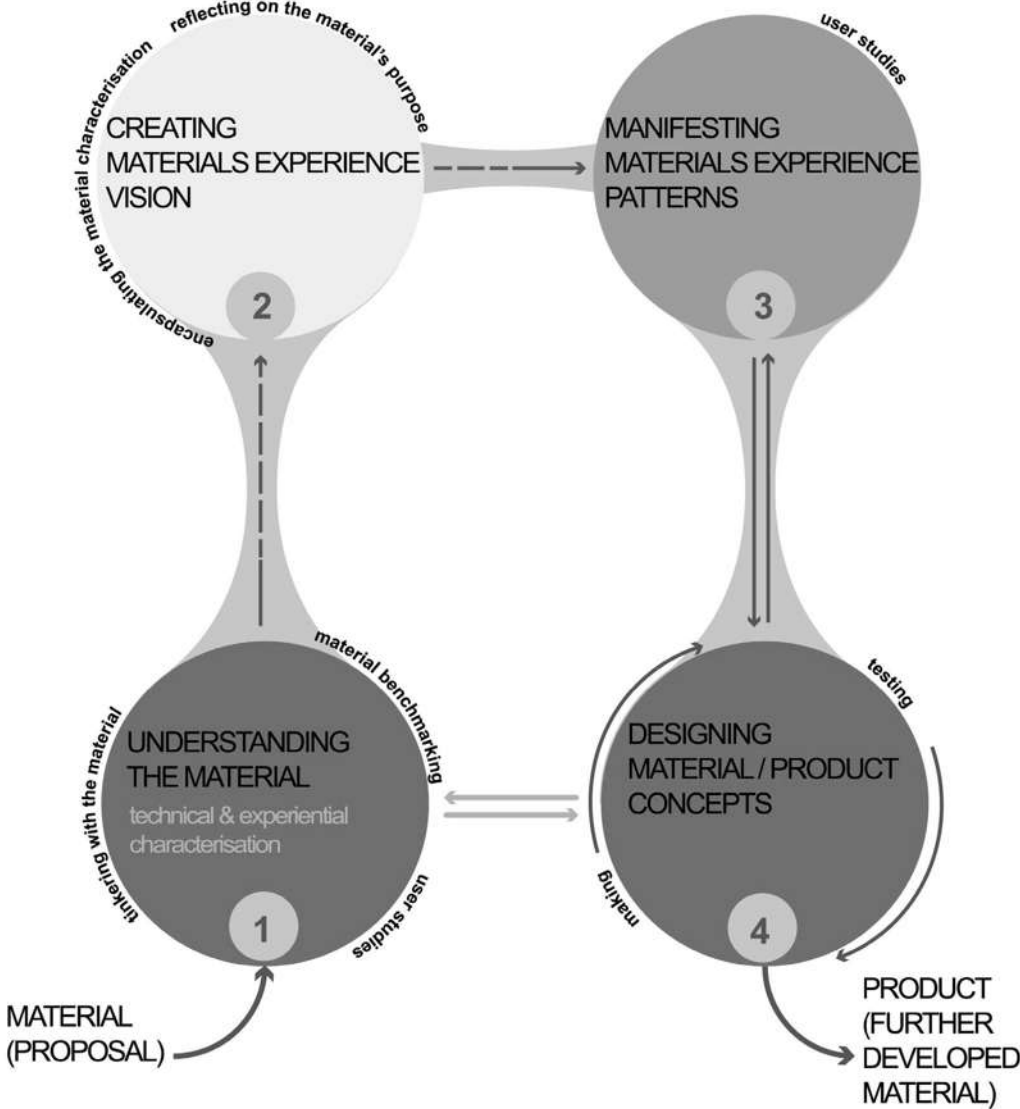


Figura 35.
Material Driven Design (MDD) method.
Nota: Adaptada de Karana, E. (2015)

Propuesta Metodológica

Dado que el objetivo es aprovechar un material existente para su reciclaje y la creación de un nuevo material a partir de él, se ha seleccionado el Método de Diseño Dirigido por el Material (Material Driven Design Method) como la base metodológica. Este enfoque parte del material mismo y se centra en la creación de experiencias con los materiales, lo cual está alineado con los objetivos de esta investigación.

Después de haber identificado el problema existente a nivel mundial y local respecto a la contaminación que causa el desecho de los textiles, surge una hipótesis respecto a si es posible el aprovechamiento de este residuo cuando llega al fin de su vida útil respecto al principal uso para el cual se fabricó, que en la mayoría de los casos es como ropa.

Posterior a esto surge la siguiente metodología que constará de los siguientes pasos:

1. Exploración de Materiales.

- ◆ Se identificarán las telas más idóneas para la creación de un nuevo material, considerando su disponibilidad y adecuación para el propósito de la investigación.
- ◆ Investigación exhaustiva y comprensión profunda de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales que se han empleado en la fabricación de biomateriales, así como las recetas empleadas para obtener cantidades a considerar, procedimientos, utensilios y herramientas a emplear.
- ◆ Seleccionar los materiales de acuerdo a aquellas características únicas y distintivas que tengan.

2. Diseñando el material/conceptos.

- ◆ **Primera tapa:** Se fabricarán los primeros prototipos con los aglutinantes seleccionados en la etapa anterior, siguiendo los siguientes pasos:
 1. Recolección de los textiles.

2. Separación de los textiles por tipos de fibras.
3. Elección de fibras naturales.
4. Elección de una pieza para primeras pruebas.
5. Eliminación de uniones y accesorios de la pieza.
6. Corte de la pieza en trozos de 1cm x 1cm aproximadamente
7. Molienda de los cortes.
8. Pesaje de los materiales.
9. Cocinado.
10. Vertido en el molde.
11. Secado de la pieza.
12. Desmolde.
13. Análisis de los resultados.

♦ **Segunda etapa:** de acuerdo a los resultados obtenidos se harán mas iteraciones realizando un refinamiento en las fórmulas empleadas, esto considerando los aspectos que se desean lograr, como funcionalidad, estética y sostenibilidad..

1. Variación de la fórmula.
2. Cambios de escala.
3. Análisis de resultados.
4. Conceptualización: Generación de ideas y conceptos de diseño que aprovechen las propiedades y características de los materiales identificados en los resultados obtenidos.

3. Prototipado y experimentación:

♦ Se explorarán y manifestarán los patrones de experiencia de los materiales mediante la creación de prototipos, maquetas o representaciones visuales con diferentes formas, estructuras y usos de los materiales y sistemas para explorar cómo pueden interactuar en el diseño. Dentro de este paso se encuentran las etapas tres y cuatro que consisten en lo siguiente:

♦ Tercera etapa:

1. Moldes.
2. Cambios de escala.
3. Experimentación con color.
4. Recubrimientos.
5. Experimentación métodos de fabricación.

♦ Cuarta etapa:

1. Uso de los materiales (método manual y empírico): cortes, perforaciones, coser, pegamento, uniones.

4. Desarrollo de Conceptos de Diseño:

♦ Se desarrollarán conceptos de diseño que integren los materiales seleccionados y las visiones de experiencia definidas, con el fin de crear nuevos productos o materiales que cumplan con los objetivos de la investigación.

♦ Iteración y Refinamiento: Proceso de prueba y error en el que se refinan los conceptos y prototipos en función de los resultados de la experimentación.

♦ Diseño Final: Desarrollo de la solución final basada en el material elegido y en las características que lo hacen destacar.

♦ Fabricación: Producción del diseño final utilizando técnicas y procesos que aprovechan al máximo las cualidades del material.

Este enfoque metodológico proporcionará una guía estructurada para el proceso de reutilización y creación de nuevos materiales, asegurando la coherencia y el rigor en la investigación.

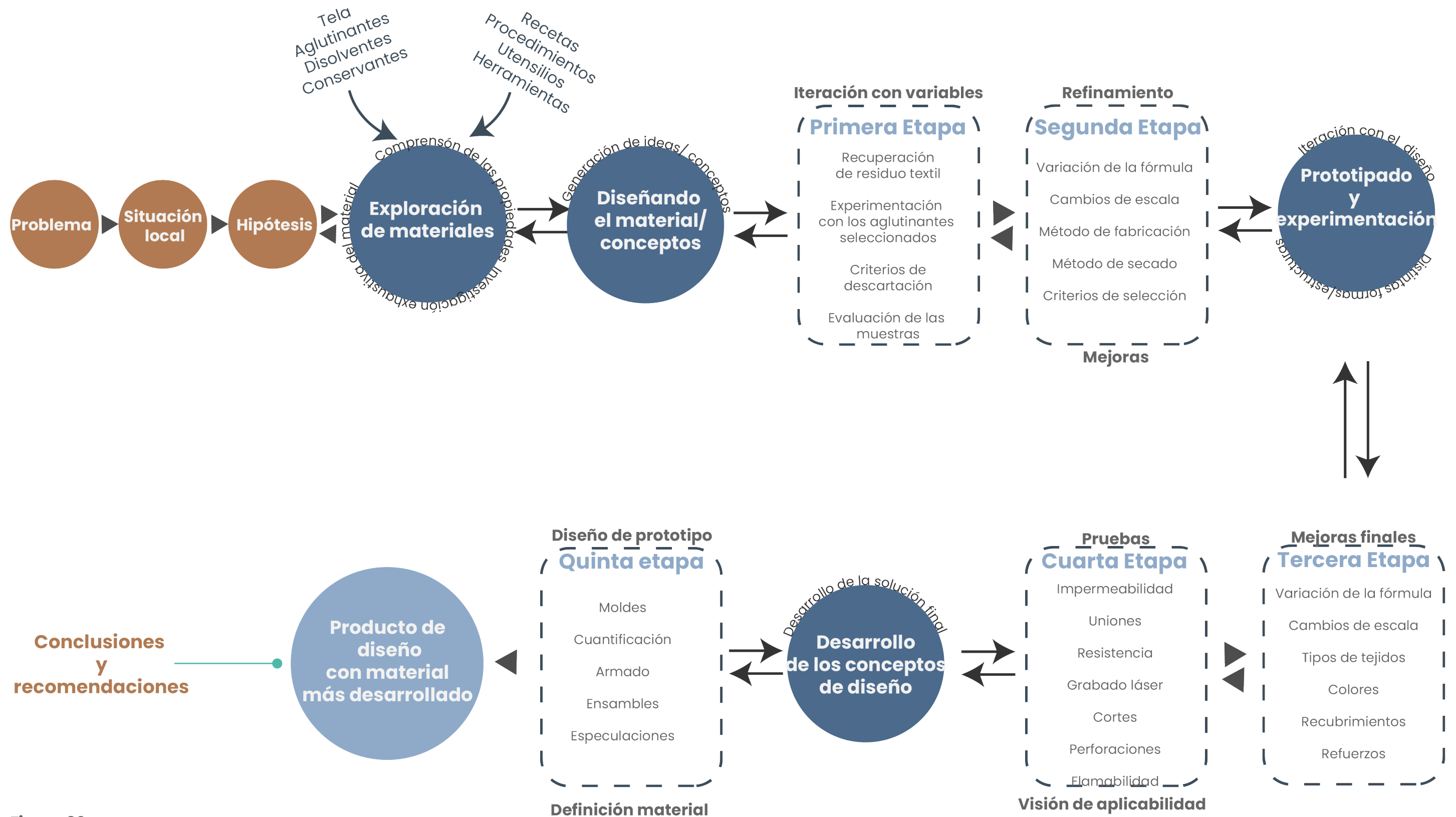


Figura 36.
 Propuesta metodológica adaptada.

Experimentación

Protocolo experimental

Para iniciar la metodología propuesta del Material Driven Design Method, se lleva a cabo una investigación sobre los diversos materiales aglutinantes utilizados por otros investigadores y los resultados obtenidos y de ahí se pasa a la experimentación que se dividió en cinco etapas de acuerdo al tipo de experimentación que se hace en cada una de ellas.

Primera etapa.

Su objetivo es Identificar y evaluar las características de varios aglutinantes y residuos textiles, para lo cual se seleccionan algunos de estos materiales aglutinantes para la primera etapa, que implica explorar sus características teóricas y prácticas, mediante investigación documental de estos, y se seleccionarán los aglutinantes más prometedores como la goma xantana, agar agar y almidón de maíz, para su evaluación inicial.

Se realizarán mediciones de propiedades clave, incluyendo transparencia, rigidez, flexibilidad, color, textura, brillo, olor, hidrofobicidad y vestibilidad. Estos parámetros se registrarán en fichas de documentación que incluirán fotografías del material resultante y las recetas empleadas.

Se llevan a cabo 16 experimentos, cada uno con un aglutinante distinto, con los cuales se espera identificar los materiales idóneos y documentar sus propiedades para establecer una base de referencia que guiará las etapas subsiguientes.

Segunda etapa.

Su objetivo es crear uno o dos nuevos materiales a partir de los hallazgos obtenidos en la primera etapa, en donde el experimento consiste en la realización de ajustes en las proporciones de los materiales seleccionados para optimizar características específicas, para esto registrarán los resultados de cada combinación utilizando el mismo criterio de evaluación que en la etapa anterior, comparando las propiedades de los nuevos materiales.

A través de la exploración con 9 experimentos, se espera identificar

combinaciones de materiales que ofrezcan características más estables y manejables, así como documentar los resultados en fichas de evaluación.

Tercera etapa.

Su objetivo es optimizar la fabricación de los materiales logrados a través de 6 tipos de iteraciones en donde se llevan a cabo cambios de escala para valorar la capacidad del material para ser fabricado en mayor cantidad y tamaño, además de con el mismo propósito, se exploran nuevos métodos de fabricación que permitan acortar los tiempos.

También se emplean otros colores y tipos de tejidos para evaluar como trabajan con los aglutinantes y las proporciones que ya habían funcionado en la etapa anterior.

Se espera mejorar las características y durabilidad del material a través de recubrimientos, lo cual también puede ayudar para su resistencia.

Cuarta etapa

Su objetivo es probar las capacidades funcionales de los materiales seleccionados mediante el somentiento de 6 tipos de pruebas sencillas en los materiales, que son flamabilidad, impermeailidad, union de piezas, resistencia al peso, cortes y perforaciones y grabado láser, para lo cual se llevarán a cabo las pruebas en uno o varios prototipos desarrollados a partir de los materiales optimizados. De ahí se realizarán evaluaciones funcionales para determinar el rendimiento de los prototipos en condiciones de uso real.

Se espera obtener datos sobre la funcionalidad de los prototipos, que servirán para evaluar su aplicabilidad en el mercado.

Quinta etapa.

Su objetivo es concluir con la fabricación de objetos finales que aprovechen las características clave de los materiales desarrollados, para lo cual la experimentación consiste en diseñar y fabricar productos que integren las propiedades de los biomateriales, esto mediante el aprovechamiento de las propiedades resultantes para maximizar la funcionalidad y la estética de los productos finales.

Se anticipa la creación de productos finales que no solo sean sostenibles, sino que también ofrezcan valor añadido al consumidor.

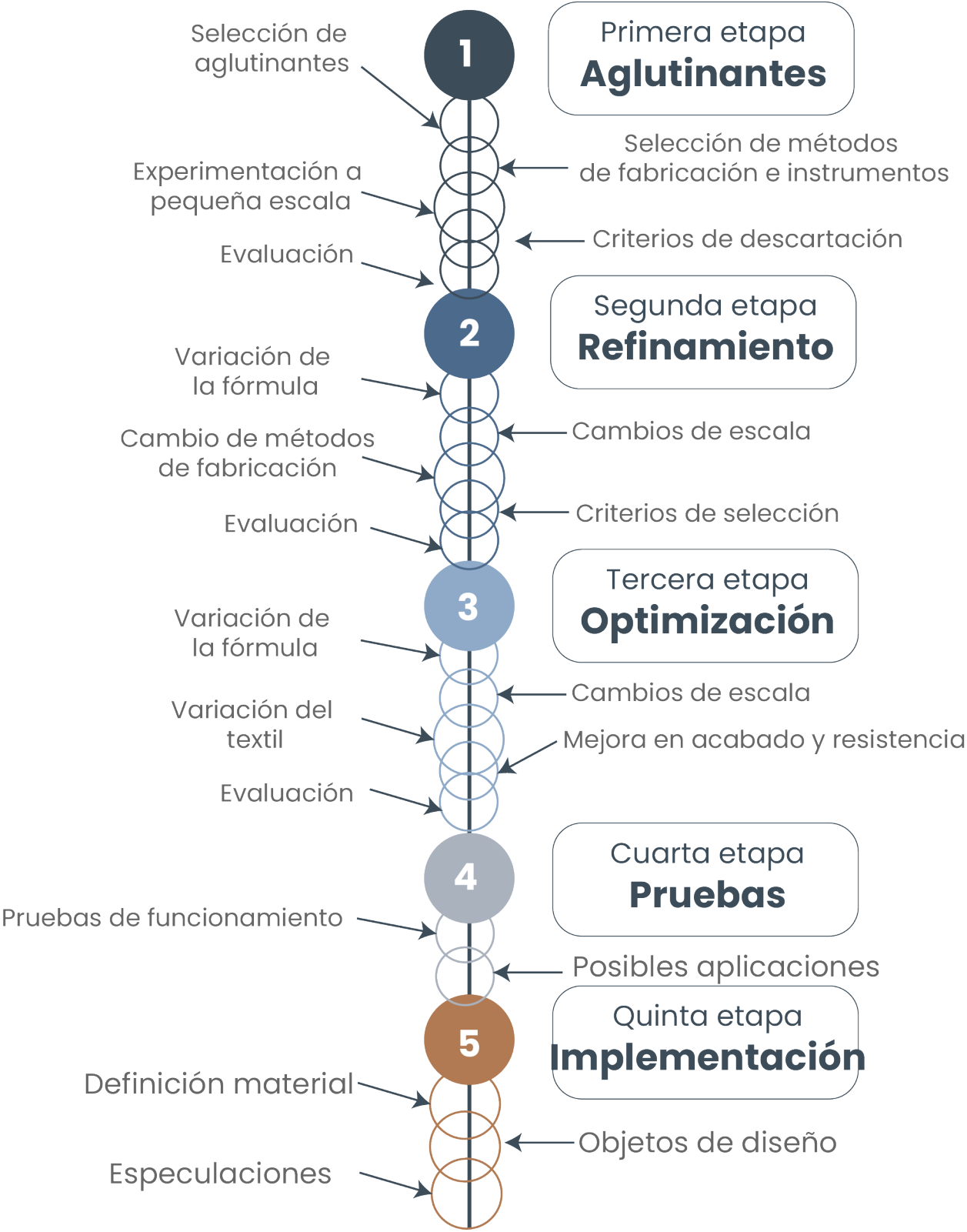


Figura 37.
Protocolo experimental.

Tipos de Textiles.

Los textiles por la procedencia de su materia prima, se clasifican en:

Naturales.

Son los textiles que son fabricados con fibras de origen natural, que proceden de la naturaleza, como pueden ser plantas, animales y minerales.

Ejemplos de textiles naturales son el algodón, el lino, el cáñamo la lana, la seda, el cuero y el asbesto.

Artificiales.

Son fabricados a partir de fibras naturales, sin embargo se les modifica su composición química para mejorar sus características, y se clasifican en: celulósicas, procedentes de la madera, proteicas, de origen animal y vegetal y algínicas, a partir de algas.

Ejemplos de textiles artificiales son la viscosa y el rayón.

Sintéticos.

Su origen es a partir de fibras no naturales, que son extraídas de materias inorgánicas, como el carbón y el petróleo.

Ejemplos de textiles sintéticos son la lycra, el nylon y el poliéster.

Por su manera de ser tejido y el grosor de su tejido se dividen en dos tipos:

Tejidos de punto.

Estos tejidos se crean al tejer hilos juntos en una secuencia interconectada que forma bucles en una sola dirección. Algunos ejemplos comunes de tejidos de punto son el jersey, el punto de canalé y el punto elástico. Los tejidos de punto suelen ser elásticos y flexibles, adaptándose bien al cuerpo.

Ejemplos de prendas en donde se emplean tejidos de punto son: camisetas, suéteres, leggings, calcetas.

Tejidos planos.

Estos tejidos se producen al entrelazar hilos en un patrón específico, creando una superficie plana. Los tejidos de tejido plano incluyen variedades como el satén, la sarga y el lienzo. Tienen menos elasticidad que los tejidos de punto y a menudo se utilizan en prendas que requieren estructura y estabilidad, como camisas, pantalones y chaquetas.

Son tejidos planos los pantalones de mezclilla.

Para mayor aprovechamiento de las características de las prendas, en esta investigación, se clasificarán y se utilizarán los materiales naturales para que al final de su vida útil como nuevo material puedan ser biodegradables completamente.

Figura 38.

Planta de algodón.

Foto de cottonbro studio: <https://www.pexels.com/es-es/foto/flores-planta-ramo-de-flores-flora-4273425/>

Aglutinantes

Los aglutinantes son sustancias que se utilizan para unir o consolidar diferentes componentes en la fabricación de productos. Estos pueden ser de origen natural o sintético y desempeñan un papel crucial en la estructura y las propiedades finales del material.

Los tipos y clasificaciones de aglutinantes utilizados son:

Aglutinantes naturales.

Los aglutinantes naturales provienen de las secreciones y el tejido conectivo de plantas e insectos, y abarcan una variedad que incluye aceites, colas, gomas, resinas y ceras, así como almidones. Además, se pueden mencionar los aglutinantes creados a partir de residuos orgánicos para la fabricación de bioplásticos. (Calero, F. & Vásconez, 2012, como se citó en Botello, 2022)

Se dividen de la siguiente manera:

Proteínas: Como la gelatina, la caseína (presente en la leche) y el gluten (presente en el trigo).

Polisacáridos: Tales como el almidón, la celulosa, la pectina y el agar.

Lípidos: Como la cera de abejas y la cera de carnauba.

Otros materiales naturales: Como la goma arábiga y la goma laca.

Aglutinantes sintéticos.

Los aglutinantes sintéticos son sustancias fabricadas mediante procesos químicos y no están presentes en la naturaleza en su forma original. Son diseñados para cumplir funciones específicas, como unir partículas o materiales en la fabricación de diversos productos. Estos aglutinantes pueden tener propiedades y características controladas según las necesidades de la aplicación para la que se utilicen.

Polímeros sintéticos: Tales como el polietileno, el polipropileno, el poliéster y el poliuretano.

Resinas sintéticas: Como las resinas epoxi, las resinas fenólicas y las resinas de poliéster.

Aglutinantes híbridos.

Algunos biomateriales utilizan una combinación de aglutinantes naturales y sintéticos para aprovechar las ventajas de ambos tipos.

Se priorizaron aglutinantes que cumplieran con los siguientes criterios de selección:

- ♦ **Aglutinantes naturales:** Se evaluó su impacto ambiental y sostenibilidad, dando preferencia a aquellos de origen renovable y biodegradables.
- ♦ **Proceso de fabricación:** Se consideró la disponibilidad de utensilios comunes y la facilidad de fabricación.
- ♦ **Accesibilidad:** Se buscó que los materiales estuvieran ampliamente disponibles en la región y pudieran conseguirse fácilmente.
- ♦ **Costo económico:** Se valoró que los materiales fueran económicamente accesibles, lo que permitiría su uso en lugar de textiles.

Siguiendo estos criterios, se eligieron los siguientes aglutinantes para la fase inicial de la investigación. Mas adelante se detallarán las características de cada uno de ellos de acuerdo al orden en como fueron usados.

- ♦ Resina de pino.
- ♦ Cera de candelilla.
- ♦ Almidón de maíz.
- ♦ Grenetina.
- ♦ Agar agar.
- ♦ Goma xantana.
- ♦ Goma arábiga.
- ♦ Harina de arroz.
- ♦ Harina de tapioca

Primera Etapa

Primera Etapa.

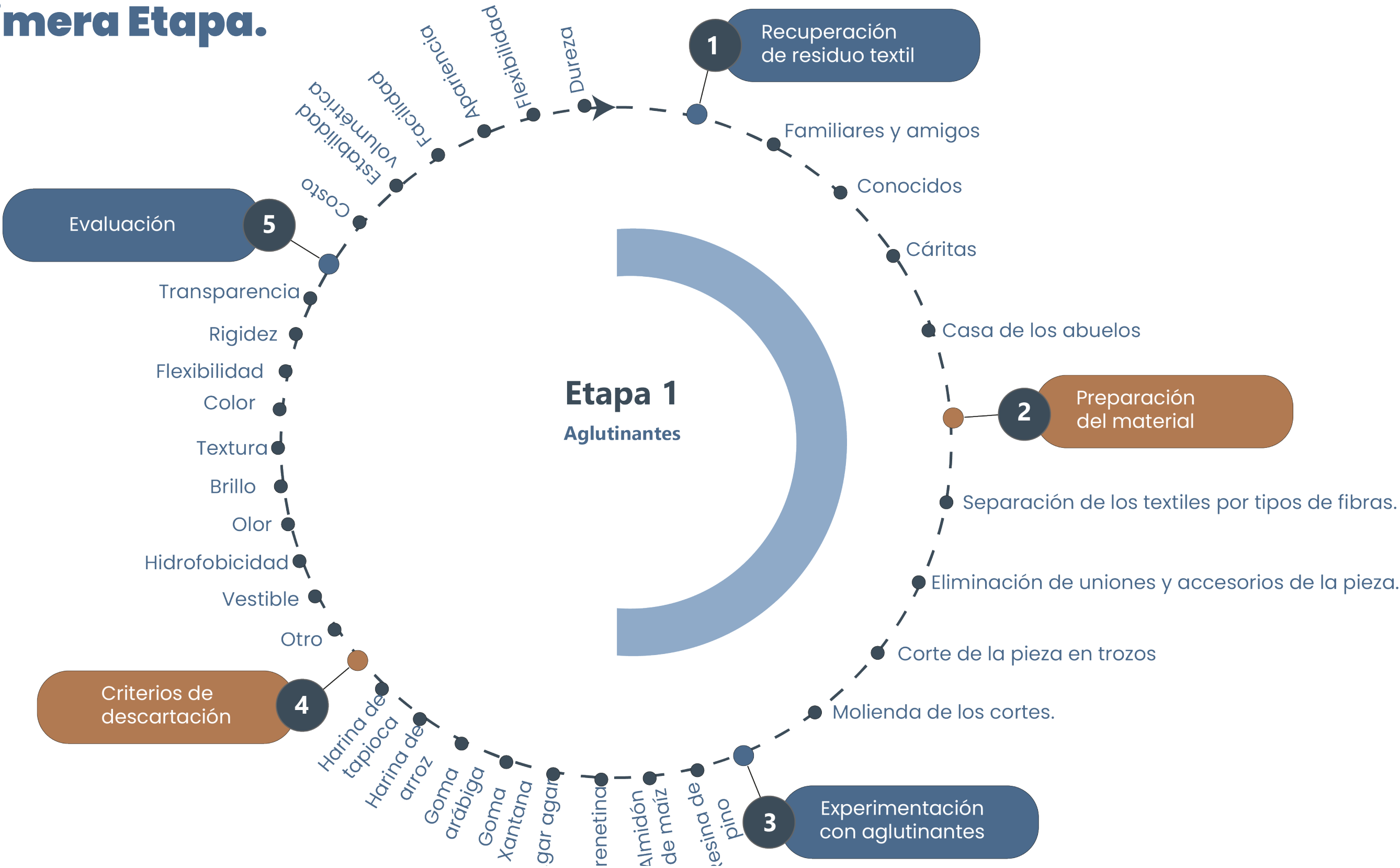


Figura 39.
Principales componentes de la primera etapa.

Experimentación con diferentes aglutinantes y residuo textil.

Se utilizaron los distintos aglutinantes y recetas investigadas previamente, en las que otros investigadores los han usado en sus materiales en donde los emplean mezclándolos con otros residuos, para de esta manera analizar el comportamiento del residuo textil con cada uno de ellos, la manejabilidad de los materiales en el proceso, los costos y los resultados, para posteriormente ver cuales materiales son los más idóneos para poder aplicarlos en el material que pueda ser mejor adaptado para la aplicación del diseño interior.

Como la intención es poder obtener un material delgado y flexible que pueda servir como textil, y por otro lado otro material que sea mas grueso, rígido y compacto, que pueda ser utilizado como material aglomerado para muebles que no requieran cargar gran peso, o para celosías, recubrimientos de muros, entre otros usos, se decidió elaborar dos muestras con diferentes proporciones y grosores, por cada tipo de aglutinante, para así ver si alguno de estos es idóneo para ambos usos o solo para alguno, y de entre los mejores resultados poder evaluar el mas conveniente para poder continuar con la investigación.



Figura 40.
Proceso de fabricación del nuevo material.

Pasos a seguir:

El desarrollo de los pasos en cada una de las iteraciones y de las etapas se llevó a cabo de la siguiente manera:

Recuperación.

1. Recolección de textiles.

Se recolectó ropa que iba a ser desechada, entre conocidos y en Cáritas Michoacán y la casa de los abuelos.

Clasificación.

2. Separación por tipo de fibras.

Se separaron los textiles en dos categorías: tejidos planos y tejidos de punto. En la primera etapa del proyecto, se decidió trabajar con los tejidos planos debido a su naturaleza no elástica, lo que se consideró más manejable y menos propenso a la deformación durante el proceso.

3. Elección de fibras naturales.

Se hizo una segunda separación en fibras naturales y fibras sintéticas, en algunos de los casos las prendas tenían la etiqueta borrada, motivo por el cual la separación tuvo que ser por deducción, al tocar y observar las prendas para decidir a que tipo pertenecían.

Para esta primera etapa se decidió emplear una prenda de material de algodón, la cual fue donada y entregada lavada con agua y jabón, la prenda era de color azul marino y presentaba decoloración en toda la pieza, además de estar rota, por lo que no podía ser reutilizada como ropa de segunda mano ni para upcycling.

La misma prenda fue utilizada en la primera etapa para las siguientes exploraciones para con los demás aglutinantes para poder comparar las diferencias de los resultados y no influyera el material empleado.

Preparación.

4. Eliminación de uniones y accesorios de la pieza.

Las piezas de la prenda se separan, eliminando uniones y accesorios, para facilitar el corte en trozos más pequeños o su triturado en máquina. Los botones y cierres se reservan para posible reúso en futuros proyectos.

5. Corte de la pieza en trozos de 1cm x 1cm aproximadamente.

En una primera iteración la prenda primeramente fue cortada con tijeras en trozos de 1cm x 1cm

aproximadamente, permitiendo así trabajar con dos muestras iniciales.

6. Trituración de los cortes.

Sólo las dos primeras iteraciones se hicieron con los trozos sin triturar, pero se decidió triturar los demás para poder comprimir más fácilmente y de mejor manera el material, y en caso del material flexible, para que tuviera una apariencia mas uniforme.

El triturado para las primeras iteraciones se llevó a cabo en licuadora casera.

Fabricación.

7. Pesaje de los materiales.

Para la primera etapa se emplearon las recetas usadas para la elaboración de materiales con residuos orgánicos, sabiendo que por lo que al usarlos con uno inorgánico, podría variar en gran medida el resultado, pero de acuerdo a lo que se observara, se podrían ir cambiando las cantidades de los diferentes materiales empleados.

8. Mezcla y cocinado.

Una vez teniendo los materiales pesados para emplear, en cada iteración se inició el procedimiento de

la elaboración de la receta, mezclando y cocinando los ingredientes.

9. Vertido en molde.

Se llevaron a cabo muestras en tamaño petri de 90mmx15mm, y tapas de 30mm de espesor, usando ambas partes como moldes. En todos los caso se vertieron de manera manual y se utilizaron diferentes utensilios, como cuchara y espátulas para distribuir el material.

10. Secado de la pieza.

Se dejaron secar todas las piezas en la sombra, en un espacio cerrado, a temperatura ambiente entre los 24°C y los 30°C

11. Desmolde.

Tras el tiempo de secado, se procedió a desmoldar manualmente las piezas. Este proceso fue fácil para todas, excepto la que contenía resina de pino en su composición.

Análisis de los resultados.

La etapa se concluye analizando los resultados, observando las características de los materiales obtenidos y seleccionando los más adecuados para su desarrollo en una segunda fase.

Etapa 01. Muestra 01

Resina de Pino

La resina de pino es una sustancia viscosa y pegajosa compuesta por una mezcla compleja de varios tipos de terpenos. Se produce en las células resiníferas de los pinos y se libera al exterior del árbol como respuesta a diversos tipos de estrés, tanto biótico como abiótico. Una vez expuesta, la resina se endurece y actúa como una capa protectora contra patógenos y plagas. En condiciones anóxicas, puede fosilizarse y formar ámbar. Desde tiempos antiguos, el ser humano ha conocido y utilizado las múltiples aplicaciones de la resina (Michavila 2017).

La resina de pino por extraerse directamente de los árboles no causa ningún impacto ambiental, además es fácil de conseguir en el estado de Michoacán ya que es uno de los mayores productores .

La resina de pino se consiguió a \$139 el kilo.



Figura 41.
Resina de pino.

Cera de candelilla

La cera de candelilla es un compuesto sólido a temperatura ambiente, pero su viscosidad alcanza su punto máximo a 80°C. Proviene de las hojas de un arbusto llamado planta de candelilla, que se encuentra de forma natural en el norte de México y el suroeste de Estados Unidos. Para obtenerla, se hierven las hojas y los tallos de la planta con ácido sulfúrico diluido. Posteriormente, el material que flota en la superficie se separa y se enfría. (Morales et al, 2009 y Ochoa-Reyes et al, 2010 citados por Alvarado, et al 2013).

La cera de candelilla es renovable, sin embargo si causa impacto en la planta, ya que se extrae de su raíz, por lo que tarda entre 2 a 5 años para que se recuperen los tallos que han sido usados.

Cuando se combina con goma de mezquite, mejora la permeabilidad al vapor de agua en las formulaciones. La microestructura de los recubrimientos influye en su capacidad para resistir la permeabilidad al vapor de agua, con recubrimientos menos defectuosos mostrando una menor permeabilidad (Bozquez 2003, citado por Alvarado, et al 2013).

La cera de candelilla se consiguió a un precio de \$129 el kilo.



Figura 42.
Cera de candelilla.

Resina de Pino + Etanol + Cera de Candelilla + Residuo Textil

Basándose en los resultados y recomendaciones de otros investigadores sobre el uso de resina de pino, se decidió utilizarla en una primera iteración para fabricar el material rígido deseado.

Esta receta, tomada del canal de YouTube Fab Lab Barcelona, incluye alcohol 96°, cera de carnauba y descartes vegetales. Debido a la dificultad para conseguir cera de carnauba, se reemplazó por cera de candelilla por sus propiedades permeables, y se usó etanol en lugar de alcohol 96°. Tanto la resina como la cera, en estado sólido, se trituraron manualmente para facilitar su disolución.



Figura 43.
Ingredientes empleados en la receta con resina de pino.

Clave: E01M019

Su fabricación fue un poco compleja ya que tarda en desintegrarse la resina, en comparación de las siguientes iteraciones, y en esta sólo se cortaron en trozos el residuo textil.

El resultado obtenido fue un aglomerado que no se pudo quitar del molde, por lo que se concluye que este tipo de material no es conveniente verterlo en plástico. Al tacto se siente chicloso y además no se pudieron cubrir todos los espacios del petri por ser un poco compleja su distribución.



Figura 44.
Material fabricado a base de resina de pino y residuo textil.

Etapa 01. Muestra 02, 03 y 04

Almidón de maíz

El almidón es el principal componente del grano de maíz que se emplea principalmente en la industria alimentaria como espesante, estabilizante y agente gelificante. También se emplea en la fabricación de productos farmacéuticos, papel, textiles y adhesivos, entre otros. Su capacidad para formar geles lo hace útil en una variedad de aplicaciones, desde la cocina hasta la fabricación industrial.

Por sus propiedades, también es muy usado para elaborar biomateriales, tanto bioplásticos como biocompuestos, ya sea utilizándolo por si solo con otros ingredientes, o mezclándolo con algunos residuos, principalmente de origen orgánico.

Este aglutinante es fácil de conseguir y su costo oscila entre los \$26.00 y los \$127.00 pesos el kilo.



Figura 45.

Ingredientes empleados en la receta de almidón de maíz.

Almidón de maíz + Agua + Glicerina + Residuo Textil

Se llevó a cabo una primera iteración en base a la receta de almidón de maíz con cualquier residuo, dada en clases de temas selectos III, de la maestría. En dicha exploración se agregó el residuo textil cortado de la misma manera que en la primera exploración.

La receta de la segunda iteración con almidón de maíz, que corresponde a la muestra 03, se llevó a cabo en base a la receta dada por Loana Flores en el curso de Domestika titulado Biomateriales: creación de materiales con descartes orgánicos, Loana es artista textil y en dicho curso da algunas recetas donde utiliza algunos de los aglomerantes sin mezclarlos con algún residuo, pero sugiere poder practicar mezclándolo con varios.

Al verter el resultado de la exploración anterior permitió ver que dejaba espacios sin cubrir de residuo textil, por lo que se decidió triturarlo para que quedaran las fibras para ver si así podía cubrir mas espacio y cual era la diferencia en la apariencia.

A partir de esta iteración se hace uso del residuo textil triturado, ya que para los objetivos deseados pareció mas adecuado.

Dado que el resultado de la iteración 03 produjo un material demasiado rígido y se observó un uso excesivo de aglutinante, se concluyó que había un error en las cantidades proporcionadas en el curso de Domestika en comparación con las de la clase de temas selectos III. Por lo tanto, se decidió llevar a cabo una cuarta iteración utilizando como base la receta de temas selectos III también para el aglomerado.

Clave: E01M02

La primera iteración elaborada con el aglutinante a base de almidón de maíz, se llevó a cabo con residuo textil cortado en trozos de 1cmx1cm aproximadamente, su fabricación fue simple al igual que el vertido.

En esta primera exploración con este aglutinante, se esperaba obtener un material flexible, sin embargo al finalizar su secado el material resultó muy rígido y duro, además de deformarse y disminuir su volumen.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●○○○
Facilidad	●●●●○
Apariencia	●●●●○
Dureza	●●●●●

Figura 46.
Material fabricado a base de almidón de maíz para material flexible.

Clave: E01M03

En esta iteración se usó almidón de maíz de mas, como ya se mencionó antes, por lo que el material resultó muy blanquesino, además de cuartearse y deformarse.

También resultó ser un material muy rígido, pero en este caso esa era la intención debido a que era para un aglomerado.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●○○○
Facilidad	●●●●○
Apariencia	●●●○○
Dureza	●●●●●

Figura 47.
Material fabricado a base de almidón de maíz para material aglomerado.

Clave: E01M04

Esta muestra fue la que se llevó a cabo después de ver que la anterior tenía demasiado almidón de maíz, por lo que se cambió la proporción, regresando a tomar la receta de temas selectos III. El resultado fue de igual manera, un material comprimido rígido, que se deformó y redujo su volumen, sin embargo ya no presentó el color blanquesino ni se cuarteó, por lo que se vió que mejoró su composición.



Figura 48.
Material fabricado a base de almidón de maíz para material aglomerado.

Etapa 01. Muestra 05 y 06

Grenetina

La grenetina, conocida también como gelatina, es una proteína obtenida del colágeno presente en tejidos animales como pieles, huesos y cartílagos. En la cocina se emplea ampliamente por sus cualidades espesantes y gelificantes. En el ámbito de los biomateriales, su uso se debe a sus propiedades distintivas, como lo es su capacidad de biodegradarse, lo que permite que se descomponga naturalmente sin perjudicar el medio ambiente.

Las propiedades mecánicas de la grenetina son ajustables, lo que posibilita la modificación de la rigidez y la elasticidad al variar las concentraciones del material, adaptándose a distintas necesidades. Su capacidad para formar geles termorreversibles, que son sólidos a temperatura ambiente y se vuelven líquidos al calentarse, la hace ideal para la fabricación de materiales moldeables y para aplicaciones que requieren un cambio de estado con la temperatura. Esta característica también permite la creación de películas delgadas y resistentes, útiles en la producción de bioplásticos.

Además, la grenetina actúa como un aglutinante natural en la fabricación de biomateriales compuestos, mejorando la cohesión del producto final.

Su costo de la grenetina es menos accesible, va desde \$160 a \$299 por kilo, sin embargo es muy fácil de conseguir ya que es de uso muy común en la cocina.

Grenetina + Agua + Glicerina + Residuo Textil

De igual manera que en la iteración anterior, la receta se basó en la otorgada en clases de temas selectos III, solamente haciendo cambio del descarte por residuo textil, y se omitió el uso de vinagre, debido a que en las exploraciones hechas en esa materia, el resultado tenía un olor muy intenso por lo que se quería explorar si esto era debido solo al uso de vinagre o también a la grenetina, además de que la receta dada por Loana Flores, mencionado en la receta anterior, ella usa las mismas cantidades pero no usa vinagre.

Se hizo una iteración 05 con el mismo aglomerante, pero cambiando cantidades, esperando obtener un comprimido, como para esto se requiere sea rígido, se omitió el uso de glicerina para evitar aporte flexibilidad.



Figura 49.
Ingredientes empleados en la receta de grenetina.

Clave: E01M05

La fabricación del material fue simple, sin embargo su vertido fue un poco complejo debido a que queda demasiado líquido, lo que complica el poder separar las fibras textiles para distribuirlas en el molde.

Después de seco el material se observó que presentó flexibilidad, pero no completamente, ya que se sentía un poco rígido aún, pero debido a esto se consideró para seguir trabajando con el aglutinante para aprovechar esta propiedad que era lo que se buscaba en esta iteración

Su acabado fue muy distinto al almidón de maíz, ya que es brillante .



Figura 50.
Material fabricado a base de grenita para material flexible.

Clave: E01M06

Para el material aglomerado con grenetina fue mas sencillo su vertido, y fácil su fabricación, sin embargo el resultado que se obtuvo también se deformó y se contrajo su volumen.

Al igual que el de almidón de maiz, el material es rigido y duro.



Costo	●●○○○
Estabilidad volumétrica	●●●○○
Facilidad	●●○○○
Apariencia	●●●○○
Dureza	●●●●●

Figura 51.
Material fabricado a base de grenetina para material aglomerado.

Agar Agar

El agar agar es un polisacárido gelatinoso extraído de las paredes celulares de muchas algas rojas, ampliamente utilizado como alimento y agente gelificante. El agar es apreciado por su capacidad de gelificar a temperatura ambiente, sus excelentes propiedades reológicas, buena compatibilidad con otros polisacáridos y bajo costo, lo que lo hace útil en las industrias alimentaria, biomédica y química. (Chen, Fu, Huang, Xu & Gao, 2021).

Es un poco más complicado de conseguir debido a que sólo lo venden en tiendas especializadas, y su costo es mas elevado siendo alrededor de \$100 por tan sólo 100 gramos, sin embargo, por sus propiedades, es una cantidad muy baja la que suele necesitarse en las preparaciones por lo que finalmente resulta económico.

Agar agar + Agua + Glicerina + Residuo Textil

Esta receta también se obtuvo del curso de Domestika, impartido por parte de Loana Flores.

De igual manera que en las anteriores exploraciones, se llevaron a cabo una primera con intención de un material flexible, y la última para un aglomerado, pero en el caso de este aglomerante, se decidió realizar otra prueba adicional para el material flexible, por el motivo que se describe en la continuación del documento.

Clave: E01M07

Se hizo una primera muestra de material flexible en la que se empleo 1 gramo de agar agar, su fabricación del aglutinante fue sencillo pero al mezclarlo con el residuo textil fue un poco mas complejo que en las exploraciones anteriores, debido a que es mas espeso el aglutinante, pero sobre todo lo que resultó mas difícil fue el verterlo en el molde, debido a que las fibras textiles se adherían bastante por lo que era complicado esparcirlo en todo lo ancho del molde.

Una vez seco el material quedó con muy buen aspecto y muy flexible, muy similar a un textil, por lo que podría funcionar perfectamente como un biotextil, solo habría que controlar el vertido ya que debido a su complejidad de no poder distribuirse completamente se quedó en forma irregular.



Figura 52.
Material fabricado a base de agar agar para material flexible.

Clave: E01M08

Debido a que la muestra anterior fue la más próxima al resultado que se deseaba obtener respecto a un material flexible y similar a un biotextil, se decidió hacer una muestra mas, disminuyendo la cantidad de agar agar, obteniendo así un aglutinante mas líquido, lo que facilitó la distribución del material ya mezclado con el residuo textil, además de que esto facilitó también la mezcla de estos.

Cuando estuvo seco el material se observó que a diferencia de todos los demás aglutinantes hasta el momento trabajados, este no cambió su volumen en ninguna de sus dimensiones, y continuó siendo flexible como la iteración anterior de agar agar, resultando de igual manera un material que podríamos nombrar biotextil.

La diferencia que se notó respecto al color en comparación con las iteraciones anteriores, es que resultó mas opaco y descolorido, con respecto al color original del textil.



Figura 53.
Material fabricado a base de agar agar para material flexible.

Clave: E01M09

En cuanto al material aglomerado de agar agar, el trabajarlo no tuvo ninguna dificultad.

Se obtuvo como resultado final un material ligero que al igual que el flexible, mantuvo su volumetría, y también su color fue mas opaco y descolorido, se sugiere para continuar explorando con él en futuras investigaciones.



Costo	●●○○○
Estabilidad volumétrica	●●●●○
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●●●●
Dureza	●●●●●

Figura 54.
Material fabricado a base de agar agar para material aglomerado.

Etapa 01. Muestra 10 y 11

Goma Xantana

La goma xantana es un polisacárido natural producida por la bacteria Xanthomonas campestris, es un biopolímero industrial importante por sus propiedades complementarias a otras gomas naturales y sintéticas solubles en agua. No es tóxica, no inhibe el crecimiento, ni causa irritación de la piel o los ojos (García-Ochoa, Santos, Casas, & Gómez, 2000, p. 549)

La goma xantana es un polisacárido utilizado como aditivo en diversas industrias debido a sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes. En la industria alimentaria, mejora la textura, la viscosidad y la estabilidad de los productos, siendo especialmente útil en productos sin gluten. En la farmacéutica, se usa para controlar la liberación de medicamentos y estabilizar suspensiones. En cosmética, mejora la consistencia de lociones, cremas y champús. También se aplica en la industria del petróleo y en productos de limpieza por su capacidad de mantener la consistencia. Su estabilidad en diversas condiciones de temperatura y pH, y su solubilidad en agua fría y caliente, la hacen muy versátil y compatible con otros ingredientes.

El costo de la goma xantana varía entre \$177 y \$600 por kilo, siendo más comúnmente encontrada en tiendas especializadas a aproximadamente \$600 por kilo. Generalmente, las personas suelen comprarla en pequeñas cantidades, ya que se requiere poca cantidad para espesar los alimentos, aunque a través de internet se puede adquirir a un costo más accesible comprándola por kilo.

Goma Xantana + Agua + Glicerina + Residuo Textil

Para esta iteración, no se disponía de una receta previa, por lo que se decidió experimentar con el material. Durante la investigación sobre otros aglutinantes, se descubrió que la goma xantana tiene usos espesantes y gelificantes en la industria alimentaria, similar a muchos otros aglutinantes empleados en la fabricación de biomateriales. Se dedujo que podría ser utilizada para este propósito. Sin embargo, al buscar una receta base, no se encontró ninguna específica, por lo que se tomó como referencia una proporción aproximada basada en su uso en la industria alimentaria.

Al igual que en iteraciones anteriores, se realizaron dos muestras, variando las proporciones de los materiales, con el objetivo de obtener un material flexible y un aglomerado.

En las primeras iteraciones se empleo 1.5g de residuo textil para la experimentación del material flexible, sin embargo en esta iteración se decidió colocar la mitad para ver como resultaba el grosor del material.

Clave: E01M10

El aglomerado con aglutinante de goma xantana fue un poco mas compleja su fabricación debido a que la goma xantana se disuelve con mayor dificultad en el agua, lo que provoca que tienda a formar grumos, en cuanto a mezclarlo con el residuo textil, el aglutinante resulta muy espeso por lo que es difícil lograr que penetre en todas las fibras textiles, sobre su vertido en el molde no presentó dificultad alguna.

Una vez seco mantuvo su volumetría teniendo una apariencia muy similar a la de agar agar pero un poco menos opaco y con pequeños destellos brillantes.

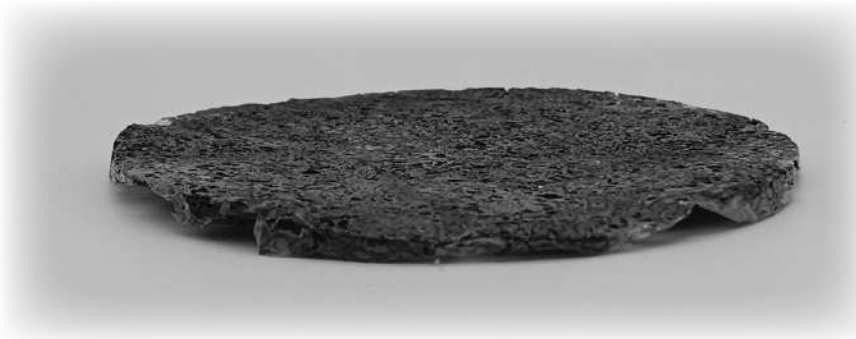


Figura 55.
Material fabricado a base de goma xantana para material aglomerado.

Clave: E01M11

El material flexible con aglutinante de goma xantana tuvo la misma dificultad respecto a su fabricación como el material aglomerado del mismo aglutinante, pero además este también presentó dificultad al verterlo en el molde, ya que para el material flexible se requiere distribuir el material para que quede una capa fina.

Cuando se secó el material, este no presentó modificaciones en su volumen y resultó ser un material flexible muy similar a una tela, de igual manera que el de agar agar, con la diferencia que es menos opaco y al igual que el material aglomerado, presenta un brillo que el de agar agar no, podría ser buen sustituto de un textil.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●●
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●●●●
Flexibilidad	●●●●●

Figura 56.
Material fabricado a base de goma xantana para material flexible.

Etapa 01. Muestra 12

Goma arábica

La goma arábica, también conocida como goma acacia, es un exudado natural de árboles de la especie Acacia, especialmente Acacia senegal y Acacia seyal. Es un polisacárido complejo utilizado en diversas industrias por sus propiedades únicas, como su alta solubilidad en agua fría y caliente, capacidad para estabilizar emulsiones, función adhesiva, y su naturaleza no tóxica y biodegradable (Afoakwah, Komla, Ali & Ahmed, 2023, p. 347-371).

En la industria alimentaria, se utiliza como estabilizante y emulsionante en bebidas, confitería y productos lácteos, como aglutinante en gomas de mascar y dulces, y como espesante para mejorar la textura de los alimentos. En la industria farmacéutica, actúa como excipiente en medicamentos y jarabes, y como agente de encapsulación para ingredientes activos. En la industria cosmética, se emplea como estabilizante y agente de textura en lociones y cremas. En las artes gráficas, es un aditivo en tintas y pinturas, y un fijador en productos de impresión. Otras aplicaciones industriales incluyen su uso en adhesivos y selladores, así como agente de control de polvo en minería y construcción.

El costo de la goma arábica es mas elevado, ya que por \$30 se pueden adquirir tan sólo 20g, por lo que la compra de 100 g es de \$150

Goma arábica + Agua + Glicerina + Residuo Textil

Al igual que la iteración anterior, se exploró este material como aglutinante al informarse sobre sus propiedades en la industria alimentaria, pero no se encontró receta previa en la fabricación de biomateriales, para de ahí partir, por lo que se empleo la misma estrategia de usar la cantidad que se consideró podía ser la adecuada, de acuerdo a la utilizada en la cocina.

De este material se llevó a cabo solo una muestra correspondiente al material flexible, debido a que durante su fabricación no se observó que espesara, y al desconocer las propiedades y características del material durante la fabricación por no haber trabajado antes con él, no se sabía si era similar a la grenetina, en cuyo caso es bastante líquida al ser calentada y sin embargo al secar se gelatiniza, motivo por el cual se decidió esperar a ver los resultados para ver si se procedía con la elaboración de una muestra para el material aglomerado.

Clave:E01M12

De este material se llevó a cabo solo una muestra correspondiente al material flexible, debido a que durante su fabricación no se observó que espesara, y al desconocer las propiedades y características del material durante la fabricación por no haber trabajado antes con él, no se sabía si era similar a la grenetina, en cuyo caso es bastante líquida al ser calentada y sin embargo al secar se gelatiniza, motivo por el cual se decidió esperar a ver los resultados para ver si se procedía con la elaboración de una muestra para el material aglomerado.

A pesar de esto, el resultado fue bueno con respecto a la apariencia, ya que parece un biotextil que podría suplir a una tela, pero decidió también descartarse este material porque fue difícil también el vertido en el molde porque fue compleja su tristribución.

En el desmolde el material se pegó un poco en el petri, por lo que se recomienda aplicar antes de su vertido algún aceite o vaselina para evitar esto.

Otra cosa buena del material fue que no redujo su volumen.

Por encontrar varias contrariedades se decidió no elaborar la muestra para el materia aglomerado.



Figura 57.
Material fabricado a base de goma arábica.

Etapa 01. Muestra 13 y 14

Tapioca en trozos

La tapioca es un derivado del almidón de la raíz de la yuca, también conocida como mandioca, una planta originaria de América del Sur. Es un producto alimenticio versátil que se presenta comúnmente en forma de perlas, harina o almidón. Conocida por su capacidad de espesado y gelificación, la tapioca se utiliza ampliamente en la cocina para preparar postres, sopas y salsas. Además de su uso culinario, la tapioca también es valorada en la industria por su biodegradabilidad y sostenibilidad, lo que la convierte en una materia prima prometedora para la fabricación de biomateriales. Su alta solubilidad en agua, baja viscosidad y propiedades no tóxicas y biodegradables la hacen adecuada para diversas aplicaciones industriales, desde empaques y adhesivos hasta productos farmacéuticos y cosméticos.

Aunque proviene también de una raíz como es el caso de la cera de candelilla, en este caso, es un material fácilmente renovable, ya que es una planta que se cultiva extensamente en las regiones tropicales y de fácil crecimiento.

Tapioca + Agua + Glicerina + Residuo Textil + Vinagre

Se decidió utilizar este material por consejo de la maestra Cecilia Botello, quien comentó que es un material muy noble para trabajar. Al buscar una receta, se decidió utilizar como base la que emplean en el canal de YouTube MakeMoreTCollective, aunque con algunas modificaciones en las proporciones. En este canal, realizan un biocuero con este aglutinante, pero lo colocan sobre una tela y no añaden ningún residuo. Se exploró el canal en un intento de encontrar información sobre sus creadores, pero no se encontró información al respecto.

El almidón de tapioca en forma pulverizada no es muy común en la ciudad, ya que generalmente se consume en forma de esferas. No se encontró un lugar que lo ofreciera pulverizado, pero se consiguió en forma triturada, y se decidió experimentar con esta presentación, que se obtuvo por \$90 el kilo.

Utilizando este aglutinante de manera similar a como se hizo en la mayoría de los casos, se realizaron dos exploraciones: una para crear un material aglomerado y otra con la intención de obtener un material flexible.

Clave: E01M13

La manera de trabajar la tapioca fue muy similar al almidón de maiz y también su vertido y el resultado final, ya que una vez seco el material fue rigido y duro, con un poco de deformación, pero menor a la del almidón de maiz.

Para el material que se pretendía obtener flexible, fue rígido, además de que no se pudo disolver por completo la tapioca, motivo por el cual se observaban los puntos blancos de tapioca en el material.



Costo	●●●○○
Estabilidad volumétrica	●●●○○
Facilidad	●●●●○
Apariencia	●○○○○
Flexibilidad	○○○○○

Figura 58.
Material fabricado a base de tapioca para material flexible.

Clave: E01M14

Para el material para aglomerado de almidón de tapioca, al igual que para el material flexible, resultó muy similar al almidón de maiz, presentando menos deformación que este, pero obteniendo un material rigido y duro.

La apariencia no es muy agadable a la vista.



Costo	●●●○○
Estabilidad volumétrica	●●○○○
Facilidad	●●●●○
Apariencia	●○○○○
Dureza	●●●●●

Figura 59.
Material fabricado a base de tapioca para material aglomerado.

Etapa 01. Muestra 15

Harina de arroz

La harina de arroz es el resultado de moler el arroz, quedando una textura fina de este, por sus propiedades, al igual que otros materiales que se emplean en la fabricación de biomateriales, es ampliamente usada sobre todo en la cocina, ya sea para la elaboración de repostería, para realizar frituras y como espesante.

Es un material versátil de gran adaptabilidad que se utiliza mucho en el sector industrial y de biomateriales, entre ello para la fabricación de bioplásticos, debido a su contenido de almidón y por ser un material biodegradable.

Tiene un costo accesible que va de los \$40 hasta los \$65 por kilo.

Harina de arroz + Agua + Glicerina + Residuo Textil

Se decidió explorar con este aglutinante porque se consideró que podía funcionar de manera similar a utilizar harina de tapioca pero a un costo mas accesible, sin embargo no se encontró una receta previa para basarse en ella, por lo que se decidió utilizar una proporción similar a la empleada en la iteración de la harina de tapioca.

De igual manera, se llevaron a cabo dos iteraciones, una con la intención de obtener un material flexible y otro para un aglomerado.

Clave: E01M15

La harina de arroz resultó también similar en la forma de trabajarse que el almidón de maíz, sin embargo el resultado fue mas favorable que el obtenido hasta el momento con el almidón de maíz, ya que este si resultó ser flexible y además con una apariencia muy similar al cuero.

Presentó un poco de disminución en su volumen final, y se observó poca deformación.



Figura 60.
Material fabricado a base de harina de arroz para material flexible.

Clave: E01M16

La harina de arroz resultó también similar en la forma de trabajarse que el almidón de maiz, sin embargo el resultado fue mas favorable que el obtenido hasta el momento con el almidón de maiz, ya que este si resultó ser flexible y además con una apariencia muy similar al cuero.

Presentó un poco de disminución en su volumen final, y se observó poca deformación.



Costo	●●●●●
Estabilidad volumétrica	●●●○○
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●○○○
Dureza	●●●●●

Figura 61.
Material fabricado a base de harina de arroz para material aglomerado.

Análisis de resultados.

Después de realizar las iteraciones anteriores, se compararon y analizaron basándose en cinco métricas principales, asignando a cada una un valor del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor. Las variables evaluadas fueron:

Costo: Se evaluó el costo del aglutinante empleado en cada muestra; un menor costo obtuvo una valoración mayor, y un mayor costo, una menor.

Estabilidad Volumétrica: Se analizó si la muestra fabricada presentaba deformaciones significativas, como pandeo, reducción de volumen o cuarteo, una vez seca.

Apariencia: Se consideró si la muestra, una vez seca, era agradable a la vista.

Facilidad de Fabricación: Se midió el tiempo de producción, la dificultad para elaborarlo y la facilidad para verterlo en el molde.

Flexibilidad o Dureza: Se evaluó según el objetivo específico de la muestra, determinando si era adecuada para su propósito final.

Estas métricas permitieron seleccionar los aglutinantes más idóneos para continuar con la exploración material y la investigación, siendo las más idóneas las que obtuvieron la mayor puntuación en las métricas.

Material Flexible.

Los materiales diseñados con el objetivo de ser flexibles mostraron resultados variados. Solo algunos cumplieron con las expectativas, mientras que otros fueron descartados. No obstante, se decidió seguir trabajando con el almidón de maíz, ya que, basándonos en estudios previos (como en la asignatura de Temas Selectos III), se ha demostrado que tiene el potencial para producir materiales flexibles al ajustar las proporciones de sus componentes.

En la tabla 1 se muestran los puntos principales que se consideraron para la selección final.

Tabla 1
Comparativa de resultados de iteraciones para material flexible con los distintos aglutinantes empleados en etapa 1.

No. de muestra y aglutinante	Costo	Estabili- dad volu- métrica	Facilidad	Aparien- cia	Flexibili- dad
(4) Almidón de maíz	●●●●○	●●○○○	●●●●○	●●●●○	●○○○○
(5) Grenetina	●●○○○	●●●○○	●●○○○	●●●●●	●●●○○
(8) Agar agar	●●○○○	●●●●●	●●●○○	●●●●●	●●●●●
(11) Goma xantana	●●●●○	●●●●●	●●●○○	●●●●●	●●●●●
(12) Goma arábi- ga	●○○○○	●●●●●	○○○○○	●●●●○	●●●●●
(13) Tapioca	●●●○○	●●●○○	●●●●○	●○○○○	○○○○○
(15) Harina de arroz	●●●●●	●●●●○	●●●●○	●●○○○	○○○○○

Material Aglomerado.

De manera similar, los materiales diseñados como aglomerados presentaron resultados comparables a los flexibles. Al emplear los mismos criterios de evaluación, algunos aglomerados como los de grenetina fueron descartados. La goma xantana, en cambio, mostró mejores características, principalmente en términos de estabilidad volumétrica, lo que la posiciona como la más prometedora para el desarrollo de paneles decorativos y otros usos.

Tabla 2
Comparativa de resultados de iteraciones para material aglomerado con los distintos aglutinantes empleados en etapa 1.

No. de muestra y aglutinante	Costo	Estabili- dad volu- métrica	Facilidad	Aparien- cia	Dureza
(1) Resina de pino	○○○○○	●●●●●	○○○○○	●○○○○	●●●●○
(3) Almidón de maíz	●●●●○	●●○○○	●●●●○	●●●○○	●●●●●
(6) Grenetina	●●○○○	●●●○○	●●○○○	●●●○○	●●●●●
(9) Agar agar	●●○○○	●●●●○	●●●○○	●●●●●	●●●●●
(10) Goma xanta- na	●●●●○	●●●●●	●●●○○	●●●●●	●●●●●
(14) Tapioca	●●●○○	●●○○○	●●●●○	●○○○○	●●●●●
(16) Harina de arroz	●●●●●	●●●○○	●●●○○	●●○○○	●●●●●

Según las mediciones realizadas, la goma xantana se destacó como el aglutinante más adecuado, seguida del agar agar, almidón de maíz, grenetina, goma arábiga y harina de arroz. La goma xantana y el agar agar tienen la ventaja de mantener el volumen del material, lo que los hace ideales para aplicaciones que requieren estabilidad dimensional.

Los aglutinantes con mejores métricas ofrecen oportunidades para desarrollarse tanto en el ámbito de los biotextiles como de los biocueros. Mientras que la goma xantana, el agar agar y la goma arábiga se asemejan más a una tela flexible, el almidón de maíz, grenetina y harina de arroz tienen un mayor potencial para imitar el cuero. Además, el almidón de maíz, aunque presentó dureza y buena apariencia en los materiales aglomerados, necesitaría ajustes para evitar la reducción de volumen durante el proceso de moldeo.

De aquí que se eligieron para continuar trabajando y explorando con el almidón de maíz, grenetina, goma xantana y agar agar como aglutinantes.



Figura 62.
Materiales para aglomerados de etapa 1.

Segunda Etapa



Segunda Etapa.

Después del análisis de los resultados de las iteraciones de la primera etapa, se eligieron los siguientes aglutinantes para continuar desarrollando:

Almidón de maíz: Aunque inicialmente no resultó flexible, se decidió volver a explorarlo debido a experiencias previas en otros trabajos donde se logró obtener flexibilidad. Se planeó ajustar las proporciones de los materiales, especialmente aumentando la cantidad de glicerina, que es clave para lograr mayor flexibilidad.

Grenetina: Este material produjo buenos resultados y había sido trabajado anteriormente con éxito. Por lo tanto, se decidió continuar con las exploraciones utilizando grenetina.

Goma xantana: Fue el material con mejores resultados durante la primera etapa, destacando por mantener su volumen original. Además, es un material económico y estéticamente agradable, lo que

justifica seguir explorándolo.

Resina de pino: Aunque no dio buenos resultados en la primera etapa, la maestra Cecilia Botello sugirió realizar otra exploración a una escala mayor y utilizando solo la resina de pino, debido a que ya ha tenido ella buenos resultados al emplear este material.

Se utilizó la tela restante de la prenda de la primera etapa para aprovechar el material sobrante y realizar comparativas, variando solo las proporciones y tamaños. A diferencia de la etapa anterior, la tela fue molida en un molino seco, lo que permitió ahorrar agua, reducir el tiempo de proceso y obtener un mejor material sin necesidad de secado previo. A partir de este momento, toda la tela se molió de la misma manera.

En esta etapa, se realizaron cambios de escala en algunas piezas y se variaron los métodos de fabricación de algunas de las iteraciones, como se irán explicando en cada una de ellas.

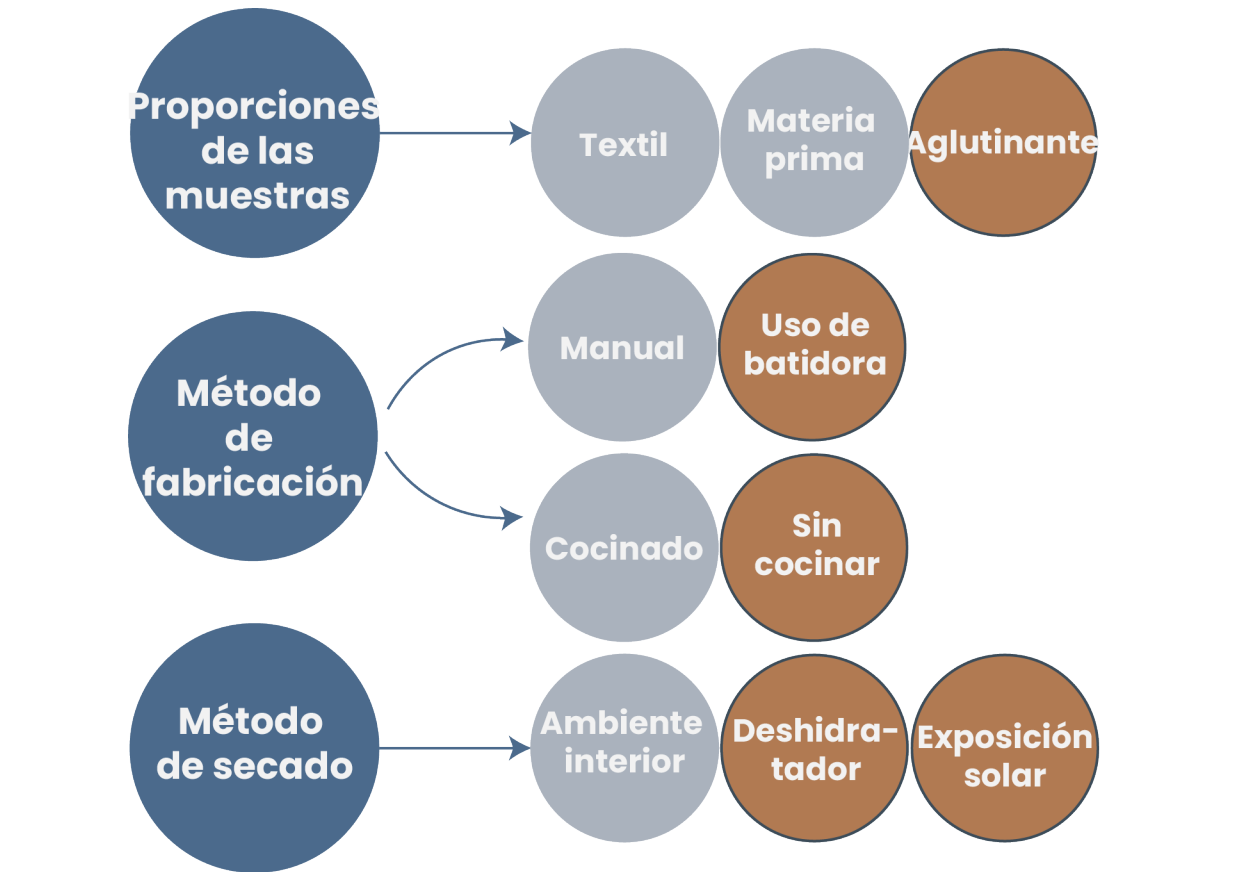


Figura 64.
Principales componentes a trabajar en la segunda etapa.

Figura 63.
Pantalones de mezclilla.

Etapa 02. Muestra 01

Almidón de maíz + Agua + Glicerina + Residuo Textil + Vinagre

Se variaron las proporciones de la iteración anterior y se aplicaron exclusivamente al material flexible. Además, se comenzó a añadir vinagre a todas las fórmulas para prevenir la aparición de hongos y asegurar una mayor conservación de los materiales.

Clave: E02M01

Esta nueva proporción que se hizo con el material de almidón de maiz para el material flexible resultó muy bueno ya que en comparación de la primera etapa, ahora si se logró un material flexible, ademas de buena apariencia y muy similar al cuero.

Su volumen redujo muy poco y no presenta deformaciones. En cuanto a su facilidad de fabricación es sencilla tanto en la elaboración del aglutinante como en su mezcla con el residuo textil y el vaciado en molde y desmolde.



Figura 65.
Material fabricado a base de almidón de maíz para material flexible de la etapa 2.

Etapa 02. Muestra 02

Grenetina + Agua + Glicerina + Residuo Textil + Vinagre

Al igual que en el caso anterior, se añadió más glicerina con la intención de obtener un material más flexible, y se redujo la cantidad de aglomerante para lograr el mismo objetivo.

Clave: E02M02

Se obtuvieron resultados similares a la de la etapa primera respecto al mismo aglutinante de grenetina, obteniendo mayor flexibilidad que en la iteración anterior, lo cual era la intención de la variante en la proporción.

Este material sigue con la apariencia similar al cuero, por lo cual se sugiere su uso como sustituto de este.



Figura 66.
Material fabricado a base de grenetina para material flexible de la etapa 2.

Etapa 02. Muestras 03, 04 y 05

Goma Xantana + Agua + Glicerina + Residuo Textil + Vinagre

Las iteraciones de la primera etapa con el aglutinante de goma xantana obtuvieron buenos resultados. Sin embargo, en esta etapa se redujo la cantidad de goma xantana empleada para observar los efectos y, si los resultados eran positivos, disminuir los costos de fabricación. Este ajuste se realizó tanto en la mezcla para el material flexible como para los aglomerados.

En una segunda muestra de aglomerado, se cambió además la forma de preparación, optando por no calentar el material, ya que se había observado su capacidad espesante sin necesidad de aplicar calor.

En una iteración para elaborar el material flexible, se amplió la escala de la muestra para verificar si funcionaba de igual manera y permitía el vaciado sin que se secara antes de tiempo, fabricando una de 23.5 cm x 23.5 cm, además de que se experimentó con el método de secado, introduciendo la mezcla a un deshidratador por 2 horas a 158°C.

Clave:E02M03

En esta iteración fue donde se continuó con la aplicación del calor al elaborar el material aglomerado, los resultados obtenidos fueron buenos ya que al igual que en la primera etapa, no redujo su volumen y resultó un buen comprimido, a pesar de tener menor cantidad de goma xantana, en apariencia sus características permanecieron, en comparación de la primera etapa.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●●
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●●●●
Dureza	●●●●●

Figura 67. Material fabricado a base de rgoma xantana para material aglomerado en la etapa 2.

Clave:E02M04

En la segunda exploración que se elaboró para material aglomerado con aglutinante de goma xantana en esta segunda etapa, se hizo la variación de la cantidad de esta última y no se calentó al elaborarla, consiguiendo la misma consistencia que cuando se calienta.

Los resultados obtenidos después de secar el material son muy similares a la iteración anterior, solamente se detectó un mínimo cambio respecto a la compactación, ya que se observó mejor compactado el anterior, pero es casi imperceptible esto, por lo que se sugiere continuar trabajando con esta última proporción ara abaratar el costo del material.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●●
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●●●●
Dureza	●●●●●

Figura 68.
Material fabricado a base de goma xantana para material aglomerado en segunda etapa, sin aplicar calor durante su fabricación.

Clave:E02M05

La iteración con la goma xantana para el material flexible resultó muy bien, ya que aunque se redujo la cantidad de goma xantana funcionó bien para adherir las fibras del textil, obteniendo un material muy flexible muy similar a alguna tela, con la sensación al tacto de estar un poco acolchada.

El resultado de emplear el deshidratador no afectó al resultado final y ayudó a que el secado disminuyera de 3 días a un par de horas.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●○
Facilidad	●●●●○
Apariencia	●●●●●
Flexibilidad	●●●●●

Figura 69.
Material fabricado a base de goma xantana para material flexible en etapa 2.

Etapa 02. Muestra 06

Resina de Pino + Alcohol + Residuo Textil

Se omitió la cera de candelilla utilizada en la iteración con resina de pino durante la primera etapa, con la intención de obtener un material no pegajoso. Además, se reemplazó el etanol por alcohol, siguiendo el ejemplo de la maestra Cecilia Botello, quien tuvo éxito con este cambio en la investigación de su tesis profesional con la que obtuvo su título de maestra en diseño avanzado.

Se fabricó una muestra mas grande, vertiendo la mezcla en un molde de 23cm de diámetro.

Clave:E02M06

La iteración con resina de pino fue muy compleja de trabajar, tanto en su elaboración como en su vertido y al tratar de compactarlo, además de que es mas difícil de lavar los instrumentos utilizados para su fabricación, por lo que estos ya únicamente pueden ser usados en la fabricación de un material que incluya resina de pino, en comparación de otros aglutinantes que una vez elaborado el aglutinante se puede lavar con facilidad por lo que no quedan residuos en los instrumentos y se pueden seguir usando con otros materiales.

El resultado final al secar no tuvo buena apariencia, además de que continuó siendo pegajoso, aunque en menor medida que en la primera etapa.



Costo	○ ○ ○ ○ ○
Estabilidad volumétrica	● ● ● ● ●
Facilidad	○ ○ ○ ○ ○
Apariencia	● ○ ○ ○ ○
Dureza	● ● ● ● ○

Figura 70.
Material fabricado a base de resina de pino y residuo textil.

Distintos métodos de secado

En la iteración antes mencionada ya se había llevado a cabo un cambio en el método de secado utilizando el deshidratador eléctrico, pero se decidió volver a experimentar con este metiendo también una muestra del material aglomerado.

Se llevó a cabo una comparativa sobre los tiempos de secado en distintos métodos, y su comportamiento en cada uno de ellos.

El primero fue nuevamente mediante un deshidratador eléctrico, donde se colocó una muestra de aglomerado de goma xantana y una de material flexible del mismo aglutinante.

El deshidratador se colocó por dos horas a 158 °C y esto permitió la muestra del aglomerado secara en ese tiempo, una tercera parte de su volumen, en cambio las otras piezas permanecían igual.

Respecto al material flexible, secó en un 95%



Figura 71.

Materiales flexible y aglomerado sometidos a método de secado en deshidratador eléctrico.

Posteriormente se colocó en una azotea una de las otras piezas para que incidiera en ella el pleno sol y así llevar a cabo mediciones cada hora para medir los resultados, en los cuales se observó como se aceleraba el secado porque se iba evaporizando el agua del material, pero el lado de donde llegaba mas directamente el sol se comprimió.

Finalmente, después de un día se hizo una comparativa entre la pieza del deshidratador, la del pleno sol y una a temperatura ambiente, resultando ser prometedores, sin embargo se recomienda, de ser posible, utilizar un deshidratador, y en segundo lugar permitir secar a temperatura ambiente bajo sombra, y como última instancia que seque bajo el sol, ya que se deformó la pieza.

Tabla 3

Observaciones en muestra expuestas al sol.

Hora	Temperatura ambiental en exterior	Observaciones en muestra expuesta al sol	Observaciones en muestra interna
9:30	22 °C	Se expone la muestra al sol	Se coloca en un interior.
10:30	25 °C	Se observan gotas de agua lo que indica que el agua se está vaporizando.	Sin cambios aparentes
11:30	28 °C	Se observa reducción en el volumen de la pieza, comprimiéndose hacia el centro en el grosor de la misma.	Sin cambios aparentes
12:30	30 °C	Más seca, no se observa cambio aparente en el volumen y la forma	Sin cambios aparentes
2:30	33 °C	Del lado que provienen los rayos solares, se comprimió una cuarta parte de la pieza y se observan dos terceras partes secas	Una tercera parte seca. No se observa cambio aparente en su volumen y forma.

Después de transcurridos 5 días se observó completamente seca la muestra que se expuso al sol, 99% seca la que se colocó en el deshidratador, y 90% seca la que se dejó secar por si sola en interior.



Figura 72.
Cambios en la muestra expuesta al sol al ir transcurriendo el tiempo, y comparativa con muestra no expuesta al sol.

Mezclas.
Etapa 02. Muestras 07 y 08

Goma Xantana + Almidón de maíz + Agua + Glicerina
+ Residuo Textil + Vinagre

Al trabajar en las mezclas del aglomerado, se decidió combinar goma xantana con el almidón de maíz. Esta elección buscó aprovechar la propiedad de la goma xantana para mantener su volumen y la forma del material, y utilizar el almidón de maíz para proporcionar mayor rigidez, ya que en la primera etapa se observó que este material lograba la mayor dureza en comparación con los otros utilizados.

También se quiso hacer la mezcla de estos dos aglomerantes con la intención de disminuir el costo de fabricación, ya que la goma xantana fue ligeramente mas cara.

Aprovechando la idea, se decidió llevar también a cabo otra muestra con los mismo aglomerantes, pero variando las proporciones, con la intención de poder hacer una muestra flexible.

Las muestras continuaron siendo en tamaño del petri.

Clave:E02M07

Resultó bien la fusión de ambos aglutinantes para la exploración para un material aglomerado, ya que al parecer si aumentó un poco la rigidez y dureza del material de goma xantana pero sin perder la estabilidad volumétrica.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●●
Facilidad	●●●○○
Apariencia	●●●●●
Dureza	●●●●●

Figura 73.
Material fabricado a base de goma xantana y almidón de maíz para material aglomerado en etapa 2.

Clave:E02M08

Para el material flexible, en el resultado se observó un material mas similar al que contenía solo almidón de maiz, por lo que en apariencia es mas similar al cuero que a la tela, haciendo una comparativa con estos, se considera que en apariencia trabajan mejor por separado.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●●○
Facilidad	●●●●●
Apariencia	●●●●●
Flexibilidad	●●●●○

Figura 74.
Material fabricado a base de goma xantana y almidón de maíz para material flexible en etapa 2.

Etapa 02. Muestras 09.

Almidón de maíz + Agar Agar + Agua + Glicerina + Residuo Textil + Vinagre

Buscando reducir costos debido al elevado precio del agar agar en comparación con otros aglutinantes, y queriendo aprovechar sus capacidades para proporcionar estabilidad en forma y volumen, se decidió mezclarlo con almidón de maíz. En la iteración fabricada en la segunda etapa, el almidón de maíz demostró buena flexibilidad y apariencia, lo que hacía prometedora esta combinación.

La muestra fue del tamaño del petri.

Clave: E02M09

Resultó bien la fusión de ambos aglutinantes pero se obtuvo un material muy similar al que resultó de la mezcla de goma xantana con almidón de maíz pero con la diferencia de ser mas opaco. Puede ser una buena opción para seguir explorando con el material, sin embargo para la investigación presente se descartó.



Costo	●●●●○
Estabilidad volumétrica	●●●○○
Facilidad	●●●●●
Apariencia	●●●●○
Flexibilidad	●●●●○

Figura 75.
Material fabricado a base de agar agar y almidón de maíz para material flexible en etapa 2.



Figura 76.
Molino empleado para triturar residuo textil a partir de la etapa 2.

Análisis de resultados.

Se tomaron en cuenta las mismas métricas que en las iteraciones de la primera etapa para decidir con cuales aglomerantes seguir explorando, y también para saber a cuales valdría la pena comenzar a realizarles las primera pruebas dentro de la siguiente etapa.

En base a eso, aunque no hubo una diferencia significativa como fue en el caso de la primera etapa, se decidió dejar de seguir explorando con las mezclas de almidón de maíz con agar agar, y la mezcla de almidón de maíz con goma xantana empleada en el material flexible, esto debido a que se consideró que obtuvieron mejores resultados las otras muestras de los otros materiales.

Respecto a la nueva formulación de almidón de maíz para el material flexible, se obtuvo muy buenos resultados, ya que se consiguió un material muy flexible que bien podría sustituir un cuero en apariencia.

Sobre las técnicas de fabricación empleadas, se redujo significativamente el tiempo de secado al meter la pieza al deshidratador, por lo que esta será una buena opción para fabricaciones futuras, aunque por el momento en el laboratorio donde se llevó a cabo la fabricación se tiene un deshidratador pequeño, mas adelante si se deseara industrializar el material podría llevarse a cabo el secado en uno mas grande.

Al comparar la diferencia de resultados entre las muestras de goma xantana que se cocinó durante su fabricación y la que no, sólo se observa que la que no se calentó duró unas horas mas en su secado y su resultado fue un material un poco menos compactado que da la sensación de estar acolchonado y al tacto se siente de esta manera.

Respecto al material flexible de goma xantana, se observó un buen resultado aún con la reducción de la goma xantana en la proporción empleada.

Por tal motivo se eligieron para continuar las exploraciones las siguientes variaciones de aglutinantes:

Para material flexible:

- ◆ Goma Xantana
- ◆ Almidón de maíz

Para material aglomerado:

- ◆ Goma xantana sin cocinar y cocinada
- ◆ Goma xantana + almidón de maíz

Tercera Etapa



Figura 77.

Fibras de residuos textiles de colores distintos utilizados en la etapa 3.

Tercera Etapa.

Experimentación de cambios de escala, proporciones, colores y tejidos.

Material Flexible de goma xantana

Durante esta tercera etapa, se realizó una primera iteración utilizando diversos tejidos y colores para analizar posibles diferencias tanto en los resultados como en el procedimiento de fabricación. De las prendas donadas, se seleccionaron dos nuevas de mezclilla, que son tejido plano, y también se eligieron varios tejidos de punto de diferentes colores, presuntamente de fibras naturales, ya que algunas etiquetas estaban decoloradas. Estos tejidos, para la fabricación del nuevo material, fueron sometidos al mismo proceso que en las iteraciones anteriores.

Los tejidos de punto demostraron ser más complicados de triturar en el molino, debido a su elasticidad, lo que causaba que se atascaran y se enredaran en las aspas. Sin embargo, se continuó con el proceso intentando desenredar las fibras. La muestra fabricada tenía un tamaño de 60 cm x 44 cm y se vació en un molde de vidrio montado en el laboratorio de innovación de la facultad de arquitectura.

La mezcla incluyó todos los colores, y se exploró reduciendo aún más la cantidad de goma xantana utilizada en las últimas iteraciones, para analizar su desempeño a mayor escala. En una parte, vertida al final, se utilizó la proporción de goma xantana de la iteración de la segunda etapa, mezclando los diferentes tejidos y colores. La mezcla mayor se dividió para combinar los colores por separado.

Durante la mezcla y el vertido, los tejidos de punto se enredaron, dificultando el proceso. Aunque estos problemas y la mayor escala de la pieza aumentaron el tiempo de fabricación, el secado del aglutinante fue lo suficientemente lento para trabajar sin inconvenientes. Sin embargo, la mezcla con menos goma xantana era más líquida y difícil de distribuir uniformemente.

Tercera Etapa.

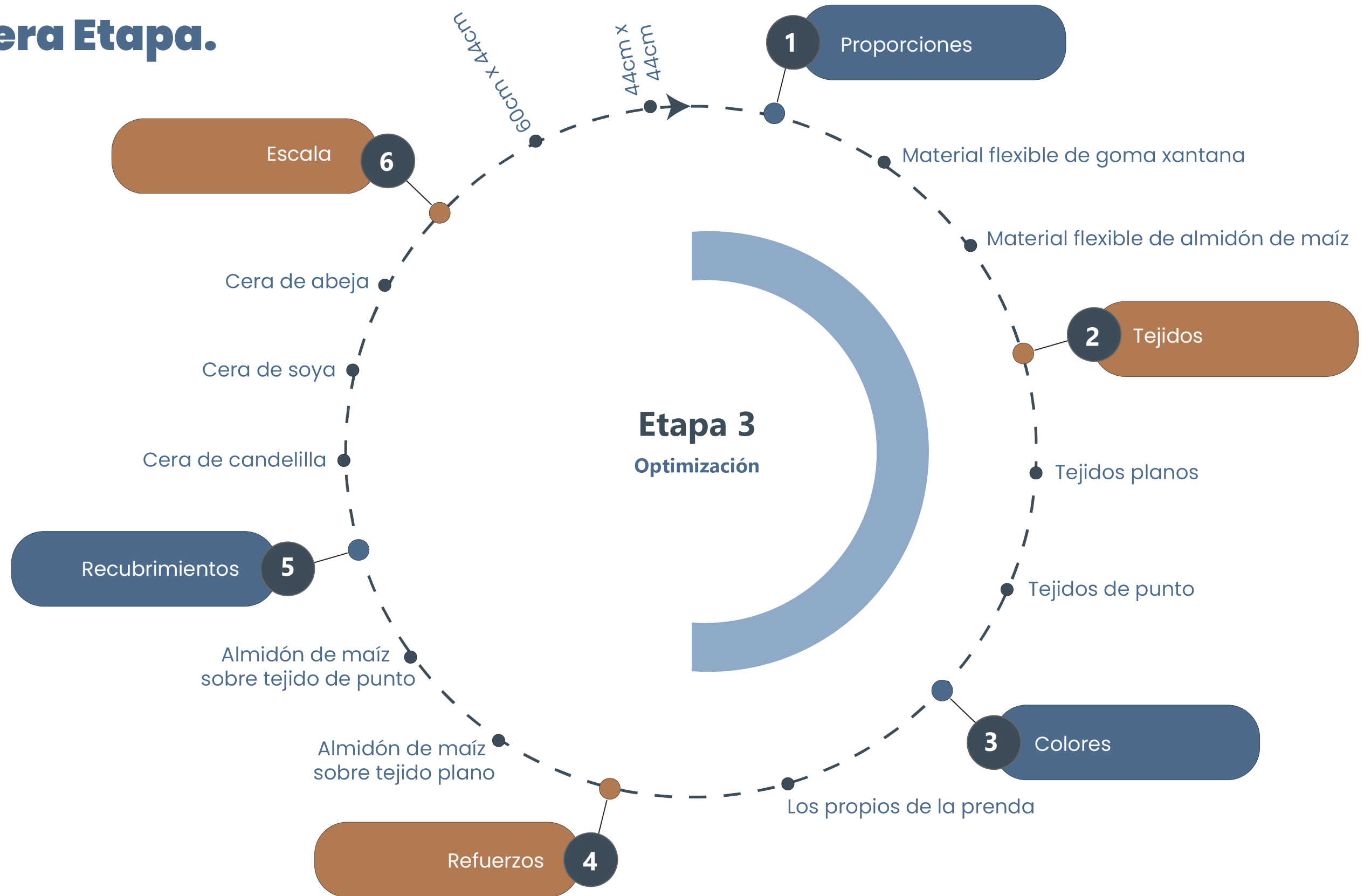


Figura 78.

Principales componentes de la tercera etapa.

Análisis de resultados.

Los colores de las fibras empleadas resultaron permanecer cambiándolo solo respecto a su brillo, ya que se volvieron mas opacos.

A pesar de que son tejidos distintos y se fueron colocando por separado, al final se unieron formando una sola pieza sin problema.

Los tejidos que resultaron mas difíciles de trabajar resultaron ser mas rígidos al finalizar su secado.

La disminución de la proporción de goma xantana utilizada redujo la estabilidad y rigidez de los tejidos con los que se mezcló, sin embargo trabajó también de buena forma. Se recomienda el uso de la proporción mayor debido a que es mas sencillo el manejo durante su fabricación y por la rigidez que parece ofrecer al resultado final, sin perder flexibilidad.

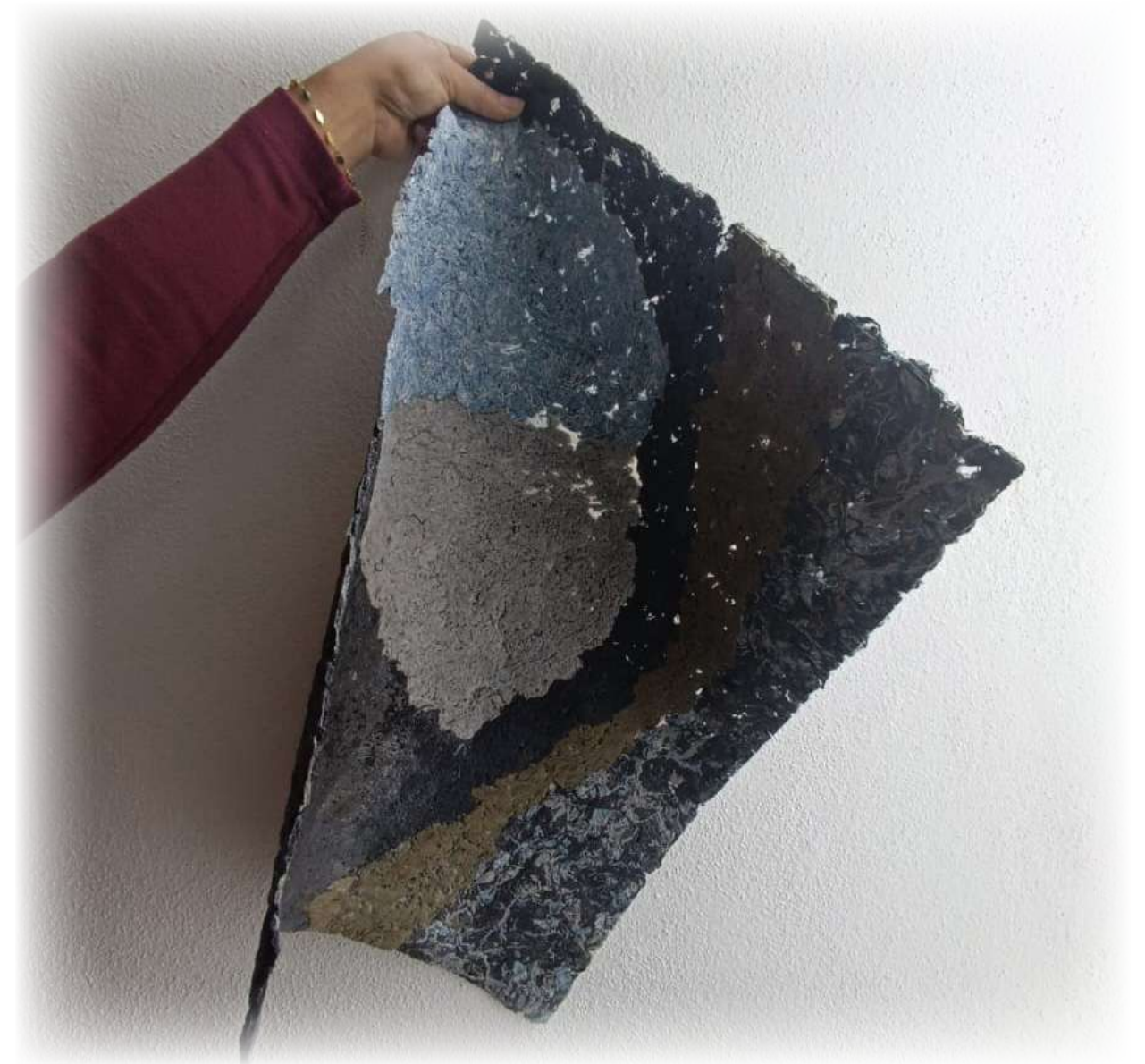


Figura 79.

Resultado de la exploración con distintos colores y tejidos a una escala mayor.

Material Flexible de almidón de maíz

Se llevó a cabo una iteración de almidón de maíz a mayor escala que la muestra inicial para el material flexible. para este se empleo mezcla de fibras planas de diversos colores de pantalones de mezclilla, que hasta el momento han sido los que han generado mejores resultados.

Durante su fabricación no se presentó ninguna dificultad o cambio con respecto a la muestra pequeña, pero en el momento de verterlo en el molde, que fue de 44 cm x 44 cm, se empezó a complicar el vertido hasta el momento en que ya se llevaba la mitad de la mezcla distribuída, ya que se empezó a sentir mas seca esta. Aunque no presentó algún problema en los resultados, se considera que la pieza cuando sea fabricada a mano, no podrá ser elaborada en tamaños mayores en un solo vertido, o no se recomienda hacerlo, debido a que se podría secar antes de tiempo y por lo tanto, quedar mal distribuido el material.

Análisis de resultados.

El material obtenido fue ideal para el fin deseado como la muestra anterior, por lo que no afectó la escala en la proporción de los materiales.

El material además presenta cierto brillo, por lo que sigue siendo bueno para utilizar como sustituto de piel.



Figura 80.

Resultado de cambio de escala de material flexible con almidón de maíz.

Exploración con telas de apoyo.

Con el objetivo de evaluar e incrementar la capacidad de carga y resistencia de las piezas flexibles, se llevaron a cabo dos ensayos exploratorios utilizando diferentes tejidos textiles. En uno de los ensayos se vertió el material sobre un tejido plano, mientras que en el otro se empleó un tejido de punto. Además, se aplicaron diferentes espesores de material en la misma muestra, incrementando la cantidad de material vertido en una mitad. Este procedimiento permitió analizar la influencia del grosor del material sobre sus propiedades mecánicas, tales como la flexibilidad y la resistencia estructural.

Resultado:

Ambas muestras experimentaron una contracción significativa durante el proceso de secado. En las zonas donde se aplicó mayor cantidad de material, la rigidez aumentó considerablemente, mientras que las áreas con menor espesor conservaron una mayor flexibilidad y presentaron una apariencia más uniforme.

En ambas iteraciones, el material se adhirió adecuadamente al tejido soporte tras el secado inicial. No obstante, después de dos meses, se observó un desprendimiento progresivo del material de las telas utilizadas, lo que sugiere que estas telas no son ideales para la cohesión a largo plazo. Futuras investigaciones podrían explorar el uso de tejidos alternativos, como los de tipo malla, que presentan una menor densidad de fibras y podrían mejorar la adhesión.



Figura 81.

Resultado de materiales flexibles de almidón de maíz sobre telas de apoyo.



Figura 82.
Desprendimiento de los materiales flexibles de almidón de maíz sobre telas de apoyo después de dos meses de fabricación.

Recubrimiento natural.

A una de las muestras se le aplicaron recubrimientos a base de cera de abeja, cera de soya y cera de candelilla con el objetivo de evaluar su capacidad para impermeabilizar el material y evitar la filtración de agua.

El proceso de aplicación de los recubrimientos consistió en fundir trozos de cada cera (cera de abeja, cera de soya y cera de candelilla) utilizando un baño María. Una vez derretida la cera, se aplicó en estado líquido sobre el material con un pincel. La cera solidificó rápidamente, generando una capa gruesa y poco uniforme. Para corregir esto, se utilizó una herramienta dremel equipada con una esponja de pulido fino, permitiendo suavizar la capa y mejorar la apariencia superficial del recubrimiento.

Posterior a esto se roció agua en cada una de las muestras para observar su capacidad de repeler el agua y en una segunda prueba se colocó la muestra sobre un molde con agua.



Figura 83.
Materiales antes de ser sometidos a pruebas de impermeabilidad.

Resultado:

Se observó que la cera de candelilla proporcionó la mayor protección contra la penetración de agua; sin embargo, este recubrimiento alteró notablemente tanto el color como la apariencia superficial del material. Por otro lado, las ceras de abeja y soya presentaron características similares entre sí, con una aplicación menos visible debido a su color claro. No obstante, la aplicación de ambas ceras resultó ser un proceso laborioso, y el nivel de impermeabilización logrado no justifica su uso, ya que el beneficio obtenido es limitado en comparación con el esfuerzo requerido para su aplicación.



Figura 84.

Materiales posterior a ser sometidos a pruebas de impermeabilidad.



Figura 85.

Material flexible a base de goma xantana como aglutinante.

Cuarta Etapa

Cuarta Etapa.

Pruebas de características materiales.

Se fabricaron varias piezas del material aglomerado, tanto del que es mezcla de goma xantana con almidón de maíz, como del que es solo de goma xantana. De igual manera se fabricaron algunas de los dos materiales flexibles con los que se han estado trabajando en la etapa previa a esta.

La experimentación se llevó con la intención de examinar lo siguiente:

1. Flamabilidad.

Analizar la resistencia del material a ser expuesto al fuego y el tiempo que tarda en desintegrarse o apagarse por sí solo.

2. Impermeabilidad:

Aunque los materiales han sido diseñados con la intención de ser utilizados en interiores, esta prueba tiene la intención de analizar la resistencia del material a la penetración del agua, con la intención de saber que es lo que sucede con cada material en caso de pasar por salpicaduras y derrame de agua sobre ellos.

3. Unión de piezas.

Se analizó la capacidad de los materiales para unirse entre ellos y a otras superficies, con la intención de saber las posibilidades de aplicaciones de diseño a través de ellos.

4. Resistencia al peso.

Esta prueba se llevó a cabo únicamente a los materiales flexibles, con la intención de medir la capacidad de carga que tienen, sin romperse o deformarse considerablemente después de ser sometido a él.

5. Corte y perforaciones.

Se llevaron a cabo para evaluar la resistencia de los materiales a los daños causados por objetos afilados o punzantes.

Se llevaron a cabo con la finalidad de ver si podían someterse a estos para tener así mas posibilidades de diseño con los materiales, además de fuerza que es necesario aplicar para lograrlo.

Se llevaron a cabo para evaluar la capacidad del material para resistir daños causados por objetos puntiagudos, para de esta manera ver la fragilidad de estos si llegasen a estar en contacto con un objeto así, y sobre todo con la intención de ver las posibilidades de diseño usando en los materiales estos objetos.

6. Grabado láser.

Se llevaron a cabo pruebas para evaluar la capacidad de los materiales fabricados de ser grabados mediante láser. Esto permite aprovechar el grabado como herramienta de personalización para los objetos que se lleguen a producir, así como la posibilidad de añadir marcas o etiquetas de manera precisa. Estas pruebas buscan determinar si la técnica de grabado láser es viable para mantener la integridad del material sin comprometer su resistencia, mientras proporciona una opción efectiva para la personalización y el branding de los productos.

Primera Etapa.

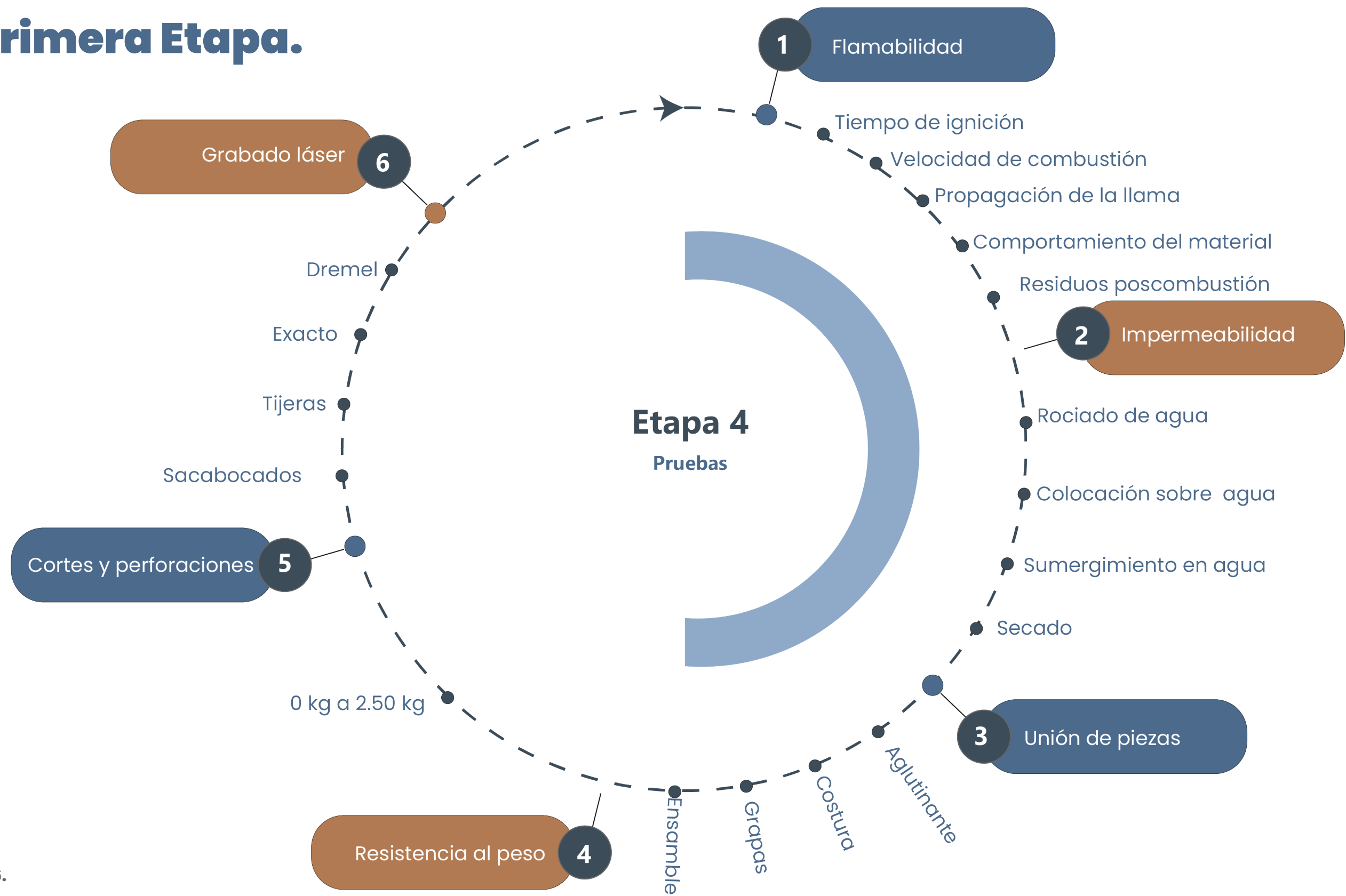


Figura 86.
Principales componentes de la cuarta etapa.

Flamabilidad

Material.

Flexible de Almidón de maíz.

Resultado.

Tiempo de ignición: tardó 20 segundos en encender la llama sobre el material.

Velocidad de combustión: se comenzó a consumir el material y se apagó por si sólo después de 6 minutos 52 segundos.

Propagación de la llama: después de apagarse el fuego, se consumió un 10% del material.

Comportamiento del material: se desintegró la parte que se consumió con el fuego.

Residuos poscombustión: quedaron pequeños residuos de carbón apagados, sin peligro de volver a encender o encender algo más.



Figura 87.

Prueba de flamabilidad a material flexible de almidón de maíz.

Material.

Flexible de Goma Xantana.

Resultado.

Tiempo de ignición: tardó 10 segundos en encender la llama sobre el material.

Velocidad de combustión: se comenzó a consumir el material y se apagó por si sólo después de 1 minuto 40 segundos.

Propagación de la llama: después de apagarse el fuego, se consumió un 15% del material.

Comportamiento del material: se desintegró la parte que se consumió con el fuego.

Residuos poscombustión: quedaron pequeños residuos de carbón apagados, sin peligro de volver a encender o encender algo más.



Figura 88.

Prueba de flamabilidad a material flexible de goma xantana.

Material.

Aglomerado de Almidón de maíz + Goma Xantana

Resultado.

Tiempo de ignición: tardó 30 segundos en encender la llama sobre el material.

Velocidad de combustión: se comenzó a consumir el material y se apagó por si sólo después de 50 segundos. Al ocurrir esto se giró el material y se volvió a someter al fuego, actuando de la misma manera.

Propagación de la llama: después de apagarse el fuego, se consumió un 1% del material en cada uno de los lados en que se sometió.

Comportamiento del material: se desintegró la parte que se consumió con el fuego.

Residuos post-combustión: quedaron pequeños residuos de carbón apagados, sin peligro de volver a encender o encender algo más.



Figura 89.

Prueba de flamabilidad a material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.

Material.

Aglomerado de Goma Xantana.

Resultado.

Tiempo de ignición: tardó 30 segundos en encender la llama sobre el material.

Velocidad de combustión: se comenzó a consumir el material y se apagó por si sólo después de 1 minuto.

Propagación de la llama: después de apagarse el fuego, se consumió un 1% del material en cada uno de los lados en que se sometió, quedando además un 7% de zona carbonizada de cada lado.

Comportamiento del material: se desintegró la parte que se consumió con el fuego, y en la zona carbonizada la llama solo afectó en cuanto al color y apariencia por la exposición al fuego pero donde no, continuó propagándose.

Residuos post-combustión: quedaron pequeños residuos de carbón apagados, sin peligro de volver a encender o encender algo más.



Figura 90.

Prueba de flamabilidad a material aglomerado de goma xantana.



Figura 91.

Resultado de materiales después de pruebas de flamabilidad.

Conclusiones.

Se observó que los materiales más gruesos presentan una mayor resistencia a la flamabilidad. A pesar de que el material es inflamable, no se consume rápidamente y tarda en encender cuando se expone directamente al fuego. Esto sugiere que el grosor del material desempeña un papel crucial en su comportamiento frente al fuego, ya que materiales más densos requieren más tiempo y energía para alcanzar el punto de combustión.

Además, el comportamiento lento de combustión podría ser beneficioso en aplicaciones donde se necesita una resistencia temporal al fuego, como en materiales de construcción o decoración de interiores, donde un retraso en la ignición podría proporcionar un margen de seguridad adicional para evacuaciones o control del fuego.

Estos resultados indican un potencial prometedor para el uso del material en aplicaciones donde se requiera resistencia moderada al fuego, pero es necesario un análisis más profundo para optimizar su diseño y desempeño en contextos específicos.

Impermeabilidad.

Todas las piezas pasaron por cuatro procesos, en el primero se atomizaron dos veces de agua y se dejaron rociadas durante 15 minutos para observar como reaccionaba el material. Posteriormente se colocaron sobre agua durante 15 minutos y después se analizó lo que sucedió, después se sumergieron en agua durante 30 minutos, se analizaron los cambios, se dejó sumergida media hora más y finalmente se les dejó secar en un interior a temperatura ambiente de entre 25 y 32°C durante 24 horas.

Material.

Flexible de Almidón de maíz.

Resultado.

Rociado: en apariencia al momento del rociado, el material parecía repelente al agua debido a que se quedaron las gotas encima del material, sin embargo se dejó reposar y pasando 10 minutos el material absorbió el agua, se tocó y no se vio ni se sintió cambio aparente.

Colocación sobre agua: la pieza no era completamente lisa, por lo que por su forma irregular estaba en contacto con el agua no solo la cara que estaba sobre el agua, sino también una parte de la cara superior, ya que recorría el agua por las partes irregulares. Tras 15 minutos se revisó, se sentía húmeda pero no presentó ningún cambio.

Sumergido en agua por media hora: la pieza se siente mojada pero aparentemente no presenta ningún cambio.

Sumergido en agua por una hora: se observa en las mismas condiciones, aparentemente sin cambios.

Un día de secado: secó completamente. Permaneció su forma pero perdió flexibilidad, es muy rígida.

Material.

Flexible de Goma Xantana.

Resultado.

Rociado: de manera similar las gotas de agua inicialmente permanecieron en la superficie, dándole una apariencia de ser repelente al agua. Sin embargo, después de dejarlo reposar durante 10 minutos, el material absorbió el agua, sin mostrar cambios aparentes en su textura o apariencia al tacto.

Colocación sobre agua: se siente mojada del lado que estaba en contacto con el agua y de los lados, seca de la parte superior. Pegajosa, tendiendo a desbaratarse si se toca, por lo mismo se dejó secar por si sola, sin quitar el exceso de agua.

Sumergido en agua por media hora: la muestra se observa sin cambios en su forma, sin embargo al tocarla se siente frágil y pegajosa, fácil de perder su forma.

Sumergido en agua por una hora: una esquina de la muestra se comenzó a despegar y por lo tanto cambió un poco su forma, se siente frágil, fácil a desbaratarse si no se retira con cuidado del agua.

Un día de secado: se secó un 10% de la pieza, continúa siendo frágil.

Dos días de secado: seca completamente, continúa la forma en que se quedó después de mojada, perdió la fragilidad que se sentía cuando estaba mojada, no se desbarata, solo se siente frágil en la parte donde se comenzaba a desprender el material.

Material.

Aglomerado de Goma Xantana.

Resultado.

Rociado: de igual manera que en la anterior, se atomizó dos veces agua sobre el material, de igual manera tardó en absorber el agua, pasando 10 minutos el material absorbió el agua y al tacto es pegajoso. Se dejó secar la pieza por 30 minutos y el material quedó seco y sin cambios aparentes en comparación con su estado original.

Colocación sobre agua: absorbió en un 50% agua. Del lado expuesto al agua se observa que podría desprenderse la tela.

Sumergido en agua por media hora: la muestra se observa pegajosa y al tocarla pareciera que se va a desbaratar, sin embargo se siente más firme que la flexible de goma xantana. Mojada en un 70%

Sumergido en agua por una hora: se siente completamente mojada. Es pegajosa, en mayor grado al tacto se siente frágil, susceptible a desbaratarse.

Un día de secado: continúa mojada en un 50% y aún es frágil al tacto, perdió un poco su forma por la manipulación al retirarla del agua.

Dos días de secado: completamente seca. Continúa la consistencia que tenía antes de mojarse. Recuperó su integridad y tacto original.

Material.

Aglomerado de Almidón de maíz + Goma Xantana

Resultado.

Rociado: se atomizó dos veces agua sobre el material, en apariencia al momento del rociado, el material parecía repelente al agua debido a que se quedaron las gotas encima del material, sin embargo se dejó reposar y pasando 10 minutos el material había absorbido el agua, se tocó y no se ve ni se siente cambio aparente.

Colocación sobre agua: absorbió en un 80% el agua. A la vista pareciera susceptible a desprenderse la tela si se toca.

Sumergido en agua por media hora: actuó de manera similar al aglomerado de goma xantana, ya que también se siente susceptible a desbaratarse y frágil, sin embargo es en menor grado. Presenta el mismo grado de humedad.

Sumergido en agua por una hora: al igual que la muestra anterior, se encuentra completamente mojada, pero aunque se siente frágil, es en menor grado que el aglomerado de goma xantana.

Un día de secado: seca en un 80%, no perdió su forma y tiene la misma dureza que en su estado original antes de ser mojada.



Figura 92.

Resultado de materiales después de las pruebas de impermeabilidad.

Conclusiones.

Los materiales fabricados con goma xantana demostraron una mayor susceptibilidad al agua, mostrando una absorción significativa que debilitó su estructura, especialmente en materiales más delgados, los cuales tendieron a desintegrarse tras un contacto prolongado con agua. No obstante, al combinar la goma xantana con almidón de maíz, como es el caso del material aglomerado, se logró una mejora notable en la resistencia de la mezcla. A pesar de que el material mostró cierta fragilidad superficial tras una exposición prolongada al agua, mantuvo su forma original al secarse por completo, recuperando su consistencia inicial.

En cuanto al material elaborado únicamente con almidón de maíz, la flexibilidad también se vio afectada por el contacto prolongado con agua. Sin la aplicación de un recubrimiento protector, debe evitarse dicha exposición para conservar sus propiedades originales. No obstante, el material tolera bien la humedad superficial y puede secarse sin deformarse, lo que sugiere que podría ser limpiado con un paño húmedo. Sin embargo, debe evitarse empapararlo o exponerlo al agua por periodos prolongados. Esto mismo aplica para los materiales aglomerados de goma xantana combinada con almidón de maíz.

Unión de piezas

Material.

Flexible de Almidón de maíz.

Resultado:

Unión con aglutinante de almidón de maíz: Se fabricó aglutinante de almidón de maíz, y este se colocó sobre una de las piezas y posteriormente se puso otra unida a ella.

Se colocaron unas pinzas para fijar las piezas. Desde el momento en que se unieron se observó su unión pero se dejaron secar por dos días y se obtuvo una buena adherencia entre ellas.

Costura: Se cosieron las piezas mediante hilo y aguja utilizando diferente tipo de puntadas y lográndose, sin embargo fue mas complicado llevarlo a cabo con la que requirió doblez de tela.

Grapas: se usó engrapadora para unir las piezas y no se presentó ninguna dificultad ni desgarro de la pieza ni ningún problema.

Ensamble de piezas: se cortó en dos una de las muestras y se le hicieron cortes de manera que pudiera unir uno de los lados con el otro con tan solo ensamblar las piezas, para el corte no hubo complicación alguna, sin embargo si se presentó dificultad en el ensamblado, aunque se logró, fue difícil y parecía partirse un poco de las pestañas de ensamble, se observó que la dificultad fue debido al grosor del material y el tamaño de las perforaciones, quizás resultaría mejor el resultado en piezas mas grandes.

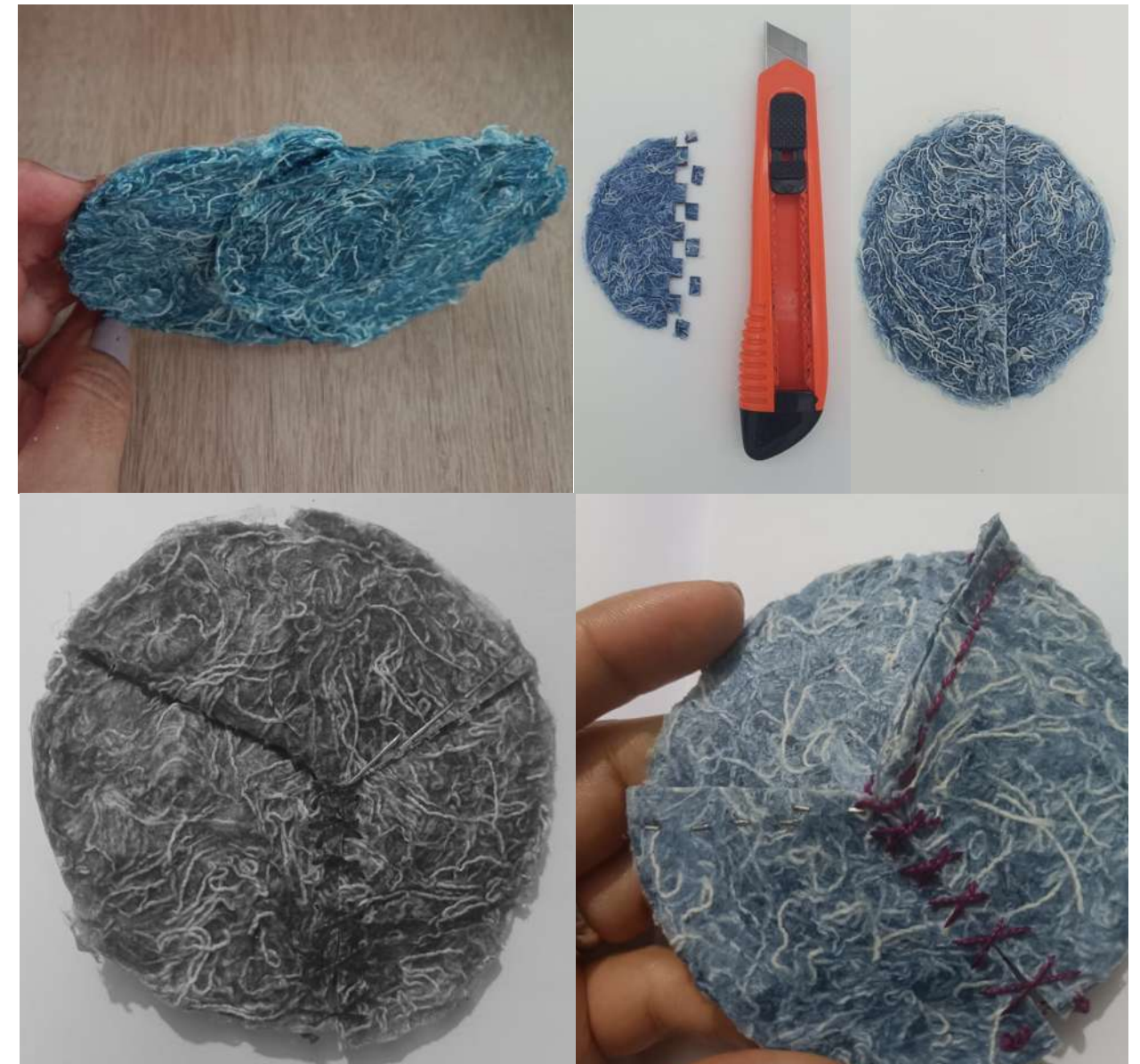


Figura 93.

Tipos de uniones aplicadas en el material flexible de almidón de maíz.

Material.

Flexible de Goma Xantana.

Resultado:

Unión con aglutinante de goma xantana: Se llevó a cabo el mismo procedimiento que con el otro material flexible, fabricando aglutinante pero sin fibra textil, y con este se unieron dos muestras de material flexible de goma xantana, las cuales se adhirieron sin ninguna dificultad.



Figura 94.

Unión de piezas de material flexible de goma xantana con el mismo aglutinante.

Costura: De igual manera se cosieron las piezas mediante hilo y aguja utilizando diferente tipo de puntadas y consiguiendo un buen resultado, en comparación del material de almidón de maíz, no hubo dificultad con la parte que requería doblarse para coserlo.

Grapas: se usó engrapadora para unir las piezas y no se presentó ninguna complicación ni desgarro de la pieza.



Figura 95.

Unión con costuras y grapas en material flexible de goma xantana.

Aplicación de peso.

Material.

Flexible de Almidón de maíz.

Resultado:

Se fueron colocando pesas sobre el material, incrementando gradualmente el peso hasta alcanzar una carga de 2.5 kg sin que el material se rompiera.

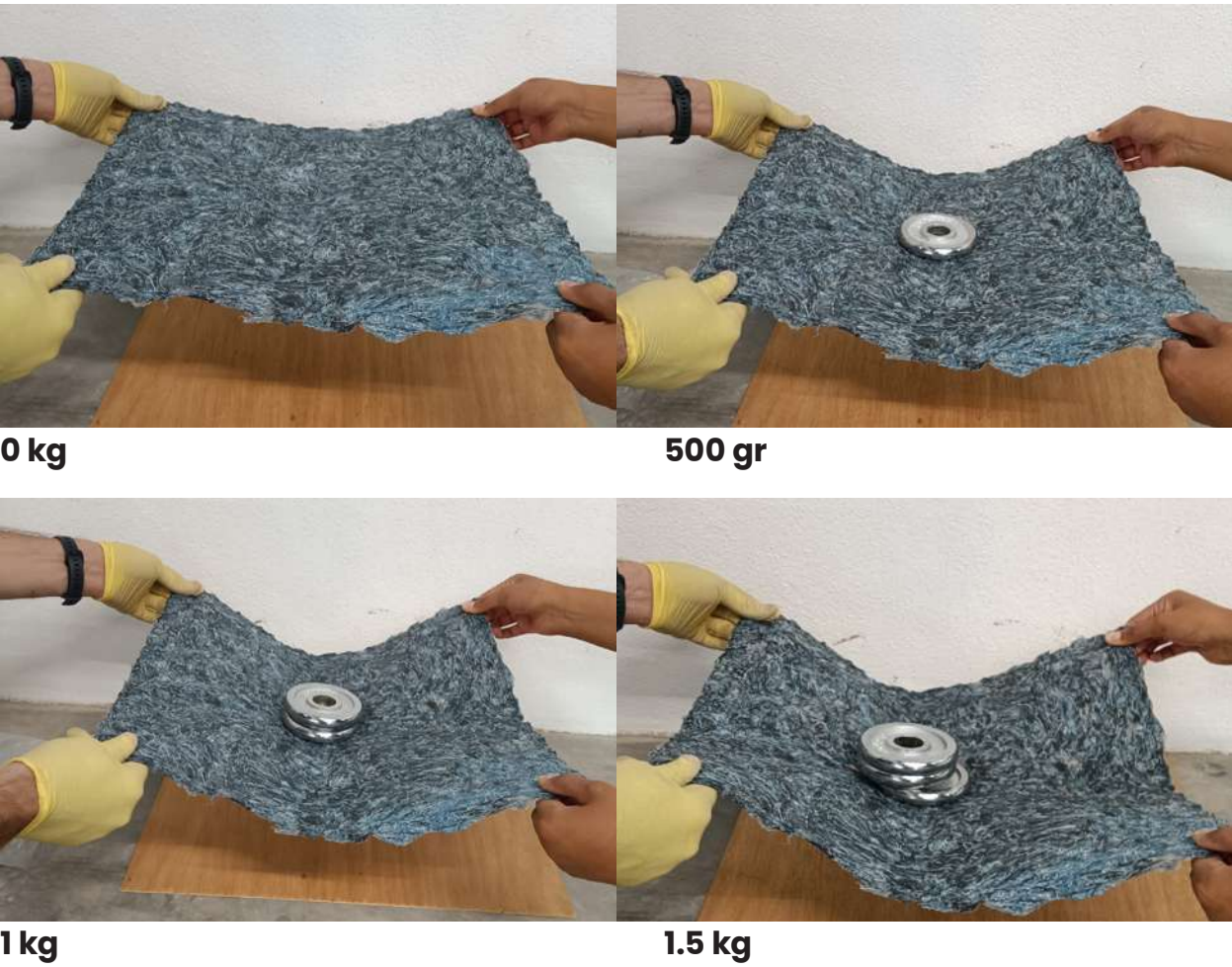


Figura 96.
Material flexible de almidón de maíz sometido a distintos pesos.

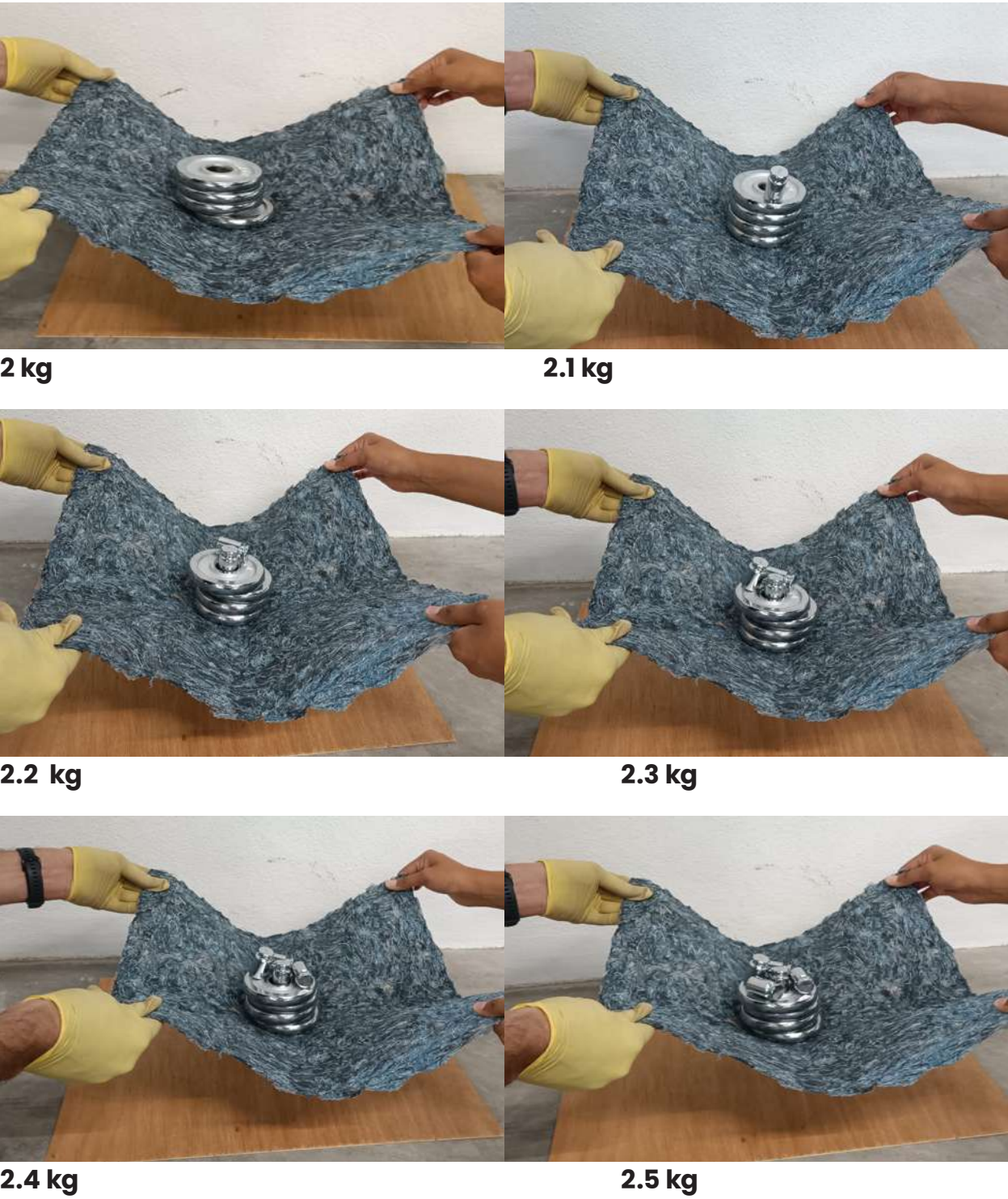


Figura 97.
Material flexible de almidón de maíz sometido a distintos pesos.

Material.
Flexible de Goma Xantana.

Resultado:
Se fueron colocando pesas sobre el material, incrementando gradualmente el peso hasta alcanzar una carga de 1100 g, peso con el cual se empezó a observar y sentir la deformación y desprendimiento del material, sin embargo al no romperse se le colocó 100g mas, peso con el cual colapsó

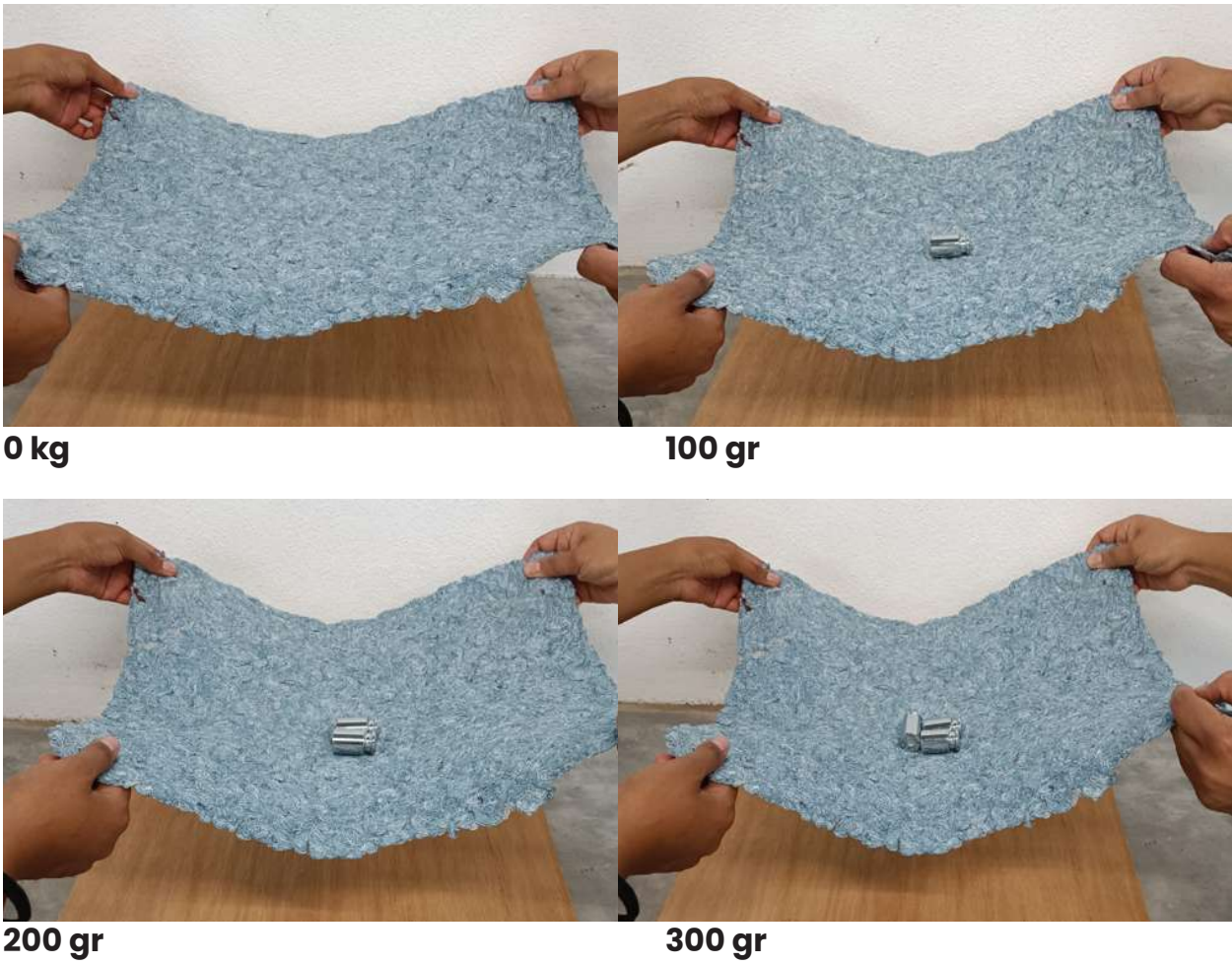


Figura 98.
Material flexible de goma xantana sometién dose a distintos pesos.

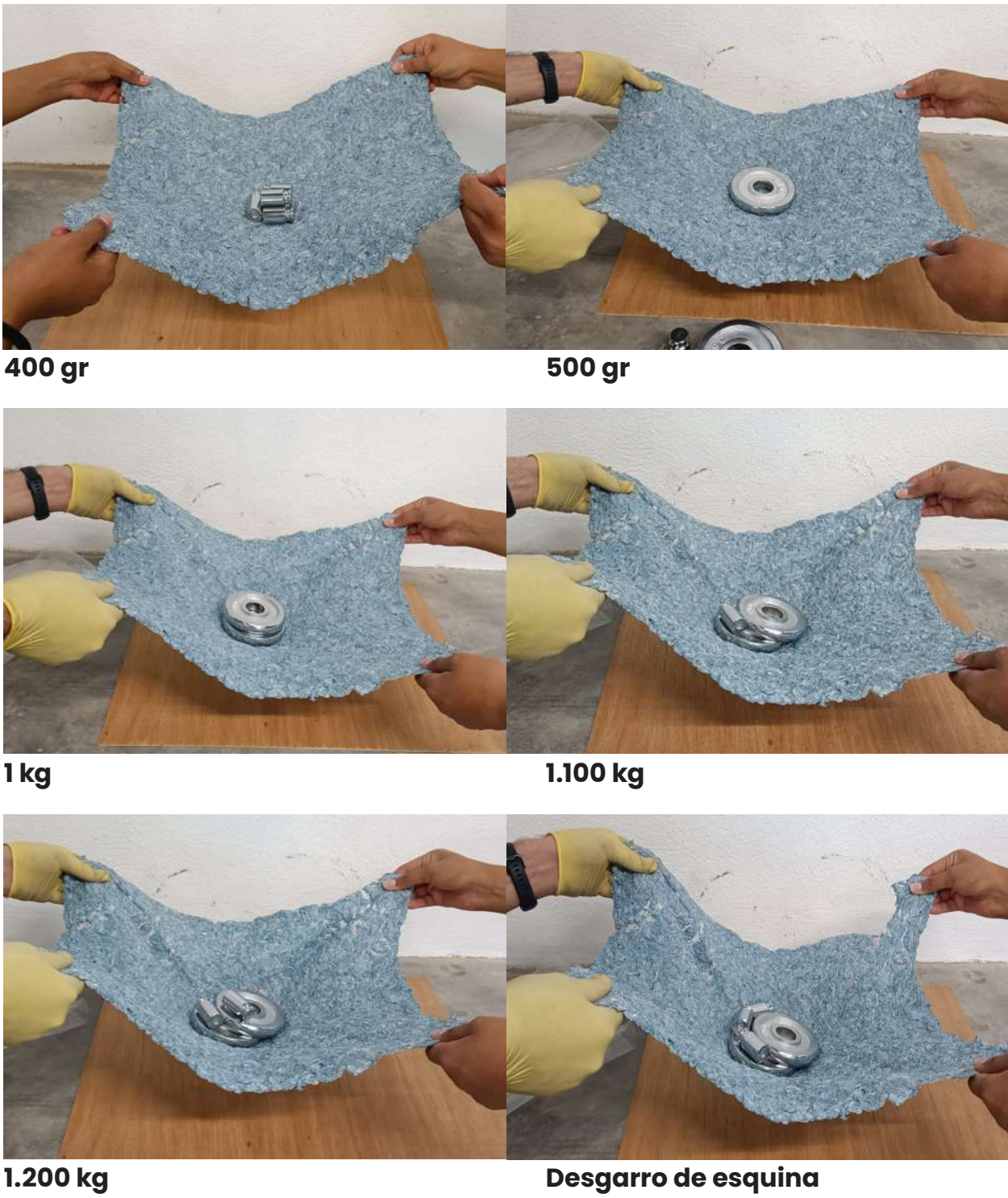


Figura 99.
Material flexible de goma xantana sometién dose a distintos pesos.



Colapso

Desgarro de esquina



Desgarro de esquina opuesta

Deformación de la pieza

Figura 100.

Colapso del material flexible de goma xantana al someterse a peso.

Conclusiones.

El material flexible a base de almidón de maíz demostró una mayor capacidad de resistencia a la carga, soportando hasta 2.5 kg sin romperse ni deformarse significativamente. En cambio, el material flexible de goma xantana presentó una menor resistencia, comenzando a mostrar deformaciones y desprendimientos al alcanzar una carga de 1.1 kg. Aunque no colapsó de inmediato, al agregar 100 g adicionales, el material cedió completamente. Estos resultados sugieren que, si bien ambos materiales tienen potencial como biomateriales, el almidón de maíz ofrece una mayor resistencia a la carga y podría ser más adecuado para aplicaciones que requieran durabilidad mecánica, mientras que la goma xantana, debido a su menor capacidad de soportar peso, podría estar mejor destinada a usos menos exigentes en términos de resistencia estructural.

Cortes y perforaciones

Material.

Flexible de Almidón de Maíz y Flexible de Goma Xantana.

Resultado:

Perforación con sacabocados:

se intentaron perforar las muestras de material flexible con sacabocados, sin embargo no se logró buen resultado con ninguna de las piezas, ya que aunque se intentó con los distintos tamaños, con ninguno se logró hacer bien perforaciones en ninguno de los materiales, en gran parte por el residuo textil, ya que el sacabocado no es lo suficientemente filoso para poder cortar las fibras textiles de manera sencilla,



Figura 101.

Perforación con sacabocados en material flexible de almidón de maíz.

Cortes con tijeras: se pudo hacer corte en ambos materiales sin ninguna dificultad y sin presentarse fibras sueltas.

Cortes con exacto: aunque es mas complicado que con las tijeras, se logró hacer el corte del material en el flexible de almidón de maíz sin dificultad, y aunque se puede llevar a cabo también en el de goma xantana, se presenta un poco de dificultad.



Figura 102.

Corte con tijeras en material flexible de goma xantana.

Material.

Aglomerado de Almidón de maíz + Goma Xantana y Aglomerado de Goma Xantana.

Resultado:

Perforación con dremel: en ambos materiales se logró perforar la pieza sin mayor dificultad. Se observó que a mayor velocidad tendía menos a enroscarse las fibras del residuo textil resultantes de la perforación en la broca de la herramienta.



Figura 103.

Perforación con dremel en material aglomerado de goma xantana.

Grabado en láser

Material.

Flexible de Almidón de maíz.

Resultado:

Se realizaron pruebas en el material utilizando diferentes intensidades tanto para el contorno como para el grabado interno. Se observó que en algunas áreas donde el material contenía únicamente almidón de maíz, o con muy poco residuo textil, el láser logró perforar la superficie. Sin embargo, los resultados generales fueron muy satisfactorios. Además, se puede ver que el grabado es más visible en materiales de color más claro, ya que el láser deja un marcado marrón oscuro que resalta sobre estas superficies.

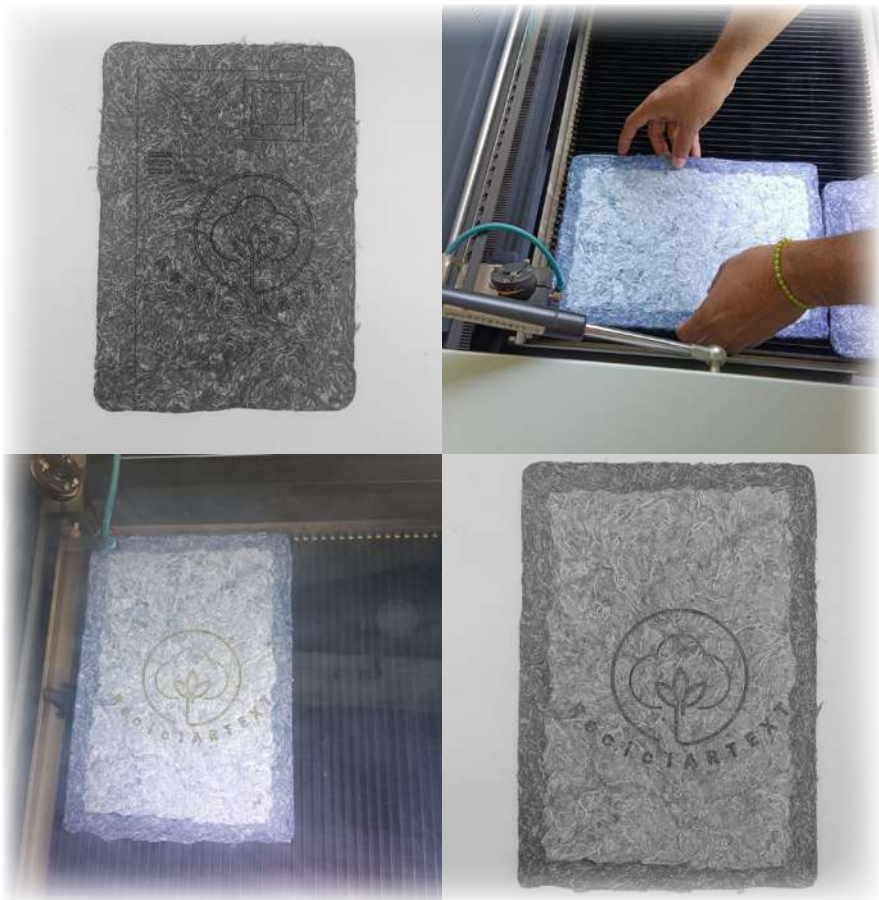


Figura 104.
Proceso del grabado láser en material flexible de almidón de maíz.

Material.

Aglomerado de Almidón de maíz + Goma Xantana.

Resultado:

Al igual que con el material flexible de almidón de maíz, se llevaron a cabo pruebas en el material para grabar contornos utilizando diferentes intensidades de láser. Se realizaron impresiones a pequeña escala con el objetivo principal de grabar un logotipo, obteniendo resultados satisfactorios. Dado que el grabado a pequeña escala presenta mayores desafíos en términos de precisión, se deduce que al realizar el grabado a mayor escala, la calidad del resultado sería aún mejor.

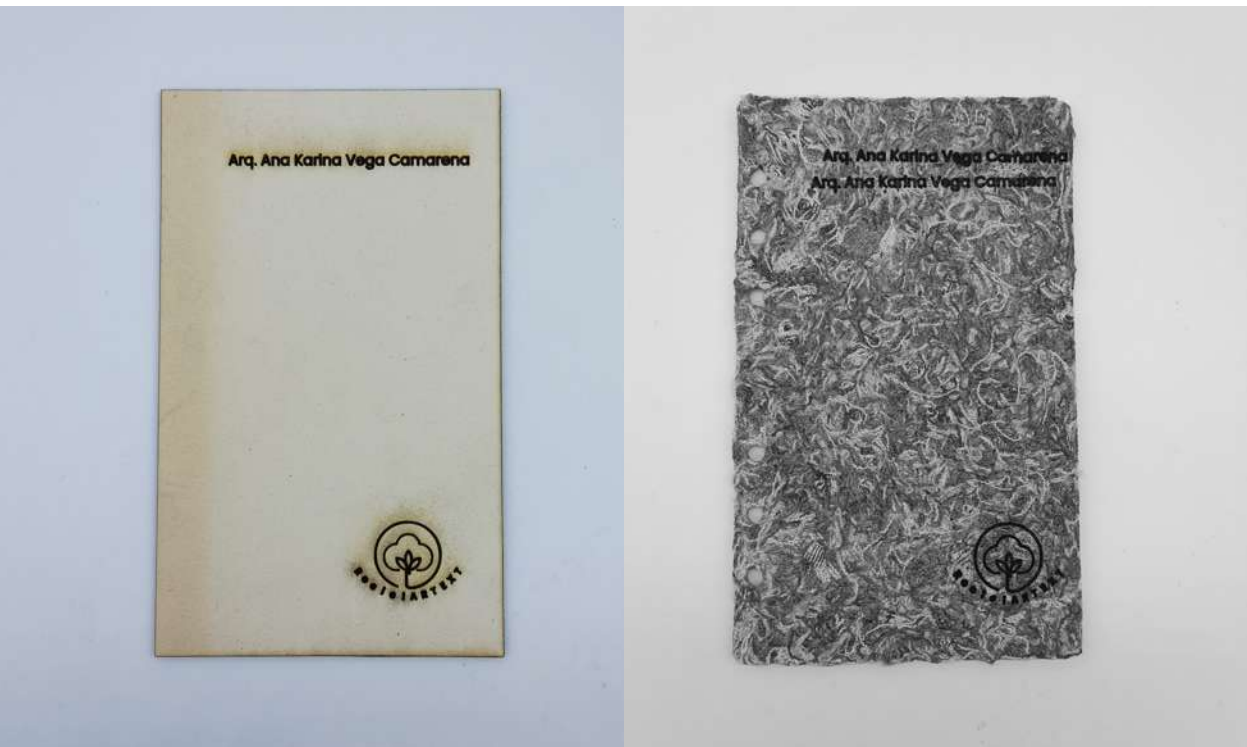


Figura 105.
Pruebas de grabado láser en material aglomerado de almidón de maíz con goma xantana.

Quinta Etapa

Implementación

Quinta Etapa.

Implementación.

Tras realizar diversas pruebas en la etapa 4, se decidió avanzar con los materiales que mostraron mejores resultados para la fase de implementación (etapa 5). En esta etapa, los materiales seleccionados se someten a procesos que previamente demostraron ser viables y estables. Los materiales seleccionados son: Flexible de goma xantana, flexible de almidón de maíz, aglomerado de goma xantana con almidón de maíz.



Figura 106.
Elección y descarte de materiales.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Cuadro decorativo.

El material flexible de goma xantana (clave: E02M05), dado su bajo rendimiento ante cargas pesadas y su sensibilidad a la humedad, se seleccionó para aplicaciones que no requieran soportar peso pero donde su textura aporte valor estético. Inspirado en diversas técnicas artesanales como macramé, crochet, telar tradicional, bordados sobre lienzo y punch needle se decidió utilizar una combinación de ambos materiales flexibles para crear cuadros decorativos que imitan las texturas y colores de los hilos tejidos.

Panel decorativo lumínico.

El material flexible de almidón de maíz, que presenta una mayor resistencia que la goma xantana, fue evaluado para reemplazar materiales como el cuero

en diversas aplicaciones. Sin embargo, dado el interés en mostrar el material a gran escala, se optó por desarrollar un panel decorativo de gran tamaño que pudiera usarse en interiores como tapiz o mampara. Este uso alternativo refleja el potencial del material en decoración de paredes y superficies amplias.

Panel decorativo y posible aplicación acústica.

El material aglomerado de goma xantana y almidón de maíz fue evaluado por sus posibles propiedades térmicas y acústicas, características que normalmente se encuentran en textiles industriales. Aunque las pruebas acústicas y térmicas no se han realizado, el material fue considerado para la creación de paneles acústicos decorativos, con la expectativa de que podría funcionar como aislante de sonido en entornos interiores.

Objetos moldeados.

El material aglomerado también fue evaluado por su capacidad de moldearse en diferentes formas y escalas. Durante las pruebas, se fabricaron desde pequeños objetos decorativos, como botones, hasta bases para flores, demostrando la versatilidad del material en aplicaciones decorativas. Los objetos moldeados incluyeron pastas para cuadernos y alhajeros, sugiriendo que el material podría moldearse con métodos tradicionales o incluso mediante impresión 3D o extrusión, lo que amplía las posibilidades de producción.

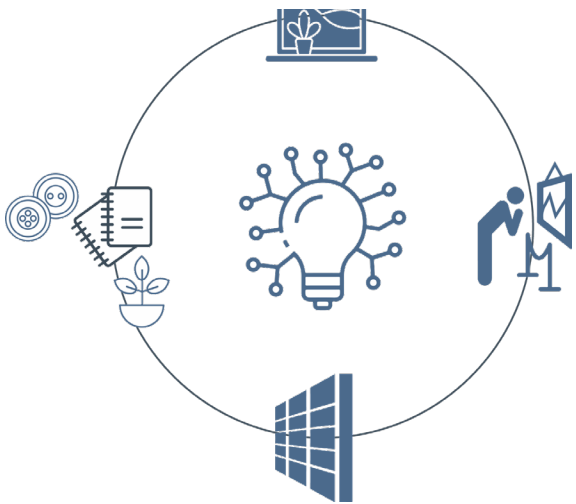


Figura 107.
Aplicaciones objetuales con los materiales fabricados.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)



Cuadro Decorativo

El proceso de creación de este cuadro decorativo tuvo como objetivo explorar las posibilidades de los materiales flexibles desarrollados con los dos distintos aglutinantes, para obtener texturas variadas y efectos visuales atractivos, buscando un efecto que recordara a un tapiz tejido o bordado. Se llevó a cabo un trabajo detallado que incluyó la creación de un diseño digital, la preparación de los materiales, y la observación de los resultados a lo largo del tiempo.

Materiales y Herramientas.

Para llevar a cabo este tapiz, se utilizaron textiles recuperados previamente molidos, los dos tipos de aglutinantes con propiedades distintas, que son la fécula de maíz (con base al material clave: E03 M02) y la goma xantana (en base al material clave E02M05), y un molde de vidrio que permitiera colocar el diseño debajo que y posteriormente permitiera observar el comportamiento de los materiales en distintas áreas del diseño.

Diseño Preliminar.

El diseño del cuadro se realizó en AutoCAD, considerando áreas específicas para aplicar diferentes aglutinantes y colores, así como zonas que se dejarían sin textil para crear efectos transparentes, colocando claves para esto. Este diseño se imprimió y se colocó debajo del vidrio que serviría como molde.

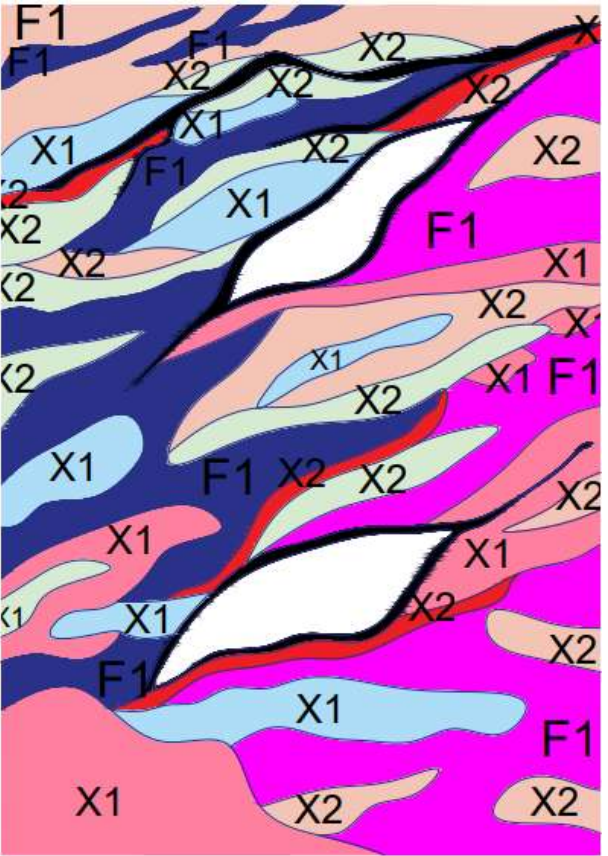


Figura 108.
Cuadro decorativo elaborado con materiales de almidón de maíz y goma xantana como aglutinantes.

Figura 109.
Diseño elaborado en AutoCAD.

Proceso de Fabricación.

El textil fue molido siguiendo el proceso de etapas anteriores, cortando los textiles en trozos y pasándolos por el molino eléctrico para obtener fibras finas. Aunque moler tejidos de punto fue complicado debido a que por la capacidad del molino se enredaban las fibras que impedía molerlas bien, se decidió utilizarlos debido a la falta de variedad en los colores de los tejidos planos que se habían obtenido durante la recolección.



Figura 110.
Textiles recuperados y fibras obtenidas de ellos usados en la fabricación del tapiz.

Posteriormente, se prepararon los dos tipos de aglutinantes, el aglutinante de fécula de maíz (clave: E03 M02), al ser más plano, se usó primero en las áreas correspondientes, vertiéndolo sobre la base de cristal. En algunas áreas, se dejó solo el aglutinante sin textil para crear efectos translúcidos. Al día siguiente, se aplicó el segundo aglutinante (clave E02M05) en las áreas restantes, debido a la precisión requerida, siendo el segundo el de goma xantana. Sin embargo, el aglutinante sin textil se cuarteó y tuvo que ser reemplazado por goma xantana sin textil, que funcionó mejor.



Figura 111.
Mezcla de aglutinante de fécula de maíz con los diferentes colores y vertido sobre el molde.



Figura 112.

Vista en primer plano del agrietamiento del aglutinante de fécula de maíz.

Secado y Resultados Iniciales.

El cuadro fue dejado a secar durante tres días. Durante el desmolde se presentó dificultad en el área del aglutinante de goma xantana sin textil debido a que se adhirió mayormente ahí al molde, sufriendo pequeños daños, a pesar de esto, el resto del cuadro presentaba un buen acabado. Una vez desmoldado, se dejó terminar de secar del lado que estaba anteriormente directamente en el molde.

El tapiz resultó como se planeó, con una textura uniforme en las áreas de la fécula de maíz y diferente textura en donde se colocó la goma xantana.

Evaluación a mediano plazo.

Tras un mes de observación, se detectó que en las áreas del cuadro que utilizaba el aglutinante de goma xantana, absorbió humedad del ambiente, debido a que iniciaron las lluvias, lo que provocó que esas partes se volvieran pegajosas y más frágiles. En contraste, las áreas con el segundo aglutinante permanecieron en buen estado.

Conclusión del Proceso.

Esta experimentación y fabricación demostró las potencialidades y los desafíos de trabajar con textiles recuperados y diferentes aglutinantes en la creación de objetos de diseño. Aunque la goma xantana como aglutinante presentó problemas de absorción de humedad, la fécula de maíz mostró ser más resistente y adecuado para aplicaciones duraderas. Este conocimiento es vital para futuras investigaciones, donde se puede considerar colocar algún recubrimiento o mejorar el material de goma xantana para que resista los cambios climáticos, además de considerarlo para futuros proyectos donde la durabilidad y la resistencia a la humedad son críticas.



Figura 113.

Vista frontal y lateral de panel lumínico decorativo fabricado.

Panel Lumínico Decorativo.

Clave: E05M01

Se creó una pantalla lumínica decorativa utilizando el material creado a partir del textil recuperado y el aglutinante de almidón de maíz (clave: E03 M02). Se creó con el objetivo principal de elaborar un material que, además de ser sostenible, tenga propiedades estéticas y funcionales para su uso en diseño interior. La pantalla se elaboró a gran escala, con dimensiones de 2.3m x 1.10 metros, y se utilizó un bastidor de madera para su montaje. Se integraron elementos decorativos de flores hechas con textil recuperado en las esquinas, destacando el biotextil como protagonista central. Este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de innovación de la facultad durante un periodo de tiempo lluvioso y vacacional, lo que influyó en algunos desafíos técnicos como la aparición de moho y el secado.

Preparación del Biotextil.

Selección de Textiles: Para la creación del biotextil, se utilizó textil recuperado de dos pantalones y medio del mismo color. El textil fue triturado en molino eléctrico.



Figura 114.

Textil empleado en la fabricación del panel lumínico.

Creación del Molde.

Se preparó un molde utilizando una mesa de 2.40 x 1.20 metros, cubriéndola con plástico para evitar que el material se adhiera y para ayudar a que el material resulte liso. En las orillas, se colocaron tiras de estireno de 3 mm de espesor para definir el grosor del biotextil.

Mezcla y Aplicación del Aglutinante.

Primera Etapa: El aglutinante se preparó y mezcló con el textil triturado en tres etapas. En la primera etapa, la mezcla se vertió sobre el molde y se extendió uniformemente. Para reducir costos, con anterioridad en las exploraciones del material del tamaño 60x44cm se disminuyó la cantidad de vinagre, lo que inicialmente no afectó al material, motivo por el cual se continuó elaborando este con esta última proporción, sin embargo durante este experimento se presentaron problemas de moho.

La presencia de este moho y mosquitos se detectó después de tres días de elaborada la primera parte en la superficie del material. Para corregir esto, se incrementó la cantidad de vinagre en las mezclas siguientes, y se roció vinagre sobre la primera capa.

Segunda y Tercera Etapa: La segunda y tercera capas se realizaron con las nuevas proporciones, permitiendo controlar mejor el problema del moho, pero presentándose aún el problema en los dos días siguientes en que se realizó el resto del material.



Figura 115.
Primera parte de fabricación del material para panel lumínico.

Tratamiento contra el Moho y Secado.

El desafío relacionado con la aparición de moho en la superficie del material fue debido a las condiciones de humedad y encierro en el laboratorio ocurrido en ese período vacacional en el que se elaboró.

Limpieza y Rociado: Para controlar el moho, además de añadir más vinagre a la mezcla en las siguientes etapas, se limpió el moho visible con un algodón con vinagre, y se roció vinagre adicional para prevenir su propagación.



Figura 116.
Presencia de moho sobre el material en los días de fabricación.

Tras la aparición de este problema, se consultó a la Ingeniera en Biotecnología y Maestra en Ciencias de la Sostenibilidad, Alejandra Vega, quien recomendó un tratamiento específico para mitigar el problema.

Alejandra Vega sugirió que se incrementara la exposición al sol del material para evitar la propagación del moho, ya que el calor y la luz solar pueden ayudar a eliminar las esporas y prevenir su crecimiento futuro. Además, recomendó limpiar la superficie afectada con vinagre una vez que el material estuviera seco, lo cual no presentaría riesgos para la salud después de dicho tratamiento, (Vega, 2024).

Exposición al Sol: Según la recomendación se procedió a limpiar el material con vinagre y fue expuesto al sol durante una hora sobre el plástico para acelerar el secado y detener la propagación del moho.

Volteado y Secado Final: Luego de una hora, se retiró del plástico y se volteó, colocando el material sobre una tela para continuar el secado durante una hora adicional. Finalmente, se trasladó el biotextil seco al interior del laboratorio.

Gracias a estas recomendaciones, se logró detener la propagación del moho, y el material se secó completamente sin presentar

mayores problemas de humedad en las semanas siguientes, aún continuando las lluvias constantes.



Figura 117.
Primera hora de exposición solar del material fabricado.



Figura 118.
Segunda hora de exposición solar del material fabricado.

Observaciones Finales y Preparación para el Montaje.

Pequeñas Fisuras: Se observaron ligeras fisuras en algunas áreas, pero estas no afectan la integridad del material. Se consideró resanarlas, pero se decidió en un principio mantener el material en su estado actual para darle un carácter único.

Decoración y Montaje.

Se decidió decorar el biotextil con pequeñas flores de algodón, hechos los tallos con alambre forrado de textil recuperado y forrado de cinta floral, los cuales fueron cosidos al material a través de costura con hilo y aguja, dejando que el biotextil sea el protagonista. Luego, el biotextil se montó en un bastidor de madera en el cual se engrapó, y posteriormente se le colocó luz LED por detrás, creando un efecto de pantalla de luz.



Figura 119.
Proceso de fabricación del panel lumínico decorativo.



Figura 120.

Detalles del estado del material en proceso de fabricación.

Resultado.

Tras varias semanas de su finalización, el biotextil no presentó problemas con la humedad ambiental a pesar de que se presentaron constantes lluvias, confirmando la efectividad del tratamiento aplicado. Durante la colocación de lo tallos sobre el material, en las áreas que había fisuras propias de la fabricación del material, se fue abriendo mas, sin llegar a dañarlo significativamente, se consideró resanarlo después de colocarlo en el bastidor, sin embargo al colocarlo estas partes quedaron sujetas y detrás del marco y otra pequeña parte quedó cubierta con la decoración, por lo que no fue necesario hacerlo.

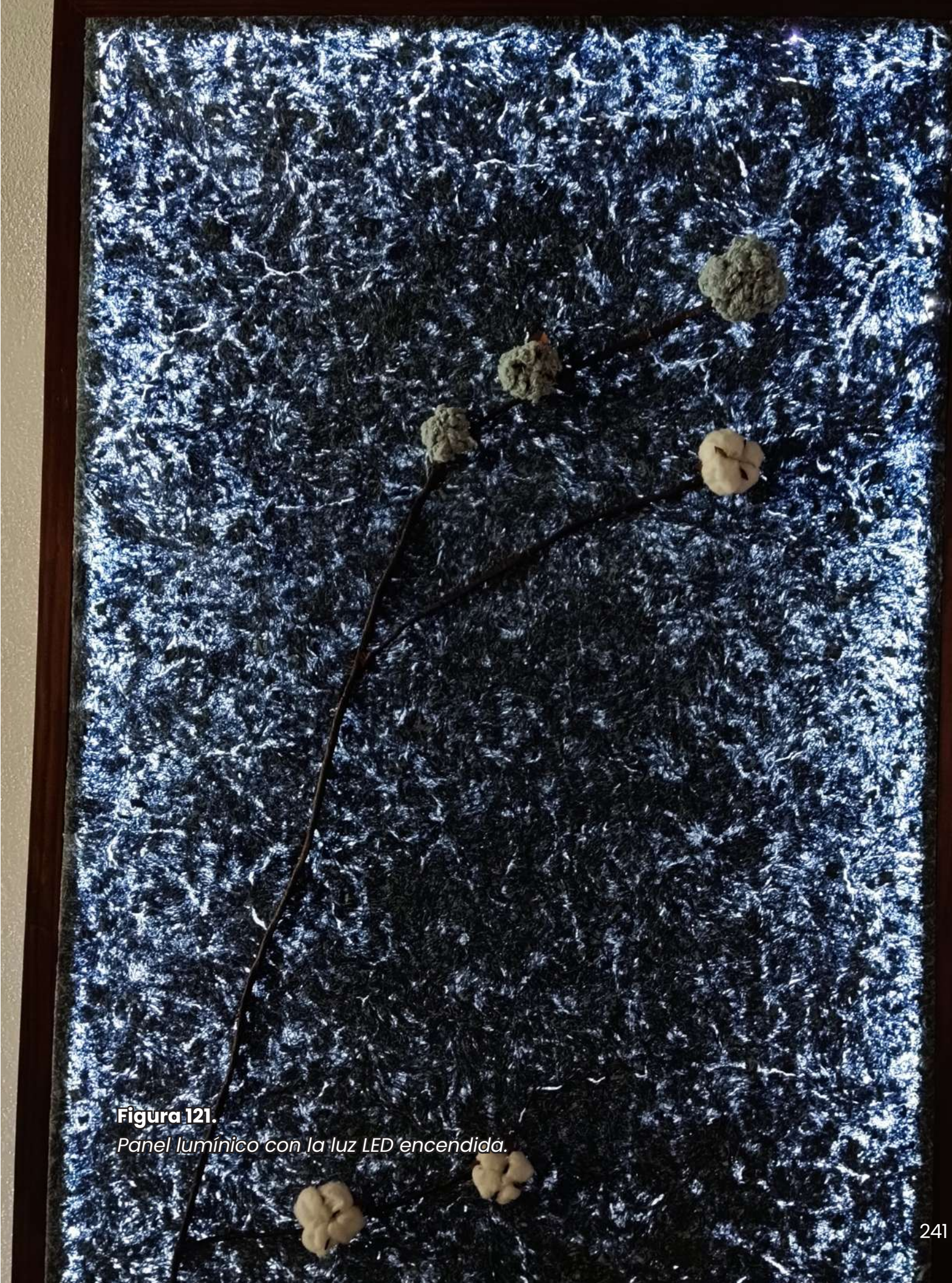


Figura 121.

Panel lumínico con la luz LED encendida.



Panel decorativo .

Clave: E05M02

El panel decorativo, pensado también para cumplir una función acústica, fue elaborado a partir de un pantalón de mezclilla reciclado, no solo se destaca por su estética marmoleada, sino que también posee potencial para mejorar la acústica de un espacio debido a la capacidad natural de los textiles para absorber el sonido. Este proyecto explora tanto el proceso técnico de fabricación como los desafíos y soluciones encontrados a lo largo del camino.

Preparación del Material.

La fabricación comenzó con la molienda de un pantalón de mezclilla negro, cuyo resultado fue una fibra gris con vetas blancas, creando un efecto marmoleado natural, del cual se lograron crear 4 paneles.

La mezcla se realizó con el aglutinante de almidón de maíz y goma xantana lograda en exploraciones anteriores (clave: E03 M08), la cual se seleccionó por su capacidad de resistir la humedad sin deformarse.

Vertido en el Molde.

El material se vertió en un molde de silicón de 25x15 cm con un espesor de 1.5 cm. El proceso de secado, que podría haber llevado 3 o 4 días a temperatura ambiente, fue acelerado debido a las condiciones de humedad ambiental. Para evitar demoras, se utilizó un deshidratador en tres sesiones de 3 horas, intercaladas con periodos de secado a temperatura ambiente de 20 horas cada uno.



Figura 123.

Vertido del material aglomerado de almidón de maíz con goma xantana al molde.

Figura 122.

Paneles decorativos elaborados con aglutinante de almidón de maíz y goma xantana y residuo textil.



Figura 124.
Materiales fabricados en proceso de secado en deshidratador.



Figura 125.
Paneles fabricados.

Corrección de Deformaciones.

Se observó una reducción de tamaño en los paneles y un ligero pandeo, probablemente debido al uso del deshidratador. Para corregir esto, se aplicó un objeto plano y pesado sobre las piezas aún calientes y ligeramente húmedas, logrando reducir las deformaciones.

Observaciones y Reflexiones.

Durante el proceso, se observó que el uso del deshidratador aceleró significativamente el secado, aunque también provocó una reducción en el tamaño de los paneles, lo que no había ocurrido en iteraciones previas con secado únicamente a temperatura ambiente.

Conclusión.

El panel decorativo acústico, elaborado a partir de textiles reciclados, no solo cumple con los criterios de sostenibilidad, sino que también ofrece potencial para mejorar la acústica en espacios interiores. A pesar de los desafíos encontrados, como la reducción de tamaño y el pandeo durante el secado, el proceso ha demostrado ser viable y adaptable, permitiendo ajustes para mejorar la calidad del producto final. Estos resultados abren la puerta a futuras investigaciones sobre el uso de textiles reciclados en aplicaciones acústicas y decorativas.

Objetos Moldeados.

Clave:E05M02

La capacidad del material biotextil creado en la etapa 3, hecho a partir de una mezcla de almidón de maíz y goma xantana como aglutinantes (clave: E03 M08), se aprovechó para explorar la creación de objetos moldeados, tales como los que se mencionarán a continuación.

Bases para Flores.

Preparación y Mezcla del Material.

Se aprovechó el mismo textil reciclado empleado para los paneles acústicos, y se fabricó el mismo material aglutinante de almidón de maíz con goma xantana.

Se decidió verter el material en un molde de silicón especialmente diseñado para crear floreros o bases para flores. La mezcla, con la misma formulación de fécula de maíz y goma xantana, se eligió para este uso específico debido a sus propiedades de moldeabilidad y resistencia.

Secado en Deshidratador.

Debido al grosor del florero, el secado fue más prolongado en

comparación con las piezas planas.

Se utilizó un deshidratador, dejando el molde en su interior durante dos días, con sesiones de 5 horas cada día, intercaladas con 20 horas de secado ambiental. A pesar de estos esfuerzos, se observó un encogimiento en la parte superior expuesta del material, lo que llevó a desmoldar la pieza antes de que estuviera completamente seca.



Figura 127.
Molde para base de flores.

Figura 126.

Base para flores elaborado a base de almidón de maíz con goma xantana como aglutinante y residuo textil.

Desmolde y Secado Final.

Se decidió desmoldar el objeto aún estando fresco para permitir un secado más uniforme en las áreas internas. El desmolde fue complicado debido a una pieza intermedia del molde, diseñada para crear el orificio del florero, que interactuaba con la mezcla aún húmeda. Sin embargo, el material continuaba aún bastante húmedo en la parte que estuvo mas cubierta por el molde, por lo que se colocó por otras 3 horas mas en el deshidratador, para posteriormente terminar de secarse por sí solo a temperatura ambiente.

Observaciones y Reflexiones.

La experiencia con el florero sugiere que, aunque es posible realizar moldes complejos con este biotextil, el control del secado es crucial para evitar deformaciones. El proceso experimental reveló que el secado de objetos moldeados con este biotextil puede ser complicado, especialmente en condiciones de alta humedad. El uso del deshidratador, aunque útil, generó encogimientos no uniformes, lo que sugiere que en futuras iteraciones podría ser más adecuado realizar este tipo de trabajo en temporadas secas, aprovechando un secado a temperatura ambiente para evitar deformaciones, o considerar técnicas adicionales de secado que minimicen los cambios de volumen.

Conclusión.

El florero de biotextil representa una aplicación innovadora del material desarrollado, mostrando su versatilidad para ser moldeado en diferentes formas. A pesar de los desafíos encontrados, como el secado desigual y el desmolde temprano, el proyecto fue exitoso en demostrar la viabilidad de este biotextil para aplicaciones decorativas y funcionales.

Alhajero.

El alhajero fue otro de los objetos explorados para aprovechar las propiedades moldeables del biotextil. Siguiendo el mismo proceso de mezcla y vertido que los anteriores, el objetivo fue crear un objeto funcional y decorativo. El proceso experimental con el material de biotextil basado en goma xantana y almidón de maíz permitió la creación de un alhajero, utilizando el mismo textil y aglutinante que en los paneles acústicos y el florero. A continuación, se detalla el proceso de fabricación.

Preparación de la Mezcla.

Utilizando la misma mezcla de aglutinante de goma xantana y almidón de maíz elaborada para los paneles, se preparó la cantidad necesaria de material para verter en el molde del alhajero. El textil reciclado, proveniente de la misma fuente que en los otros objetos, fue mezclado con el aglutinante y preparado para su vertido.



Figura 128.

Material vertido en el molde de alhajero.

Secado en Deshidratador.

El alhajero se colocó en el deshidratador al mismo tiempo que el primer panel decorativo, sometiéndolo a un proceso de secado acelerado. Se observó que, aunque el proceso fue similar al de los paneles, el deshidratador causó un encogimiento adicional en una pequeña parte del objeto, lo que afectó ligeramente su forma final.

Evaluación del Resultado.

Al finalizar el secado, se observó que el encogimiento causado por el deshidratador hizo que una parte del alhajero pareciera mal elaborada. Sin embargo, el resto de la pieza se mantuvo en buenas condiciones, lo que demuestra la importancia de ajustar el proceso de secado para evitar deformaciones en objetos moldeados.

Observaciones y Reflexiones.

El proceso de creación del alajero reveló que aunque el material es apto para moldearse en diferentes formas, el control del secado es fundamental para obtener un resultado óptimo. La utilización del deshidratador, si bien útil, puede ocasionar problemas de encogimiento en ciertos puntos, especialmente en objetos con formas más complejas. En futuros proyectos, podría considerarse un secado a temperatura ambiente para este tipo de objetos.

Conclusión.

A pesar del pequeño defecto, el alajero se considera un éxito en términos de exploración material. Este proceso ha brindado valiosas lecciones sobre cómo ajustar el método de secado y ha demostrado que el biotextil puede ser utilizado para una variedad de aplicaciones decorativas y funcionales.



Figura 129.

Alhajero fabricado a base de residuo textil y almidón de maíz con goma xantana como aglutinantes.

Botones Decorativos.

Se elaboraron botones decorativos utilizando el mismo aglutinante de goma xantana y almidón de maíz empleado en otros objetos, como el alhajero y los paneles decorativos. Estos botones están destinados únicamente para su uso en objetos decorativos, no para vestimenta.

Preparación de la Mezcla.

Se utilizó la misma mezcla de aglutinante de goma xantana y almidón de maíz, junto con el textil reciclado previamente molido, para crear los botones. Se realizaron tres tandas en dos colores diferentes, utilizando moldes de silicón específicamente diseñados para botones.

Vertido en Moldes.

Durante el proceso de vertido, se observó la necesidad de ser especialmente minucioso para evitar la formación de burbujas o espacios huecos, dado el pequeño tamaño de los botones. Este paso requirió mayor precisión y tiempo, lo que hizo que el proceso fuera más lento pero esencial para asegurar un buen resultado.

Secado y Resultados.

Después del vertido, los botones fueron sometidos a un secado cuidadoso, similar al utilizado para otros objetos, metiéndotelos al deshidratador, requiriendo solamente 3 horas a 90°C.

El resultado final mostró botones bien formados, sin defectos visibles, y con un acabado limpio, listos para ser utilizados en proyectos decorativos.

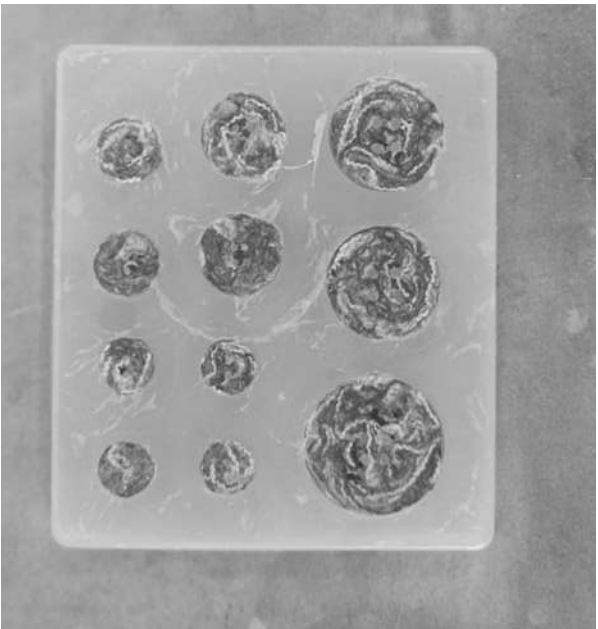


Figura 130.
Botones en el molde después del secado.

Observaciones y Reflexiones.

El proceso de creación de botones decorativos evidenció que, si bien el biotextil es adecuado para pequeños objetos moldeados, se requiere un alto nivel de precisión durante el vertido. Cualquier descuido puede resultar en defectos que comprometan la calidad final del producto.

Conclusión.

Los botones decorativos elaborados con este material son una prueba más de la versatilidad y potencial del biotextil para aplicaciones en diseño y demuestra que entre mas pequeño sea el objeto a moldear, mas minuciosidad requiere para su vertido en un molde. A pesar del tiempo requerido, los resultados obtenidos demuestran la viabilidad de este material para pequeños objetos decorativos.



Figura 131.
Botones terminados.

Cuadernos Personalizados.

En el desarrollo de este proyecto, se ha trabajado en la creación de pastas para cuadernos personalizados utilizando un biotextil experimental basado en una mezcla de almidón de maíz y goma xantana.

Preparación de la mezcla.

Se elaboró un primer cuaderno usando el mismo residuo textil y como aglutinante goma xantana y almidón de maíz, por lo que exactamente igual el proceso de elaboración del aglutinante y el material.

Vertido en molde.

Se vertió en un molde especial para moldeo de pastas para cuadernos, los cuales mas comunmente los usan para moldear con resina. En este caso el molde es para pastas de un espesor de 5mm, siendo lo mas delgado que se fabricó hasta el omento. Su vertido fue sencillo, con la necesidad de tener mayor cuidado en el área destinada para los huecos del espiral, ya que es la parte mas delgada.

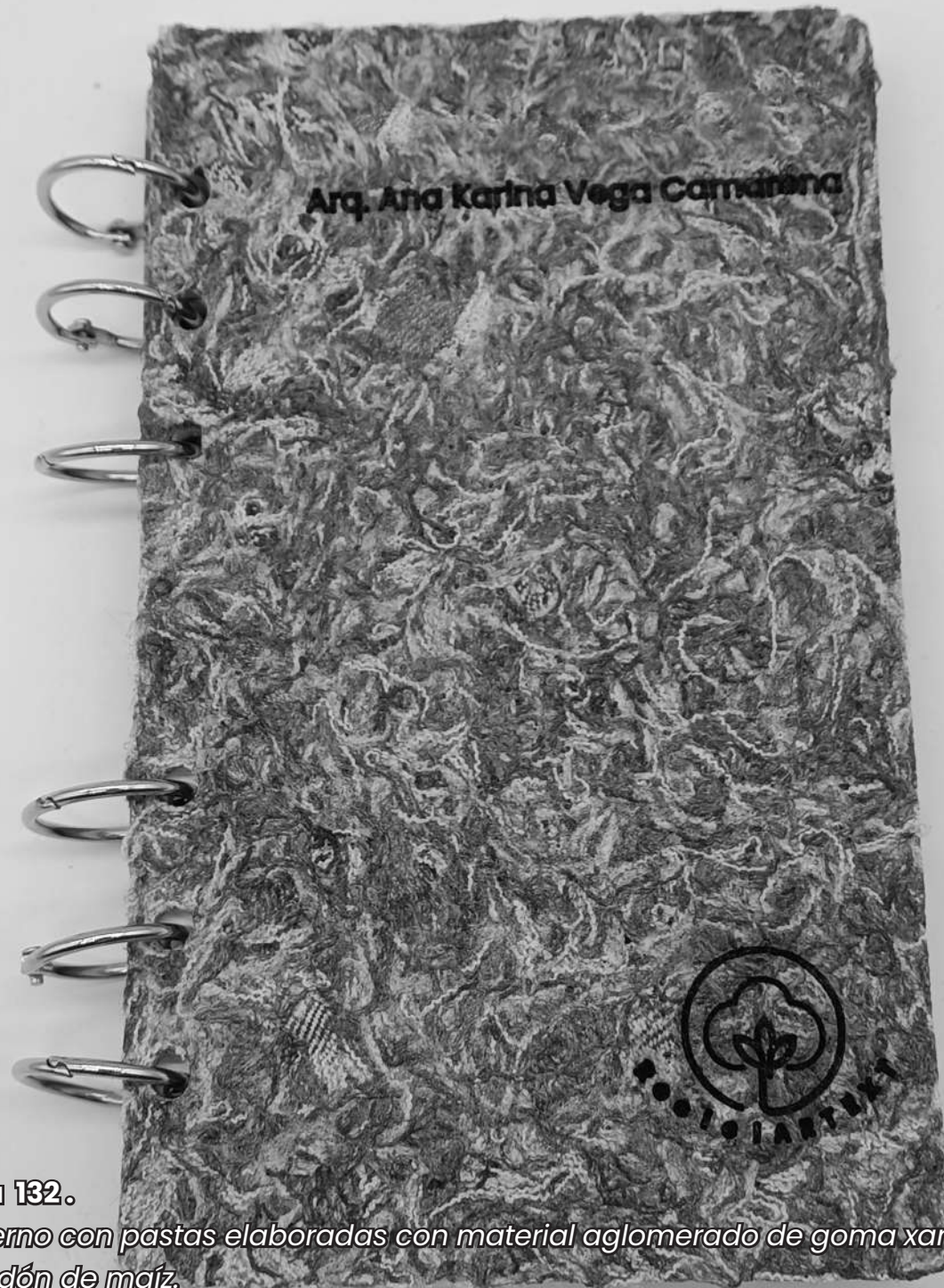


Figura 132.
Cuaderno con pastas elaboradas con material aglomerado de goma xantana y almidón de maíz.



Figura 133.
Fabricación de tapas de cuadernos.

Secado y montaje.

Las pastas fueron llevadas a deshidratador para su secado, requiriendo solamente de tres horas a 90°C para su secado. Una vez las pastas estuvieron completamente secas, se desmoldaron sin dificultad y se adquirieron hojas de papel y anillos adecuados al tamaño A6. La unión de estos elementos permite ensamblar los cuadernos, asegurando un acabado funcional y estético.

Personalización y Detalles Finales.

Se sometió la pasta frontal a grabado láser para en esta colocarle un logo y un nombre, para con ello corroborar la posibilidad de crear objetos moldeados que puedan grabarse en láser.

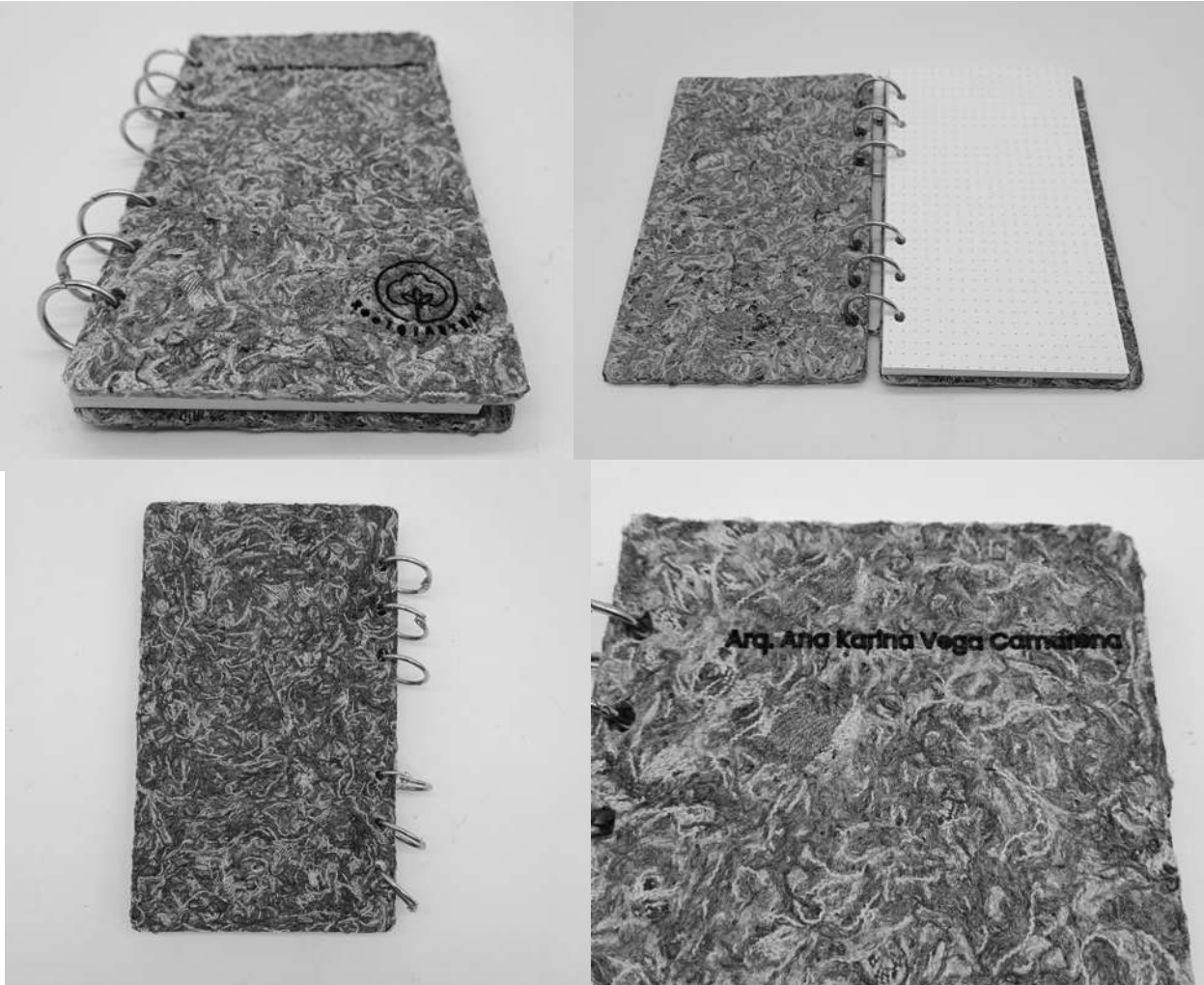


Figura 134.
Montaje y grabado láser en pasta para cuaderno.

Conclusiones.

En el proceso de creación de cuadernos personalizados con material reciclado de textil, demostró la viabilidad de utilizar una mezcla de almidón de maíz y goma xantana como material base para las pastas de cuadernos. Esta combinación de aglutinantes permitió fabricar una pasta suficientemente resistente para ser moldeada en un espesor reducido de 5 mm, lo que supone una innovación significativa en la producción de biotextiles funcionales para aplicaciones prácticas.

El proceso de vertido en moldes, aunque sencillo, requirió especial atención en áreas delgadas, como los huecos destinados a los espirales, sugiriendo que el control de los parámetros de grosor es crucial para asegurar la integridad del material en futuras producciones. El secado de las pastas fue uniforme, permitiendo un desmolde sin complicaciones, lo que señala la estabilidad del biotextil bajo condiciones de secado controladas.

Además, la pasta demostró ser apta para procesos de personalización mediante grabado láser, permitiendo la incorporación de logos y textos sin comprometer la integridad del material. Esto abre la posibilidad de desarrollar productos personalizados que no solo sean estéticamente atractivos, sino también sostenibles y funcionales. Lo que hace que estos cuadernos sean especialmente únicos es la personalización que se puede llevar a cabo en grabado en láser.

En conjunto, estos resultados sugieren que el material basado en goma xantana y almidón de maíz tiene un gran potencial para aplicaciones en la fabricación de productos personalizados, aunque será necesario realizar más pruebas para optimizar las propiedades mecánicas y garantizar su durabilidad a largo plazo.

Tablas y tableros para muebles.

Clave:E05M02

Mesa pequeña.

Una de las intenciones principales de poder crear un material aglomerado, además de moldear objetos, era el de poder fabricar tablas o tableros con los que se puedan fabricar muebles, de ahí que se moldeó un tablero para una pequeña mesa para ver las posibilidades de este uso.

Preparación de la mezcla.

El material empleado para la mesa fue una mezcla de aglomerado de goma xantana y almidón de maíz utilizando el material resultante en la etapa 3 (clave: E03 M08), utilizando mezclilla negra como componente textil. Debido a la experiencia adquirida en la fabricación de otros objetos con este material, no hubo dificultades en la preparación de la mezcla. Se siguió el mismo proceso para elaborar el aglutinante y combinarlo con las fibras de mezclilla, asegurando una adecuada distribución de los componentes.

Vertido en molde.

Para la formación de la mesa, se utilizó un molde de silicón diseñado para tableros de resina, con un espesor de 1.5 cm. Aunque el grosor era delgado, se eligió este molde debido a su disponibilidad y precio accesible para la experimentación. Se vertió la mezcla de forma cuidadosa en el molde, que presentaba una forma irregular. Este fue el objeto más grande fabricado hasta el momento, requiriendo aproximadamente 3.4 veces más material que el panel acústico previamente elaborado. Durante el vertido, se prestó especial atención a la distribución de las fibras y a la prevención de la formación de burbujas de aire. No hubo problemas con la consistencia del material, a que permaneció lo suficientemente húmedo durante todo el vaciado.

Figura 135.

Mesa pequeña fabricada con aglomerado de fécula de maíz y goma xantana.

Secado y resultado.

El material se dejó secar a temperatura ambiente, que oscilaba entre los 25 y 30 °C, evitando la exposición a la humedad. Tras 5 días de secado, se observó que la superficie expuesta estaba casi seca, pero la cara en contacto con el molde permanecía húmeda. Se comenzó a desmoldar parcialmente para verificar la consistencia, comprobando que era lo suficientemente firme por o que se terminó de desmoldar, lo cual permitió que el aire circulara mejor por el material.

El secado completo tomó un total de 10 días. Una vez seco, se apreció un acabado liso en la parte expuesta al aire, mientras que la cara que estuvo en contacto con el molde presentó pequeñas burbujas. Además, se identificó una pequeña fractura en un borde, probablemente debido a la falta de impregnación completa de las fibras textiles con el aglutinante.



Figura 136.
Fabricación de mesa pequeña fabricada con aglomerado de fécula de maíz y goma xantana.

Observaciones y recomendaciones.

Para corregir las imperfecciones observadas, se aplicó una pequeña cantidad adicional de material a la fractura, lo cual resolvió el problema estructural, aunque el área reparada quedó ligeramente más oscura. Posteriormente, se atornillaron unas patas metálicas plegables a la superficie de la mesa. El atornillado fue sencillo debido a la ligereza del material. Sin embargo, debido al grosor reducido del tablero, no se pudo aprovechar la capacidad de plegado de las patas, ya que su mecanismo requiere una fuerza que podría dañar la superficie.

Conclusión.

La mesa terminada presenta una capacidad limitada para soportar peso, adecuada únicamente para objetos ligeros, por lo que se sugiere su uso como una mesita auxiliar para cama o para sostener pequeños elementos decorativos. En futuras exploraciones, se planea fabricar tableros más gruesos o unir dos superficies similares para incrementar la resistencia y evaluar su capacidad para soportar mayor peso. Estas mejoras permitirán ampliar las aplicaciones de este material en la fabricación de muebles y productos decorativos para interiores.

Huella Ambiental

Huella Ambiental

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Cada vez más aumenta la conciencia sobre lo que el consumismo provoca sobre el medio ambiente y con ello se le da mas importancia a la protección ambiental, por lo que van surgiendo métodos para comprender más y mitigar los efectos de la manufacturación y el consumo de los distintos productos utilizados por el hombre.

La huella ambiental de un producto se mide a través del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que es una metodología estandarizada en las normas internacionales ISO 14040 e ISO 14044, en donde se cuantifica todo el proceso que conlleva la producción y uso de un producto o servicio, desde la obtención de la materia prima, todas las etapas de su ciclo de vida como la producción, la distribución, su uso hasta el fin de su vida.

Funciones del ACV (ISO 14041,2006):

- ◆ Identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en diferentes etapas de su ciclo de vida.
- ◆ Aportación de información a quienes toman decisiones en la industria y organizaciones gubernamentales o no gubernamentales, útil para la planificación estratégica, establecimiento de prioridades, y diseño/rediseño de productos o procesos.
- ◆ Selección de indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición.
- ◆ Marketing, a través de esquemas de etiquetado ambiental y declaraciones ambientales de producto.

La Norma ISO 14044 establece los requisitos para efectuar un ACV, que abarca aspectos ambientales y potenciales impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto (de la cuna a la tumba).



Figura 137.
Funciones del ACV.
Nota: Imagen adaptada a imagen de la Norma ISO 14044.

Etapas de Ciclos de Vida

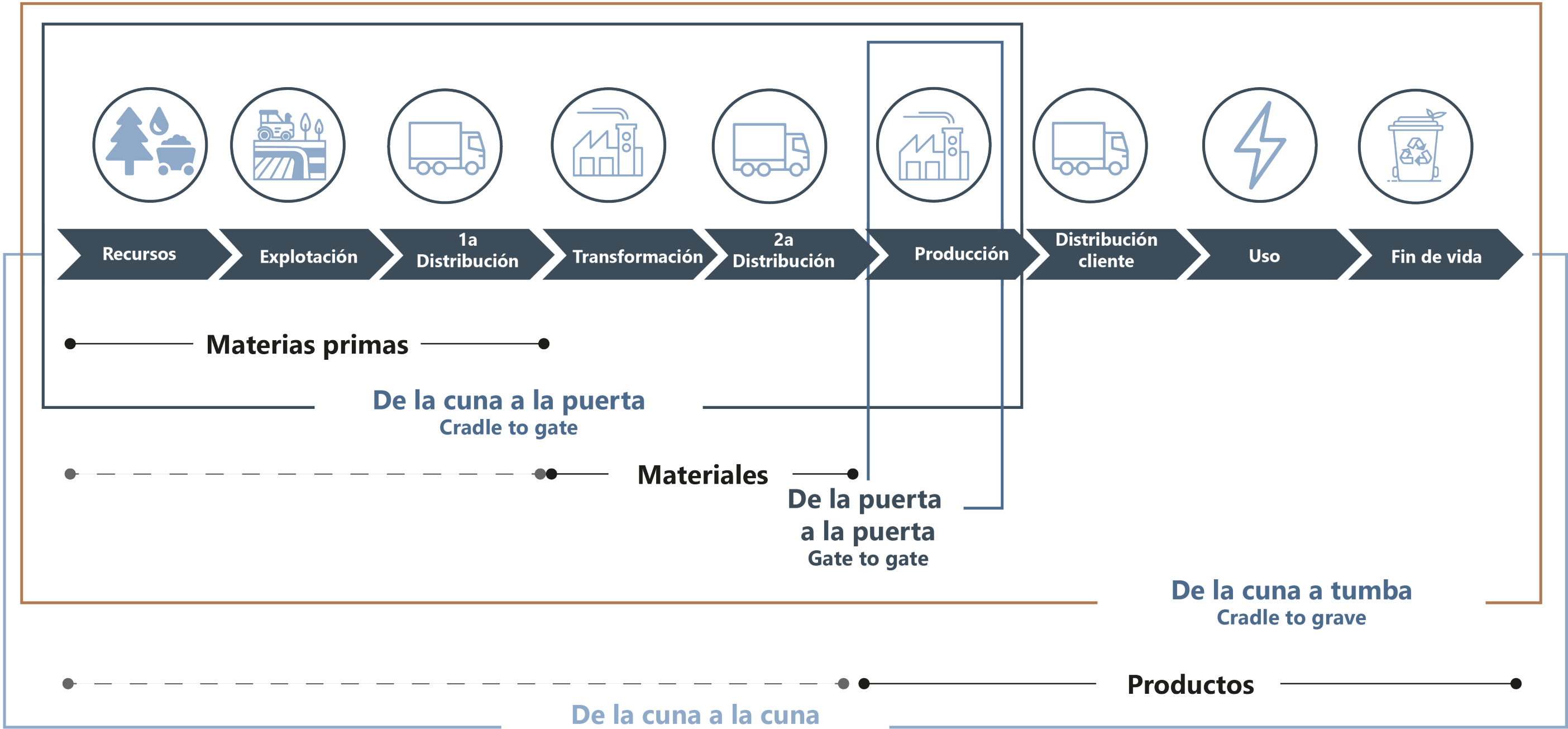


Figura 138.
Etapas de Ciclos de Vida.
Nota: Imagen adaptada a la proporcionada en clases de Diseño Sustentable II por la maestra Jared Jiménez Rodríguez, profesora de ecodiseño en la ITESO.

Diagrama de Flujo del Materiales Flexible y Aglomerado de Goma Xantana

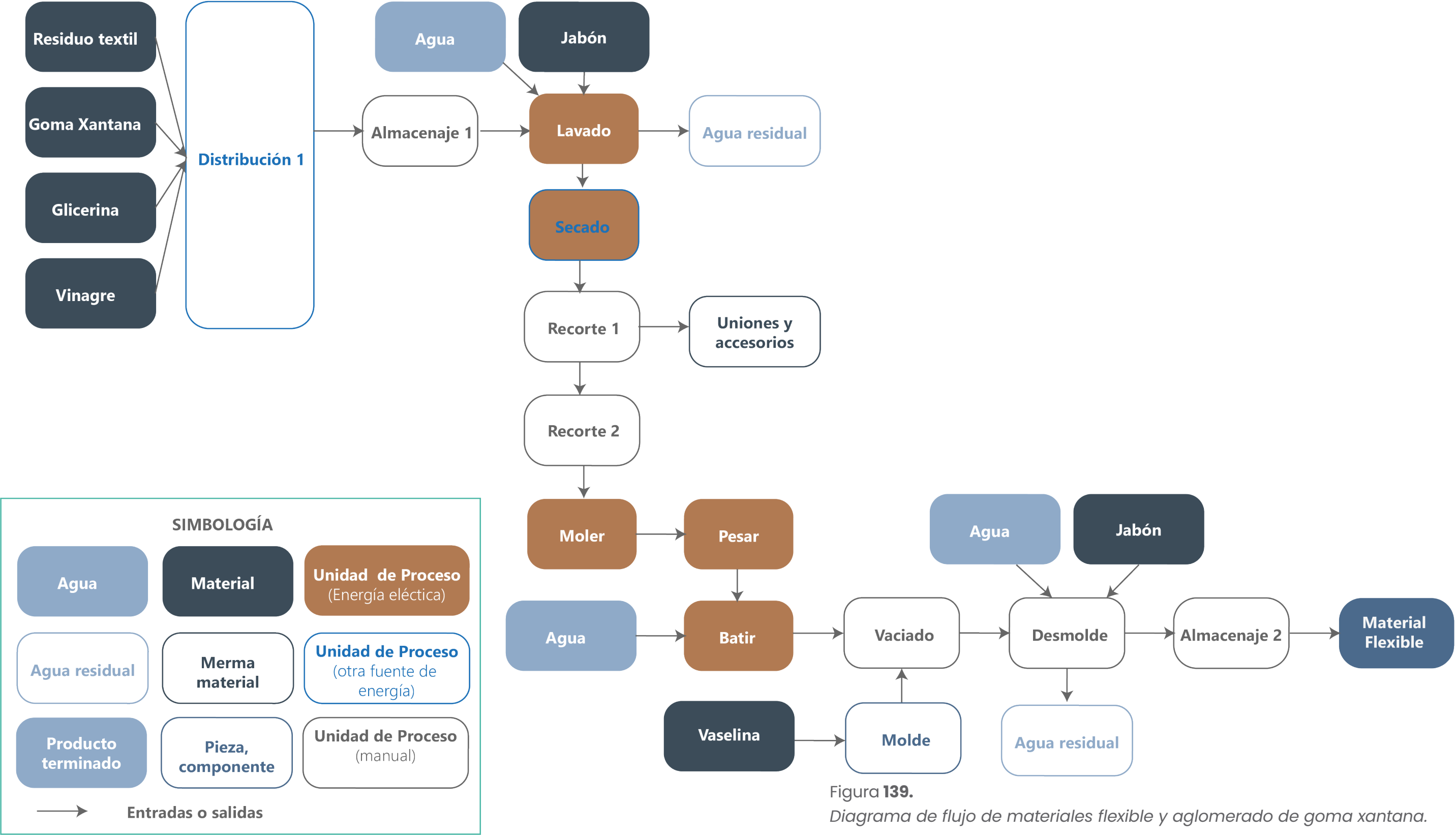


Figura 139. Diagrama de flujo de materiales flexible y aglomerado de goma xantana.

Diagrama de Flujo del Material Flexible de Almidón de Maíz

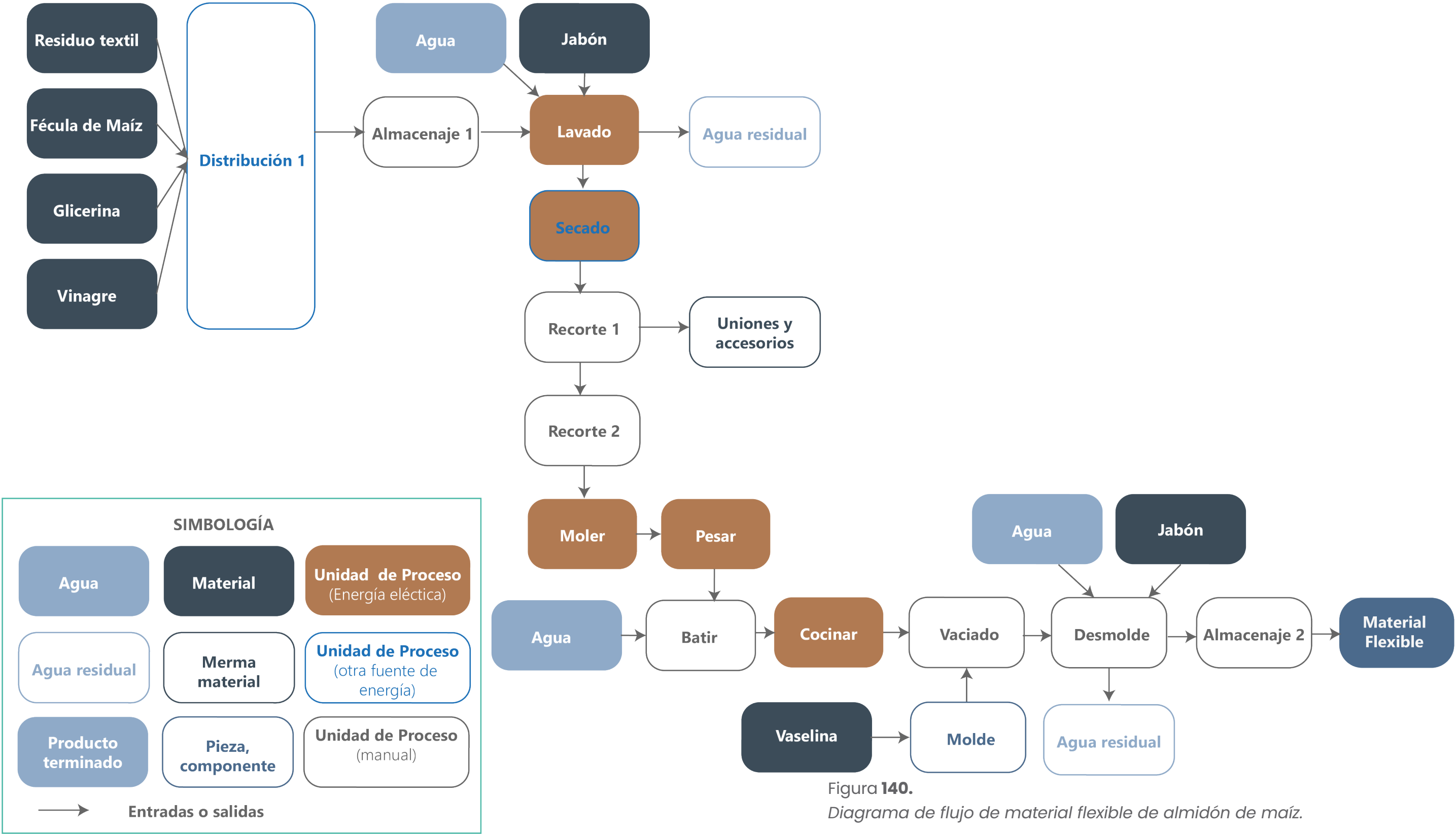


Figura 140.
Diagrama de flujo de material flexible de almidón de maíz.

Diagrama de Flujo del Material Aglomerado de Fécula de Maíz y Goma Xantana

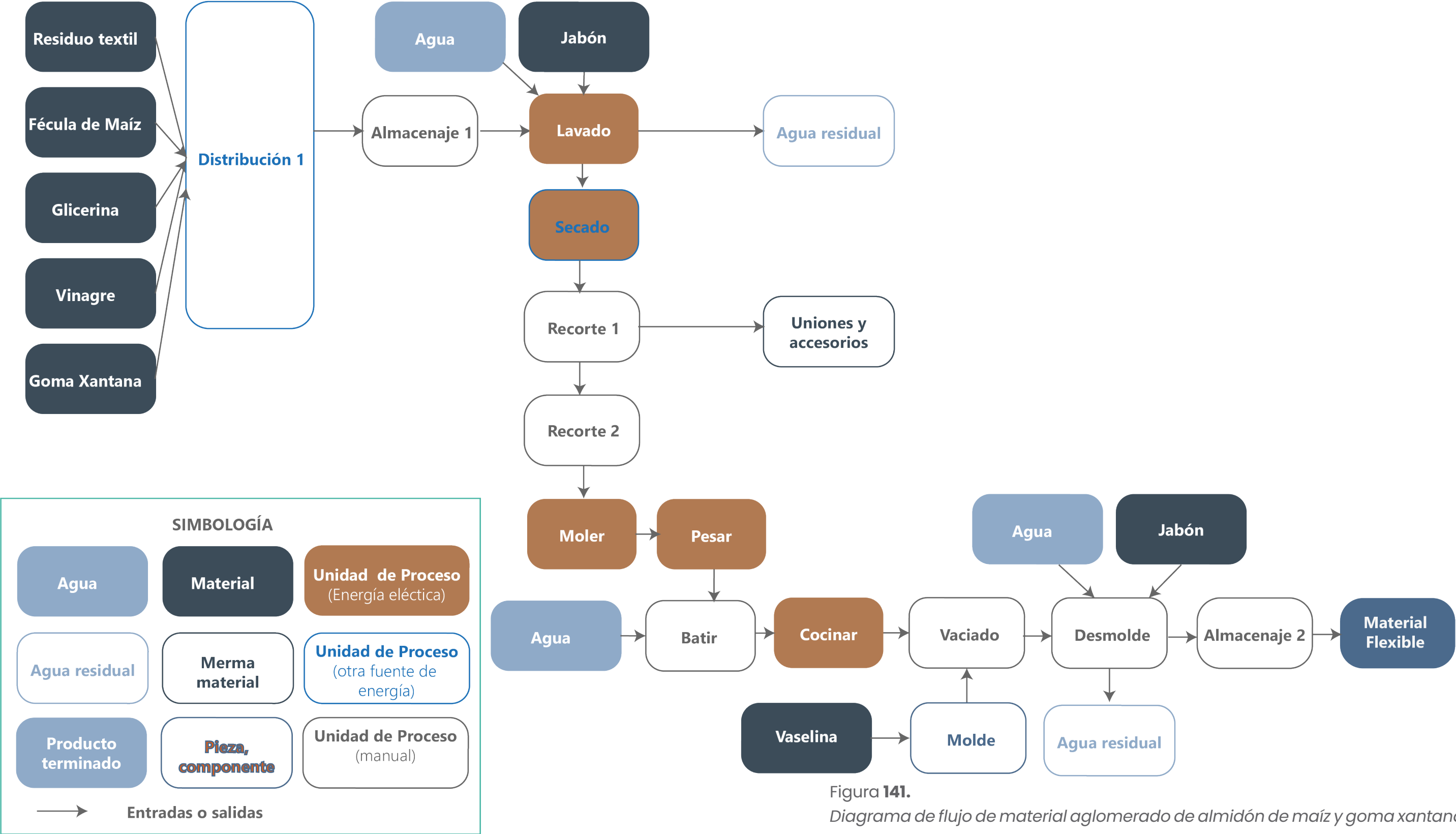


Figura 141.
Diagrama de flujo de material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana

Consumo energético

La medición del consumo energético es crucial para gestionar eficientemente los recursos y mitigar el impacto ambiental. En un contexto global donde la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el combate al cambio climático son prioritarios, entender el consumo energético se vuelve esencial. Este análisis identifica oportunidades para mejorar la eficiencia energética, reducir costos, y fomentar el uso de energías renovables. Además, proporciona datos clave para el desarrollo de políticas sostenibles a nivel individual, corporativo y gubernamental. Con tecnologías avanzadas y métodos precisos, es posible tomar decisiones informadas y responsables en la vida moderna.

En este caso se hizo una medición de consumo energético que se produce en los procesos de fabricación, se tomó una muestra por cada tipo de material para sacar las proporciones para al final realizar un cálculo por m2 de material, de cada uno de ellos se hizo un desglose y se muestran a continuación, separados por tipo de material.

Material Flexible de Goma Xantana

Clave de la muestra: E02M03

Textil de la muestra: 0.021 kg

Superficie de la muestra= 0.05 m2

Para el trabajo de la investigación no se requirió pasar la ropa por el proceso de lavado y secado debido a que la ropa que se recuperó se encontraba ya limpia y seca, sin embargo para cálculos de lo que podría llegar a provocar como emisiones de CO2 en caso de llegarse a recibir la ropa sucia, se consideraron ambos cálculos.

Lavado



Consumo de lavadora: 1.70 kwh por hora de uso
Tiempo de lavado para 18 kg 1.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.002 horas
Consumo de lavadora para la muestra 0.0035 Kwh

Consumo energético de la lavadora = 0.067 Kwh/m2

Secado



Consumo de secadora: 2.20 kwh por hora de uso
Tiempo de secado para 18 kg 0.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.001 horas
Consumo de secadora para la muestra 0.002 Kwh

Consumo energético de la secadora = 0.037 Kwh/m2

Molienda



Consumo de molino eléctrico: 1.35 kwh por hora de uso
Tiempo de molienda por kilo de ropa 0.18 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.004 horas
Consumo de molino para la muestra 0.005 Kwh

Consumo energético del molino = 0.099 Kwh/m2



Consumo energético total del material:

0.20 Kwh/kg por metro cuadrado

Figura 142.
Molino utilizado para moler residuo textil en esta investigación.

Material Flexible de Fécula de Maíz

Clave de la muestra: E03M02

Textil de la muestra: 0.053 kg

Superficie de la muestra: 0.167 m2

Lavado

Secado



Consumo de lavadora: 1.70 kwh por hora de uso
Tiempo de lavado para 18 kg 1.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.005 horas
Consumo de lavadora para la muestra 0.0087 Kwh

Consumo energético de la lavadora = 0.052 Kwh/m2

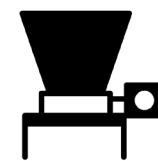
Molienda



Consumo de secadora: 2.20 kwh por hora de uso
Tiempo de secado para 18 kg 0.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.002 horas
Consumo de secadora para la muestra 0.0044 Kwh

Consumo energético de la secadora = 0.026 Kwh/m2

Cocinado



Consumo de molino eléctrico: 1.35 kwh por hora de uso
Tiempo de molienda por kilo de ropa 0.18 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.009 horas
Consumo de molino para la muestra 0.013 Kwh

Consumo energético del molino = 0.078 Kwh/m2



Consumo de estufa eléctrica: 1.00 kwh por hora de uso
Tiempo de cocinado por kilo de ropa 3.27 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.170 horas
Consumo de estufa para la muestra 0.170 Kwh

Consumo energético de la estufa = 1.017 Kwh/m2

Consumo total de energía del material:
1.17 Kwh/kg por metro cuadrado

Figura 143.
Material flexible de almidón de maíz.

Material Aglomerado de Goma Xantana

Clave de la muestra: E02M02

Textil de la muestra: 0.012 kg

Superficie de la muestra: .006 m2

Lavado



Consumo de lavadora: 1.70 kwh por hora de uso
Tiempo de lavado para 18 kg 1.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.0011 horas
Consumo de lavadora para la muestra 0.0020 Kwh

Consumo energético de la lavadora = 0.317 Kwh/m2

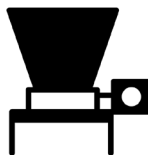
Secado



Consumo de secadora: 2.20 kwh por hora de uso
Tiempo de secado para 18 kg 0.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.001 horas
Consumo de secadora para la muestra 0.0011 Kwh

Consumo energético de la secadora = 0.176 Kwh/m2

Molienda



Consumo de molino eléctrico: 1.35 kwh por hora de uso
Tiempo de molienda por kilo de ropa 0.18 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.002 horas
Consumo de molino para la muestra 0.003 Kwh

Consumo energético del molino = 0.466 Kwh/m2

Cocinado

Consumo total de energía del material:

0.959 Kwh/kg por metro cuadrado

Material Aglomerado de Goma Xantana y Fécula de Maíz

Clave de la muestra:

Textil de la muestra: 0.011 kg

Superficie de la muestra: .006 m2

Lavado



Consumo de lavadora: 1.70 kwh por hora de uso
Tiempo de lavado para 18 kg 1.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.0011 horas
Consumo de lavadora para la muestra 0.0018 Kwh

Consumo energético de la lavadora = 0.29 Kwh/m2

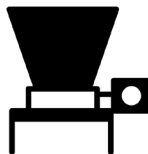
Secado



Consumo de secadora: 2.20 kwh por hora de uso
Tiempo de secado para 18 kg 0.75 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.0005 horas
Consumo de secadora para la muestra 0.001 Kwh

Consumo energético de la secadora = 0.161 Kwh/m2

Molienda



Consumo de molino eléctrico: 1.35 kwh por hora de uso
Tiempo de molienda por kilo de ropa 0.18 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.002 horas
Consumo de molino para la muestra 0.003 Kwh

Consumo energético del molino = 0.427 Kwh/m2

Cocinado



Consumo de estufa eléctrica: 1.00 kwh por hora de uso
Tiempo de cocinado por kilo de ropa 3.27 horas
Tiempo proporcional para la muestra 0.036 horas
Consumo de estufa para la muestra 0.036 Kwh

Consumo energético de la estufa = 5.74 Kwh/m2

Consumo total de energía del material:

6.62 Kwh/kg por metro cuadrado

Emisiones de CO2

La medición de dióxido de carbono (CO2) es un aspecto fundamental en el estudio de la calidad del aire y el análisis del impacto ambiental. El CO2, un gas de efecto invernadero, es emitido por diversas fuentes, incluyendo la quema de combustibles fósiles, procesos industriales, y la respiración de seres vivos. Comprender y monitorear los niveles de CO2 es esencial para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación frente a los desafíos ambientales. La medición precisa de CO2 utilizando tecnologías avanzadas y metodologías estandarizadas, proporciona datos críticos para la formulación de políticas, la evaluación del desempeño ambiental de productos y procesos, y la promoción de prácticas sostenibles en múltiples sectores.

Se siguió la misma metodología que en el cálculo del consumo energético, tomándose las mismas muestras para el cálculo particular y de ahí calcular por m2.

Material Flexible de Goma Xantana

(Ver anexo CO2 GX)

Clave de la muestra: E02M03

Textil de la muestra: 0.021 kg

Área de la muestra= 0.51 m2

Gasto energético por combustible automovil pointer= 175 g/km

Km para la recolección de la materia rima para la muestra= 0.59

Cáculo de emisiones de CO2 de transporte para la muestra= 0.59km x 175/km= 103.25 g CO2 = 0.10 kg CO2

Emisiones de CO2 por m2= 0.10/0.51= 1.94 kg CO2

Material Flexible de Almidón de Maíz

(Ver anexo CO2 FAM)

Clave de la muestra: E03M02

Textil de la muestra: 0.053 kg

Área de la muestra= 0.167 m2

Gasto energético por combustible automovil pointer= 175 g/km

Km para la recolección de la materia rima para la muestra= 4.30

Cáculo de emisiones de CO2 de transporte para la muestra= 4.30km x 175/km= 752.5 g CO2 = 0.753 kg CO2

Emisiones de CO2 por m2= 0.753/0.167= 4.50 kg CO2

Material Aglomerado de Goma Xantana

(Ver anexo CO2 AGX)

Clave de la muestra: E02M02

Textil de la muestra: 0.012 kg

Área de la muestra= 0.006 m2

Gasto energético por combustible automovil pointer= 175 g/km

Km para la recolección de la materia rima para la muestra= 0.16

Cáculo de emisiones de CO2 de transporte para la muestra= 0.16 km x 175/km= 28 g CO2 = 0.028 kg CO2

Emisiones de CO2 por m2= 0.028/0.006= 4.47 kg CO2

Material Aglomerado de Goma Xantana y Almidón de Maíz

(Ver anexo CO2 AGXAM)

Clave de la muestra:

Textil de la muestra: 0.011 kg

Área de la muestra= 0.006 m2

Gasto energético por combustible automovil pointer= 175 g/km

Km para la recolección de la materia rima para la muestra= 0.24

Cáculo de emisiones de CO2 de transporte para la muestra= 0.24 km x 175/km= 42 g CO2 = 0.042 kg CO2

Emisiones de CO2 por m2= 0.042/0.006= 6.71 kg CO2

Consumo Hídrico

El consumo de agua para la fabricación de los materiales que se llevaría, sería principalmente el que se ocuparía en el lavado de la ropa y el de su fabricación.

Una lavadora de carga frontal suelen consumir una cantidad entre 50 y 60 litro ja de agua por carga de lavado, para este cálculo se consideró que se lavara una carga de 18kg, por lo que la cantidad de agua empleada en cada material será proporcional a la cantidad de textil que necesita cada uno de ellos resultando el cálculo de la siguiente manera:

Tabla 4.
Consumo hídrico de los materiales elaborados.

Material	Cantidad de textil por muestra	Cantidad de textil por m2	Cantidad de agua para el lavado por muestra	Cantidad de agua para la fabricación por muestra	Cantidad de consumo hídrico para el lavado por m2	Cantidad de consumo hídrico para la fabricación por m2	Total de consumo hídrico por m2
Flexible de Goma Xantana	0.021 kg	0.41 kg	0.07 l	0.14 l	1.36 l	2.72 l	4.08 l
Flexible de Almidón de Maíz	0.05 kg	0.31 kg	0.18 l	0.79 l	1.05 l	4.71 l	5.76 l
Aglomerado de Goma Xantana	0.012 kg	1.92 kg	0.04 l	0.06 l	6.39 l	9.58 l	15.97 l
Aglomerado de Goma Xantana con Almidón de Maíz	.011 kg	1.76 kg	.04 l	0.06 l	5.85 l	9.58 l	15.43 l

Ciclo de vida de los nuevos materiales.

El nuevo ciclo de vida de los materiales elaborados en esta investigación se enfoca en maximizar el uso de los textiles desde su producción hasta su eventual descomposición o reciclaje, promoviendo una economía circular y una reducción significativa en la extracción de materias primas. El proceso puede desglosarse en varias etapas clave:

Obtención de Materia Prima de la Naturaleza.

En el caso de los textiles convencionales, las materias primas provienen de fuentes como algodón, lana, otras fibras naturales o fibras sintéticas derivadas de productos petroquímicos. En un ciclo de vida más sostenible, esta etapa puede minimizarse o eliminarse mediante el uso de materiales reciclados.

Producción de Textiles.

La producción inicial puede implicar procesos convencionales, pero la innovación en esta fase radica en reducir el impacto ambiental. Esto puede lograrse a través de tecnologías que optimicen el uso de agua, energía, y productos químicos. En el ciclo propuesto, la producción de textiles se llevará a cabo con materiales reciclados, lo que elimina la necesidad de obtener nuevas materias primas, además de que esto disminuye la contaminación provocada por los residuos textiles que no se reciclan.

Distribución y Venta.

Una vez producidos, los textiles se distribuyen y venden. Aquí se fomenta el uso máximo de cada prenda o material, promoviendo su durabilidad y proponiendo estrategias que prolonguen su vida útil, como la donación, reventa en tiendas de segunda mano, o su reutilización en aplicaciones como trapos, rellenos de cojines o juguetes.

Reutilización y Segunda Vida.

En lugar de descartar textiles después de su primer uso, los consumidores pueden optar por donar o vender las prendas, facilitando su reutilización. Este paso es fundamental para extender el ciclo de vida del textil antes de que

entre en un proceso de reciclaje formal. Materiales desechados pueden tener nuevas aplicaciones, como textiles de segunda mano o como componentes en la fabricación de otros productos.

Recuperación y Reciclaje.

Después de maximizar el uso de los textiles, estos se pueden recuperar para reciclarse y transformarse en nuevos productos textiles. Este paso cierra el ciclo de producción, ya que la nueva generación de textiles no requiere la extracción de nuevas materias primas, sino que se basa en los materiales recuperados.

Producción Sostenible a Partir de Materiales Reciclados.

Aquí el ciclo se reinicia, pero con una producción más ecológica. Los textiles reciclados se convierten en nuevos materiales, eliminando la dependencia de materias primas vírgenes, lo que reduce considerablemente el impacto ambiental de la industria.

Compostaje o Descomposición Natural.

En el caso de materiales que no pueden ser reciclados nuevamente, o cuando el consumidor lo prefiera, los textiles pueden compostarse. Esta opción es viable cuando los materiales utilizados son biodegradables, como algunos de los biomateriales desarrollados en esta investigación.

Reparación o Reciclaje de los Nuevos Materiales.

Los nuevos materiales creados a partir de esta investigación pueden ser reparados y reciclados infinitamente. Esto permite un ciclo de vida mucho más largo y sostenible, contribuyendo a la reducción de residuos.

Este ciclo de vida cerrado ayuda a disminuir los desechos textiles, contribuye a la conservación de recursos naturales, y alivia la presión sobre los sistemas de gestión de residuos. Además, promueve una cultura de reutilización y reparación, que se alinea con los principios de sostenibilidad y economía circular.

Ciclo de vida de los nuevos materiales.

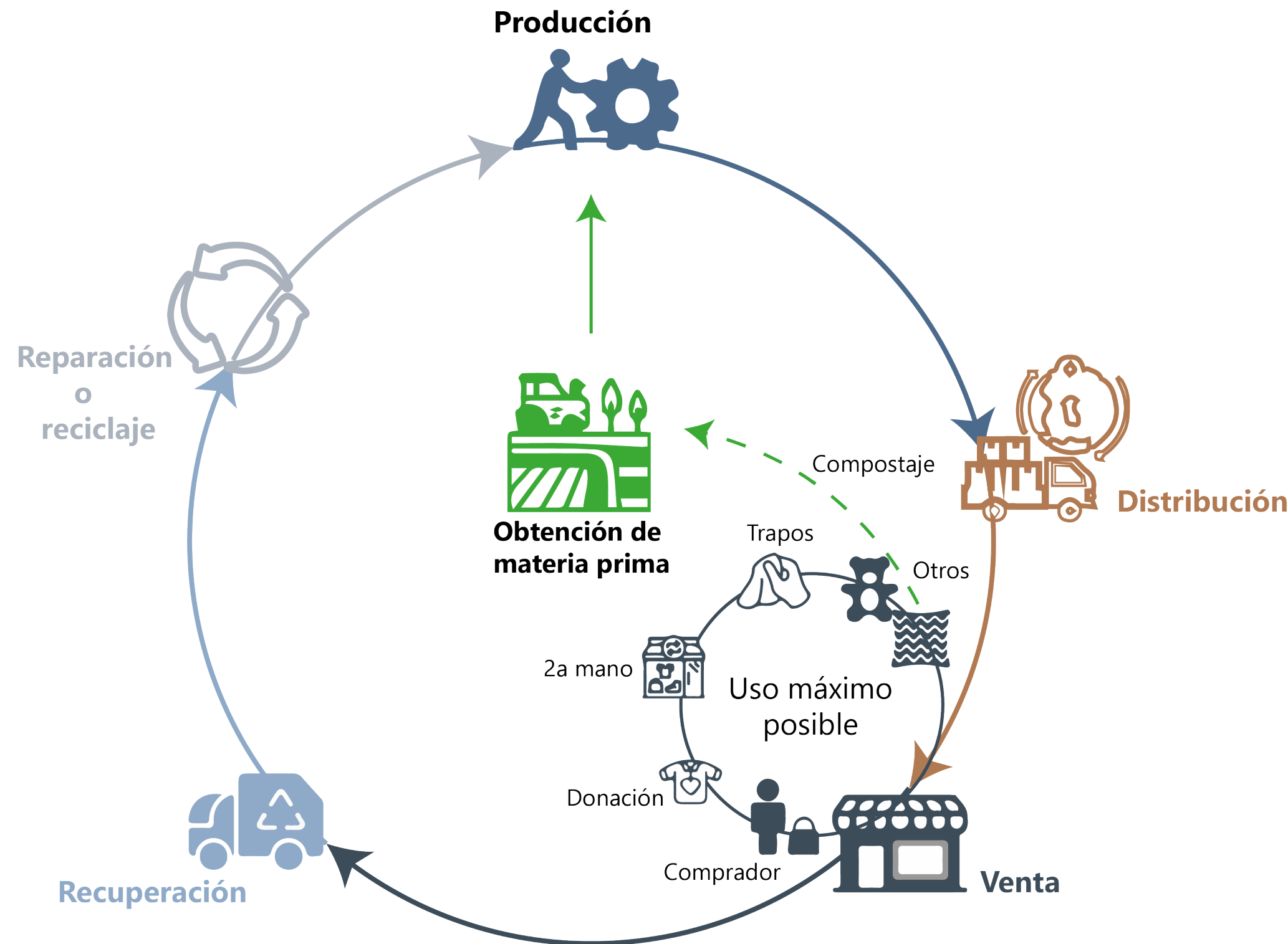


Figura 144.
Ciclo de vida de los nuevos materiales.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Fichas Descriptivas

Materiales Finales.

Finalmente fueron solo dos materiales los que resultaron más óptimos hasta esta etapa de la experimentación, por lo que a continuación se darán especificaciones únicamente de ellos, aunque para futuras investigaciones se sugiere poder explorar mas también con el material flexible de goma xantana.

Los materiales finales seleccionados fueron el flexible de almidón de maiz y el aglomerado de almidón de maiz con goma xantana.

Esta información tiene como objetivo el poder documentar los requisitos, especificaciones y pasos para poder replicar un metro cuadrado de cada tipo de material, tomando en cuenta que el aglomerado es para 1.5cm de espesor, así comoconsiderar el costo que implica cada uno de ellos a la fecha.

Material Flexible de Almidón de Maíz.

Clave: E05M01

Tiempo de preparación del residuo textil (corte y triturado):
80 minutos

Tiempo de elaboración: 2 horas

Tiempo de secado a temperatura ambiente a 24°C en un lugar seco: 72 horas

Capacidad del molino en esta investigación 1350 W

Ingredientes.

Residuo textil	0.32 kg
Almidón de maíz.	1.02 kg
Glicerina	0.11 litros
Vinagre	0.09 iitros
Agua	4.72 litros
Vaselina	(La necesaria para engrasar molde)

Equipo y herramienta.

- Tijeras
- Olla de 8 litros de capacidad
- Taza medidora
- Cucharas medidoras
- Pala o cuchara para mover
- Estufa
- Molino
- Molde

Preparación de residuos textiles.

1. El textil recuperado debe estar limpio y seco, en caso de no ser así, lavar y secar.
2. Separar telas de acuerdo al tipo, dar preferencia a los tejidos planos y de origen natural, como el algodón, y lino.
3. Eliminar uniones y accesorios del textil.
4. Cortar el resto del textil en trozos de 1cm x 1cm aproximadamente.
5. Triturar los cortes del textil en el molino.

Procedimiento de elaboración del material.

1. Una vez obtenidas las fibras pesar y medir todos los materiales a utilizar para tenerlos listo para su preparación y engrasar el molde con vaseilna.
2. En una olla verter el agua y el almidón de maíz y mezclar hasta que se disuelva, es importante que sea en frío para garantizar que se disuelva todo el almidón.
3. Calentar la mezcla a fuego alto hasta que esté tibia, bajar a fuego medio-bajo y mover constantemente para que no se pegue.
4. Una vez que comience la ebullición y empiece a espesar la mezcla bajar a fuego bajo y agregar la glicerina y seguir moviendo hasta mezclar

completamente.

5. Retirar del fuego, agregar el vinagre y mezclar hasta que queden integrados los ingredientes.

6. Ir agregando las fibras textiles en pequeñas cantidades e ir integrando hasta que todas las fibras absorban el aglutinante, si es necesario utilizar las manos.

7. Verter la mezcla por partes en el molde, de tal manera que se pueda distribuir de manera uniforme en el molde, para garantizar el acabado liso del material se recomienda usar una pala, espátula o algún instrumento liso al final del vertido, o en su defecto las manos humedecidas. Puede fabricarse y verterse el material por partes en distintas horas o días.

8. Dejar secar el material a temperatura ambiente en un lugar seco y ventilado, evitar los lugares oscuros porque esto favorece la aparición de moho.

9. Revisar el material cada 24 horas, en caso de aparición de moho, limpiar este con un algodón impregnado de vinagre y al final atomizar vinagre en el material. De ser posible exponer el material al sol por un par de horas, no exceder el tiempo porque puede provocar deformaciones en el material.

10. Pasadas 72 horas desde su fabricación, revisar el material, si ha secado por completo desmoldar con cuidado para evitar se rompa. En caso de estar aún húmedo dejar secar 24 horas mas y repetir este último paso.

Usos sugeridos.

Paneles decorativos.

Papel tapiz.

Cuadros decorativos.

Elaboración de mamparas interiores.

Suplemento de cuero como: cojines, Cubiertas para reposabrazos o respaldos de sillas, tarjeteros, carteras ligeras, cubiertas para carpetas, cuadernos y agendas, separadores, estuches para bolígrafos, pulseras o collares, llaveros decorativos.

Recomendaciones.

Se recomienda guardar el material en interiores y en un lugar seco.

En caso de derramamiento de agua secar lo antes posible con un paño húmedo.

Para su mantenimiento y limpieza usar un paño húmedo.

En caso de daño o rasgado, puede repararse elaborando más del mismo material y colocando este en el lugar a reparar.

Se sugiere de ser posible, el uso de molino de mayor capacidad para disminuir el tiempo de preparación del residuo textil, se recomienda uso de un molino específico para textil, ejemplo de ello es el de la marca Lidem del modelo TR55 que tiene una capacidad de 1,000 kg/hora, o el modelo TR87 que tiene una capacidad de 1,500 kg/hora. En ambos molinos no es necesario eliminar las uniones de las prendas textiles y solo requiere separar cierres y accesorios.

Tiempo de preparación del residuo textil con molino TR87: 1.01 minutos.

Impacto Ambiental.

Al usar residuos textiles de origen natural el material es biodegradable.

Reciclabilidad: Puede ser reciclado y volverse a usar para fabricar mas del mimo material.

Contribución a la economía circular: Cómo el uso de residuos textiles ayuda a reducir el desperdicio y el impacto ambiental de la industria textil.

Costos.

Moneda: pesos (Mxn)

Tabla 5.

Análisis de costo directo de material flexible de almidón de maíz con molino de 1350 w

Material: Flexible de Almidón de Maíz (E05M01)					Unidad: m2
Equipo de trituración: Molino de 1350w de potencia					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales					
	Residuo textil	kg	0.32	\$ -	\$ -
	Almidón de maíz	kg	1.02	\$ 26.00	\$ 26.52
	Glicerina	l	0.11	\$ 32.00	\$ 3.52
	Vinagre	l	0.09	\$ 10.67	\$ 0.96
	Agua	l	4.72	\$ 25.10	\$ 118.47
Total materiales					\$ 149.47
Mano de obra					
	Ayudante	Jor	0.9375	\$ 333.00	\$ 312.19
Total mano de obra					\$ 312.19
Equipo y herramienta					
	Herramienta	(%)mo	0.0003	\$ 1,793.00	\$ 0.54
Total Equipo y herramienta					\$ 0.54
				Costo Directo	\$ 462.20

Tabla 6.

Análisis de costo directo de material flexible de almidón de maíz con molino lidem TR87.

Material: Flexible de Almidón de Maíz (E05M01)					Unidad: m2
Equipo de trituración: Molino Lidem TR87					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales					
	Residuo textil	kg	0.32	\$ -	\$ -
	Almidón de maíz	kg	1.02	\$ 26.00	\$ 26.52
	Glicerina	l	0.11	\$ 32.00	\$ 3.52
	Vinagre	l	0.09	\$ 10.67	\$ 0.96
	Agua	l	4.72	\$ 25.10	\$ 118.47
Total materiales					\$ 149.47
Mano de obra					
	Ayudante	Jor	0.24	\$ 333.00	\$ 79.92
Total mano de obra					\$ 79.92
Equipo y herramienta					
	Herramienta	(%)mo	0.0003	\$ 15,511.00	\$ 4.65
Total Equipo y herramienta					\$ 4.65
				Costo Directo	\$ 234.04

Material Aglomerado de Almidón de Maíz y Goma Xantana.

Clave: E05M02

Tiempo de preparación del residuo textil (corte y triturado): 9 horas

Tiempo de elaboración: 17 horas

Tiempo de secado a temperatura ambiente a 24°C en un lugar seco: 168 horas (7 días)

Capacidad del molino en esta investigación 1350 W

Ingredientes.

Residuo textil	1.83 kg
Almidón de maíz.	1.00 kg
Goma xantana	0.17 kg
Glicerina	0.001 litros
Vinagre	0.67 litros
Agua	10 litros
Vaselina	(La necesaria para engrasar molde)

Equipo y herramienta.

- Tijeras
- Olla de 8 litros de capacidad
- Taza medidora
- Cucharas medidoras
- Pala o cuchara para mover
- Estufa
- Molino
- Molde

Batidora eléctrica

Preparación de residuos textiles.

1. El textil recuperado debe estar limpio y seco, en caso de no ser así, lavar y secar.
2. Separar telas de acuerdo al tipo, dar preferencia a los tejidos planos y de origen natural, como el algodón, y lino.
3. Eliminar uniones y accesorios del textil.
4. Cortar el resto del textil en trozos de 1cm x 1cm aproximadamente.
5. Triturar los cortes del textil en el molino.

Procedimiento de elaboración del material.

1. Una vez obtenidas las fibras pesar y medir todos los materiales a utilizar para tenerlos listo para su preparación y engrasar el molde con vasilina.
2. En una olla verter el agua y el almidón de maíz y mezclar hasta que se disuelva, es importante que sea en frío para garantizar que se disuelva todo el almidón.
3. Agregar la goma xantana a la mezcla y batir con una batidora hasta disolver.
4. Calentar la mezcla a fuego alto hasta que esté tibia, bajar a fuego medio-bajo y mover constantemente para que no se pegue.
5. Una vez que comience la ebullición y empiece a espesar la mezcla bajar a fuego bajo y agregar la glicerina y seguir moviendo hasta mezclar completamente.
6. Retirar del fuego, agregar el vinagre y mezclar hasta que queden integrados los ingredientes.
7. Ir agregando las fibras textiles en pequeñas cantidades e ir integrando hasta que todas las fibras absorban el aglutinante, si es necesario utilizar las manos.
8. Verter la mezcla por partes en el molde, de tal manera que se pueda distribuir de manera uniforme en el molde. Utilizar una superficie plana que encaje en el molde para comprimir el material sin usar mucha fuerza para no

derramar.

9. Dejar secar el material a temperatura ambiente en un lugar seco y ventilado, evitar los lugares oscuros porque esto favorece la aparición de moho.

10. Revisar el material cada 24 horas, en caso de aparición de moho, limpiar este con un algodón impregnado de vinagre y al final atomizar vinagre en el material. De ser posible exponer el material al sol por un par de horas, no exceder el tiempo porque puede provocar deformaciones en el material.

11. Pasados 7 días desde su fabricación, revisar el material, si ha secado por completo desmoldar con cuidado para evitar se rompa. En caso de estar aún húmedo dejar secar 24 horas mas y repetir este último paso.

Usos sugeridos.

- Paneles decorativos.
- Panel acústico.
- Panel térmico.
- Estructuras para muebles.
- Moldeo de objetos.

Recomendaciones.

Se recomienda guardar el material en interiores y en un lugar seco.

Evitar el derrame de líquidos sobre el , en caso de derramamiento de agua secar lo antes posible con un paño húmedo y dejar secar completamente sin manipularlo.

Para su mantenimiento y limpieza usar un paño húmedo.

En caso de daño, se puede reparar elaborando más del mismo material y colocando este en el lugar a reparar.

Se sugiere de ser posible, el uso de molino de mayor capacidad para disminuir el tiempo de preparación del residuo textil, se recomienda uso de un molino específico para textil, ejemplo de ello es el de la marca Lidem del modelo TR55 que tiene una capacidad de 1,000 kg/hora, o el modelo TR87 que tiene una

capacidad de 1,500 kg/hora. En ambos molinos no es necesario eliminar las uniones de las prendas textiles y solo requiere separar cierres y accesorios.

Tiempo de preparación del residuo textil con molino TR87: 1.01 minutos.

Impacto Ambiental.

Al usar residuos textiles de origen natural el material es biodegradable.

Reciclabilidad: Puede ser reciclado y volverse a usar para fabricar mas del mismo material.

Contribución a la economía circular: Cómo el uso de residuos textiles ayuda a reducir el desperdicio y el impacto ambiental de la industria textil.

Costos.

Moneda: pesos (Mxn)

Tabla 7.

Análisis de costo directo de material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana con molino lidem TR87.

Material: Aglomerado de Almidón de Maíz y Goma Xantana (E05M02) Unidad: m2					
Equipo de trituración: Molino de 1350w de potencia					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales					
	Residuo textil	kg	1.83	\$ -	\$ -
	Almidón de maíz	kg	1	\$ 26.00	\$ 26.00
	Goma Xantana	kg	0.17	\$ 176.00	\$ 29.92
	Glicerina	l	0.001	\$ 32.00	\$ 0.03
	Vinagre	l	0.67	\$ 10.67	\$ 7.15
	Agua	l	10	\$ 25.10	\$ 251.00
Total materiales					\$ 314.10
Mano de obra					
	Ayudante	Jor	3.25	\$ 333.00	\$ 1,082.25
Total mano de obra					\$ 1,082.25
Equipo y herramienta					
	Herramienta	(%)mo	0.0003	\$ 1,793.00	\$ 0.54
Total Equipo y herramienta					\$ 0.54
				Costo Directo	\$ 1,396.89
				Área de pieza de panel=	0.0375
				Precio por pieza	\$ 52.38

Tabla 8.

Análisis de costo directo de material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana con molino lidem TR87.

Material: Aglomerado de Almidón de Maíz y Goma Xantana (E05M02) Unidad: m2					
Equipo de trituración: Molino Lidem TR87					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materiales					
	Residuo textil	kg	1.83	\$ -	\$ -
	Almidón de maíz	kg	1	\$ 26.00	\$ 26.00
	Goma xantana	kg	0.17	\$ 176.00	\$ 29.92
	Glicerina	l	0.001	\$ 32.00	\$ 0.03
	Vinagre	l	0.67	\$ 10.67	\$ 7.15
	Agua	l	10	\$ 25.10	\$ 251.00
Total materiales					\$ 314.10
Mano de obra					
	Ayudante	Jor	2.12	\$ 333.00	\$ 705.96
Total mano de obra					\$ 705.96
Equipo y herramienta					
	Herramienta	(%)mo	0.0003	\$ 15,511.00	\$ 4.65
Total Equipo y herramienta					\$ 4.65
				Costo Directo	\$ 1,024.71
				Área de pieza de panel=	0.0375
				Precio por pieza	\$ 38.43

Comparativas de costos de materiales similares.

Moneda: pesos (Mxn)

Los siguientes precios son precios promedio en el mercado mexicano, a la fecha de esta investigación.

Tabla 9.
Comparativa de precios de materiales que podrían ser suplidos por el material flexible de almidón de maíz.

Material	Flexible almidón de maíz (E05M01)	Fruitleather	Cuero de vaca	Vinipiel
Precio	\$462.20/m2	\$1,203.11/m2 + gastos de envío e importación	\$2,286/m2 (de 2 oz que es el mas delgado)	\$56.66/m2

El costo del material de esta investigación considerado en la tabla anterior es el costo directo mas elevado que se obtuvo con el uso de molino de 1350 w, y aún así al hacer la comparativa con los materiales para similar aplicación, podemos observar un margen considerable, a excepción de la vinipiel que es un material sintético, sin embargo hay que considerar que los otros materiales ya tiene incluido el costo de ganancia del vendedor.

Tabla 10.
Comparativa de precios de materiales que podrían ser suplidos por el material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana.

Material	Panel aglomerado (E05M02)	Panel acústico autoadhesivo de material de poliéster.
Precio	\$52.38/pieza	\$46.62/pieza

Para este material se consideró para la comparativa, un panel autoadhesivo con cinta doble cara, elaborado de material de poliéster, que se adhiere a la pared de manera en que sería adherido el panel elaborado en la investigación.

El precio considerado para el panel de la investigación corresponde al que resultó al usar molino de 1350 w, por lo que puede bajar su costo, sin embargo hay que tomar en cuenta que el precio con el que se compara ya incluye el costo de ganancia del proveedor.

Se puede observar que el costo de esta investigación es ligeramente mayor a costo directo, pero es elaborado de manera artesanal lo que encarece su precio, además tiene la ventaja de ser fabricado con materiales naturales y biodegradables y en cambio el otro es de material sintético, lo que provoca mas contaminación en el medio ambiente.

Capacidad de producción.

Una vez obtenidos los materiales y así la cantidad de residuo textil que requieren para su fabricación, se puede calcular la cantidad de material aproximado que se podría fabricar tomando en cuenta únicamente los establecimientos que fueron entrevistados.

Ninguno de los entrevistados pudo proporcionar una estimación precisa de la cantidad de mezclilla que reciben mensualmente debido a la variabilidad en las entregas. Para esta investigación, se tomará en cuenta la totalidad de la ropa apta para reciclaje que reciben. Sin embargo, durante el proceso de exploración, se decidió trabajar exclusivamente con mezclilla, ya que los otros tipos de tela resultaron más difíciles de triturar con el equipo disponible. Además, la mezclilla es reconocida por su mayor contenido de fibras de algodón. Aunque reciben una gran cantidad de ropa sintética, se podría reciclar adecuadamente con el equipo adecuado o simplemente cortándola sin triturarla.

Dado que los lugares entrevistados reciben en promedio 75 kg de ropa al mes, se podrían generar las siguientes cantidades de cada material.

Tabla 11.
Capacidad de producción mensual de cada material.

Tipo de Material	Residuos Textiles Necesarios (kg/m²)	Producción con 75 kg de Residuos (m²)	Producción Equivalente (Paneles Decorativos)
Material Flexible (Almidón de Maíz, clave: E05M01)	0.314 kg/m²	238 m²	N/A
Material Aglomerado (Almidón + Goma Xantana Clave:E05M02)	1.76 kg/m²	42.61 m²	26 paneles decorativos

Análisis general de resultados.

En la primera etapa se experimentó con 8 aglutinantes en distintas proporciones, con la finalidad de obtener dos materiales para dos distintas funciones, por un lado un material flexible que sustituyera un textil o un cuero, y por otro, un material aglomerado que funcionara como un aglomerado.

Como se observó en los resultados de la primera etapa, la goma xantana y el agar agar sobresalen por su capacidad de mantener el volumen del material, mientras que el almidón de maíz ofrece dureza pero requiere mejoras en términos de estabilidad volumétrica, lo que permitió identificar los aglutinantes más viables para diferentes tipos de materiales, aprovechando las propiedades de cada uno de ellos, para en el caso de esta investigación, en la etapa dos continuar con el uso de goma xantana para aprovechar la capacidad de mantener su volumen inicial, y en el caso del material aglomerado, mezclarlo con almidón de maíz para obtener mayor dureza sin disminuir su volumen.



Figura 145.
Análisis de los mejores aglutinantes resultantes.
Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

En la segunda etapa el principal hallazgo fue en cuanto al cambio de las proporciones de los materiales empleados. Respecto a la nueva formulación de almidón de maíz para el material flexible, se consiguió un material muy flexible que bien podría sustituir un cuero en apariencia.



Figura 146.

Hallazgo en etapa 2.

Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

Con los métodos de fabricación experimentados en la etapa 2, se redujo significativamente el tiempo de secado al usar deshidratador, por lo que esta será una buena opción para fabricaciones futuras, además fue menos el tiempo de mezclado usando batidora manual, para el caso del material con goma xantana, en donde de forma manual requiere de mas esfuerzo y tiempo.



Figura 147.

Hallazgo en etapa 3.

Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

En relación con el ajuste en la proporción de los materiales, en la etapa tres se observó que al reducir la cantidad de goma xantana para la fabricación del material flexible, si bien es posible reducir la cantidad de este aglutinante para ahorrar costos, ello impacta negativamente en la resistencia del material, ya que una mayor proporción de goma xantana permite una mejor cohesión entre las fibras (ver anexo del material con clave: E02M05).

Respecto al triturado de los residuos textiles, si se dispone de un molino de baja capacidad, se sugiere trabajar preferentemente con tejidos planos, ya que los tejidos de punto tienden a enredarse y complicar el proceso de trituración, lo que a su vez dificulta la mezcla uniforme de las fibras con el aglutinante.

En cuanto a la variedad de colores obtenidos a partir de las prendas recicladas, trabajar únicamente con tejidos planos puede limitar la gama de colores disponibles. En esta investigación, se emplearon mayoritariamente pantalones de mezclilla debido a la abundancia de residuos de este tipo de tejido. No obstante, una de las principales limitaciones al utilizar los colores propios de las prendas recicladas es la dificultad de obtener tonalidades uniformes para grandes cantidades de material.

También se analizó como la reutilización de telas de ropa descartada como medios de apoyo para el material no es funcional, por lo que se descarta su utilización para este fin.

La forma de fabricación y colocación de ceras en esta investigación no fueron funcionales, motivo por el cual se requiere mayor exploración en este campo.



Requiere mayor exploración el uso de ceras de recubrimiento.

Figura 148.

Hallazgo en etapa 4.

Nota: iconos adaptados de Noun Project (CC BY 3.0)

En todas las exploraciones no se han observado dificultades significativas al cambiar las escalas de producción. Por lo tanto, se sugiere aprovechar esta ventaja para fabricar piezas más grandes cuando sea necesario.

Aunque las pruebas realizadas hasta el momento son preliminares y aún se requieren ensayos de laboratorio más rigurosos, los resultados obtenidos proporcionan una base útil para determinar los posibles usos específicos de los materiales fabricados, así como los procesos que pueden soportar sin deteriorarse. Además, estos resultados nos permiten identificar qué materiales son adecuados para avanzar a la siguiente fase de investigación.

La tela por si sola es inflamable, sobre todo las fibras sintéticas, ya que estas tienden a derretirse y gotear con el fuego, lo que cuando un incendio comienza este puede propagarse con mayor facilidad y rapidez a través de la tela. Por otro lado, las fibras naturales, como el algodón y el lino, también son inflamables, pero presentan un comportamiento distinto: el algodón, por ejemplo, se quema rápidamente, pero no se derrite. Sin embargo, al mezclar el algodón con los aglutinantes, se observó un retraso significativo en la propagación del fuego.

En relación con la impermeabilidad, todos los materiales mostraron cierta susceptibilidad a la humedad. No obstante, aquellos fabricados con almidón de maíz demostraron mayor resistencia a la humedad ligera, por lo que se concluye que estos materiales pueden limpiarse con un paño húmedo sin comprometer su integridad.

En cuanto a las pruebas de carga, el material flexible de goma xantana mostró limitaciones en su capacidad para soportar peso, deformándose y colapsando bajo una carga de 1.2 kg. Por tanto, su uso debe restringirse a aplicaciones que no impliquen soportar grandes cargas. En contraste, el material flexible de almidón de maíz demostró ser más robusto, soportando hasta 2.5 kg sin romperse.

Conclusión general.

La gestión de residuos textiles es una cuestión urgente que demanda atención y acción inmediatas. Este trabajo de tesis demuestra que es posible dar una segunda vida a los textiles, promoviendo su reutilización y reciclaje para evitar que terminen en vertederos, donde solo contribuirían a la contaminación.

A través de alianzas estratégicas con empresas, es viable recuperar una mayor cantidad de textiles y emplearlos en la fabricación de nuevos materiales y productos de diseño, mitigando así la contaminación ambiental.

Durante la elaboración de este proyecto, se identificaron varias áreas de mejora en el proceso de fabricación de nuevos materiales a partir de residuos textiles. La mitigación de la contaminación provocada por los residuos textiles es factible a través de la fabricación de nuevos materiales y productos de diseño. Sin embargo, para maximizar el potencial de estos esfuerzos, es esencial contar con maquinaria especializada y promover una mayor concientización en la sociedad y el gobierno sobre la importancia del reciclaje textil. Alentar a un público dispuesto a pagar un precio más alto por productos sostenibles, que el que pagan por los sintéticos y desechables, ya que esto también puede apoyar este modelo de economía circular, contribuyendo significativamente a la reducción de la huella ambiental de la industria textil.

Aunque no se contó con toda la maquinaria necesaria para lograr un reciclaje mayor, los análisis de casos análogos mostraron que se pueden reducir significativamente los tiempos y costos de producción mediante el uso de equipos industriales. Por ejemplo, el uso de un molino industrial para triturar textiles puede acelerar el proceso hasta 1500 veces comparado con métodos manuales, permitiendo recuperar más material y procesar tejidos lisos y de punto con mayor eficiencia, además esto permitiría explorar aún mas con la posibilidad de colores llegando a crear alguna paleta de color mas amplia.

La preparación de los textiles para su uso en la fabricación también puede optimizarse. Solicitar textiles limpios y secos desde el principio ayuda a reducir los tiempos y costos energéticos. Además, la implementación de maquinaria para mezclar ingredientes, verter materiales en moldes y secar el producto

final puede mejorar la eficiencia y reducir los costos. Aunque por el momento en el laboratorio donde se llevó a cabo la fabricación se tiene un deshidratador pequeño, mas adelante si se deseara industrializar el material podría llevarse a cabo el secado en uno mas grande, lo que podría ser especialmente útil para el secado rápido de piezas de mayor dimensión.

Aunque la utilización de maquinaria industrial puede aumentar la huella ecológica del proceso, se considera que este impacto es menor comparado con la fabricación de materiales tradicionales, que utilizan recursos no renovables y procesos altamente contaminantes. La incorporación de un biotextil, desarrollado a partir de textiles reciclados, ofrece una solución más sostenible y amigable con el medio ambiente.

En el caso específico del material flexible a base de almidón de maíz, es importante tener en cuenta el tiempo de secado, ya que un secado rápido puede dificultar el vertido en grandes cantidades. Se recomienda producir un máximo de 1 m² por tirada si el vaciado es realizado por una sola persona.

Se descarta, por el momento, el uso de telas de apoyo provenientes de los mismos residuos textiles, aunque se considera pertinente continuar explorando esta opción en futuras investigaciones, particularmente utilizando telas nuevas tipo malla. Este enfoque ha sido empleado exitosamente por otros diseñadores y creadores de biomateriales con apariencia de cuero, lo que podría contribuir a mejorar tanto la resistencia como la durabilidad del material.

Se pudo observar como aunque disminuya la cantidad del material principal para el aglutinante continúa cumpliendo con su función de unir los residuos, se concluye que para obtener un material más resistente, es recomendable utilizar cantidades suficientes para mejores resultados, como es el caso de goma xantana (para ver cantidad recomendada ver anexo del material con clave: E02M05).

Referente a las pruebas sencillas a las que fueron sometidos los materiales, se obtuvieron hallazgos importantes, como el de inflamabilidad donde se vio como el material no se encendió de inmediato, y una vez extinguido, no mostró indicios de reavivarse, lo que sugiere que los aglutinantes utilizados pueden tener propiedades retardantes al fuego, lo que resulta beneficioso para aplicaciones en interiores.

Sin embargo, algunas otras pruebas fueron desfavorables como la

de impermeabilidad, ya que se obtuvo que deben evitarse la exposición prolongada a líquidos y los derrames sobre el material. La goma xantana, en particular, mostró una fragilidad considerable ante la humedad, lo que hace necesario investigar la posibilidad de aplicar recubrimientos o aditivos durante su fabricación para mejorar su resistencia a la humedad y al desgaste. Esta estrategia también podría aplicarse a los materiales con almidón de maíz, reforzando así su uso en interiores secos.

Aun así, debido a la falta de pruebas de laboratorio exhaustivas, se recomienda su uso en aplicaciones de menor exigencia y frecuencia de uso.

Respecto a los procesos a los que pueden someterse, como la unión de piezas, cortes, perforaciones y grabado láser, los materiales respondieron adecuadamente, lo que sugiere que pueden ser viables como sustitutos de otros materiales. Sin embargo, es preferible priorizar los procesos en los que los materiales mostraron mayor eficacia, como la unión mediante el mismo aglutinante utilizado en su fabricación, en lugar de recurrir a métodos mecánicos de ensamblaje.

En cuanto a futuras investigaciones, se podrían explorar métodos para mejorar la resistencia y la vida útil de los materiales fabricados, como la adición de aglutinantes modificados para proteger contra la humedad, o el uso de selladores y barnices, por lo que se recomienda seguir investigando otros procesos de aplicación de ceras y recubrimientos con el objetivo de mejorar la resistencia a la humedad y al desgaste de los materiales. La exploración de nuevos recubrimientos podría ser clave para extender la vida útil del biomaterial. También se podrían experimentar con la coloración vegetal para crear patrones de diseño, aunque antes que esto es preferible aprovechar el triturado de un molino de mayor capacidad para poder triturar todo tipo de textiles para obtener más colores, para de esta manera ampliar la gama y paleta de colores, incluso poder crear un catálogo de colores de acuerdo a los que predominen, aumentando así las posibilidades de aplicación y atractivo de los nuevos productos.

Esta investigación se centró principalmente en la fabricación de nuevos materiales a partir del reciclaje textil, sin embargo, como diseñadores, una vez obtenido nuevos materiales con éxito, se puede pasar a otra fase que consista no solo en reemplazar materiales ya existentes con estos nuevos, sino el de

innovar con nuevos objetos que puedan cubrir alguna necesidad y puedan ser fabricados a partir de estos nuevos materiales, ya que pueden existir muchas funciones para estos, además de las ya existentes.

Este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el reciclaje textil, mostrando que con los recursos y apoyos adecuados, es posible transformar residuos en recursos valiosos y sostenibles.

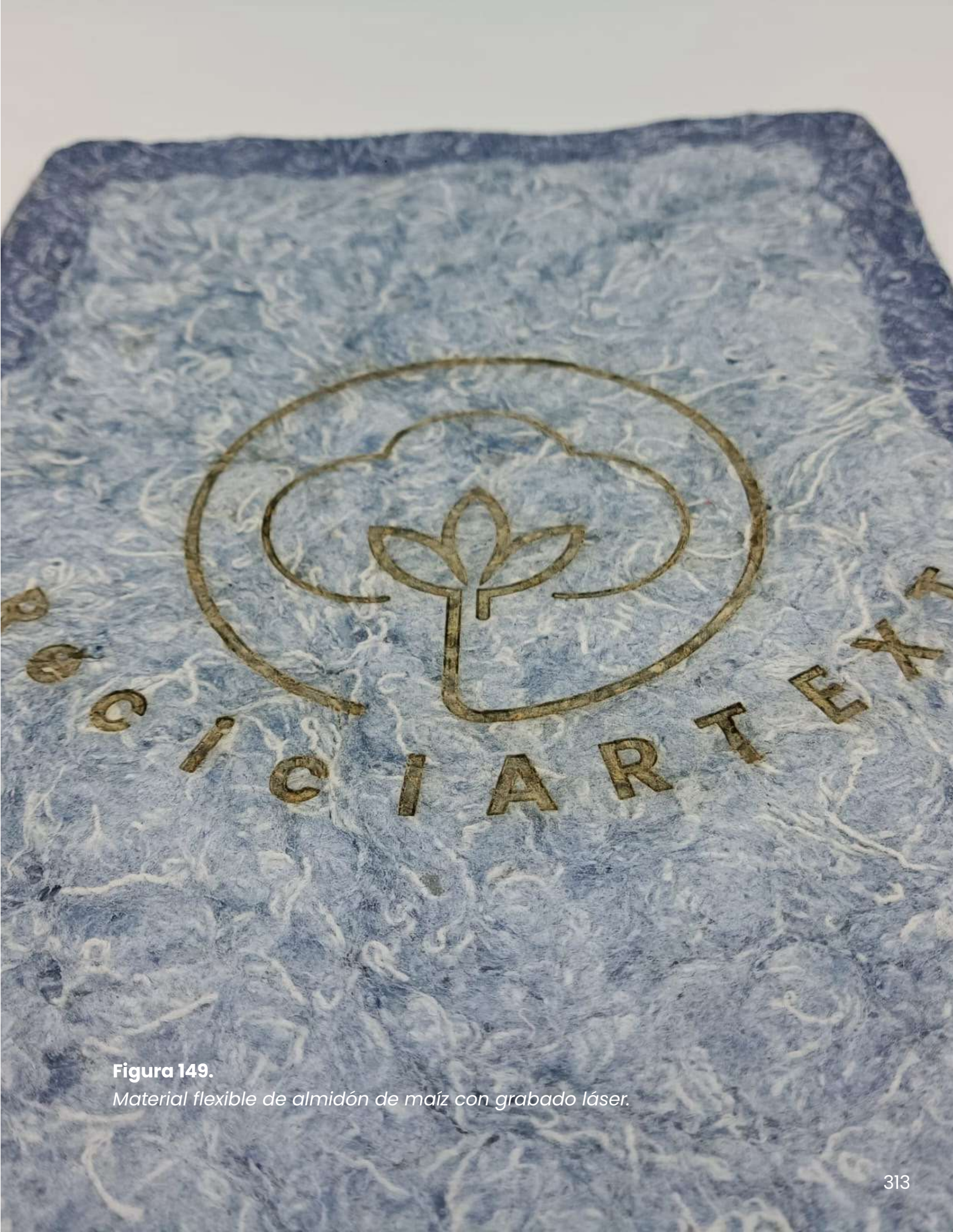


Figura 149.
Material flexible de almidón de maíz con grabado láser.

Referencias

Alga by Template from a href=httpsthenounproject.combrowseiconstermalga target=_blank title=Alga IconsNoun Projecta (CC BY 3.0)

Álvarez Durán, J., (2022). *Futuros posibles: Transformación material a partir de plantas invasoras*. Tesis de maestría en diseño avanzado, Morelia, Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura.

Afoakwah N.A., Komla M.G., Ali A., Ahmed S. (2023). Extraction, structural properties, and applications of gum arabic. *Natural Gums*. 347-371. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323994682000139>

¿Que es Textil? (2019, 26 diciembre) Recuperado de <https://www.institutotextilnacional.com/2019/12/26/que-es-textil/>

Bautista-Flores, A.G., (2021). Moda y biotecnología: creación de nuevos biotextiles para una industria textil sostenible. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, 7 (21). 185-199.

Botello Gómez, Ana (2022). Exploración material con el residuo orgánico urbano. Tesis de maestría en diseño avanzado, Morelia, Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura.

Buttons by Anditii Creative from Noun Project (CC BY 3.0)

Caballero Rojas S. (2020). *Exploración material a través de residuos domésticos orgánicos*. Tesis de maestría en diseño avanzado, Morelia, Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura.

Cabello Alvarado, C. J., Sáenz Galindo, A., Barajas Bermúdez, L., Pérez Berumen,

C., Ávila Orta, C., & Valdés Garza, J. A. (2013). Cera de Candelilla y sus aplicaciones. *Avances en Química*, 8(2), 105-110.

Camhi, S., (12 de octubre de 2020). *FabBRICK, un ladrillo hecho a base de ropa reciclada*. *eco-nnect.com*. <https://eco-nnect.com/es/ladrillosfabbrick/>

Chávez Balandrán, D., (30 de mayo de 2024). (A.K. Vega, entrevistadora)

Check by Satryo Std from Noun Project (CC BY 3.0)

Chen X., Fu X., Huang L., Xu J. & Gao X., (2021). Agar oligosaccharides: A review of preparation, structures, bioactivities and application. *Carbohydrate Polymers*. (265). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486172100463X>

Chenery, S. & Feller, J. (2021). *Cómo la "cerámica verde" de Veena Sahajwalla, hecha de vidrio y ropa, está revolucionando la fabricación*. ABC News. <https://www.abc.net.au/news/2021-02-22/veena-sahajwalla-recycling-revolution-green-ceramics/13041936>

Coordinadora Estatal de Comercio Justo (2015). Tira del hilo...elige comercio justo. *Cuaderno de comercio Justo Monográfico Sobre el Textil*. (Número 5), 1-31. [Consultado el 10 de abril de 2024] <https://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2015/04/CUADERNO-TEXTIL-CASTELLANO.pdf>

Colabdigital (s.f.). *Vifour*. Colabdigital. <https://colabdigital.ae/materials/vifour>

Corn by ABDUL LATIF from a href=httpsthenounproject.combrowseiconstermcorn target=_blank title=Corn IconsNoun Projecta (CC BY 3.0)

Cotton by lastspark from Noun Project (CC BY 3.0)

Cotton by LeonartStudio from Noun Project (CC BY 3.0)

Cushion by Vectors Market from Noun Project (CC BY 3.0)

DataMéxico (s.f.). *Intercambio comercial de México*. DataMéxico. Textiles: Intercambio comercial, compras y ventas internacionales, mercado y especialización | Data México (economia.gob.mx)

Delete by AS Design from Noun Project (CC BY 3.0)

Distribution by Mas Kurin from Noun Project (CC BY 3.0)

Donation by Candy Design from Noun Project (CC BY 3.0)

Ecoinventos (30 de junio de 2024). *Inventora australiana convierte toneladas de ropa vieja en baldosas ultraresistentes*. Ecoinventos Green Technology. <https://ecoinventos.com/inventora-australiana-convierte-toneladas-de-ropa-vieja-en-baldosas-ultraresistentes/>

Ecoinventos (6 de agosto de 2022). *Joven francesa diseña FabBRICK, ladrillos aislantes térmicos y acústicos a partir de ropa vieja*. Ecoinventos Green Technology. <https://ecoinventos.com/fabbrick/>

Ellen MacArthur Foundation (2017) , A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Recuperado de <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>).

Entrevista a Bernardita Marambio (junio, 2013). Dis-up!. Recuperado de <https://vimeo.com/71290484>

EPA. (2023). Biodegradation. U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado de <https://www.epa.ov/>

Eraser by Atif Arshad from <a href="httpsthenounproject.combrowseiconstermeraser target=_blank title=eraser IconsNoun Projecta (CC BY 3.0)

Erdsieck, V. (2024). *Eternal fabric made from scraps: Vifour material*. Tocco. earth. <https://tocco.earth/article/eternal-fabric-made-from-scraps-vifour-material/>

Fab Lab Barcelona. Sobre Fab Lab Barcelona. Recuperado de <https://fablabbcn.org/about>

Fashion Capital (19 de marzo de 2022). De Nîmes' to Denim: The History of Denim and Its Sustainable Future. Recuperado de <https://www.fashioncapital.co.uk/insights/de-nimes-to-denim-the-history-of-denim-and-its-sustainable-future/>

Field by Prashanth Rapolu from Noun Project (CC BY 3.0)

French Style (04 de marzo de 2024). The Surprising Origin of Jeans in France. Recuperado de <https://frenchstyle.co/origin-of-jeans/>

Fruitleather Rotterdam (s.f.). <https://fruiteleather.nl>

Garab, Yamila (17 de agosto de 2023). *Hecho en uba, un programa que promueve el emprendedurismo*. The Praxis Journal. <https://thepraxisjournal.com/hecho-en-uba-un-programa-que-promueve-el-emprendedurismo/>

Garbage by Nice Design from <a href="https://thenounproject.com/browse/

icons/term/garbage/" target="_blank" title="Garbage Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Garbage by Supanut Piyakanont from Noun Project (CC BY 3.0)

García-Ochoa, F, Santos, V.E, Casas J.A & Gómez E. (2000). Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances*. 18 (7). 549-579. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975000000501>

Gutiérrez, C., (22 de julio de 2013). *Demodé: muebles de material textil / Bernardita Marambio Design Studio*. Arch Daily. <https://www.archdaily.mx/mx/02-280022/demode-muebles-de-material-textil-bernardita-marambio-design-studio>

History of jeans (2024). Jacob W. Davis Biography. Recuperado de <http://www.historyofjeans.com/jeans-inventor/jacob-w-davis/>

Idea by IconPai from Noun Project (CC BY 3.0)

INEGI (2024). *Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria textil y de la confección*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463918141.pdf

Infobae (2022, 08 de diciembre). Tres emprendimientos textiles trabajan con descartes de la industria y producen junto a personas con discapacidad intelectual. Recuperado de <https://www.infobae.com/america/soluciones/2022/12/09/tres-emprendimientos-textiles-trabajan-con-descartes-de-la-industria-y-producen-junto-a-personas-con-discapacidad-intelectual/>

ISO 14040 (2006). *Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y*

marco de referencia. ISO. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:vi:es>

Hydropower by Made x Made Icons from Noun Project (CC BY 3.0)

Jeans by Ar2ar from Noun Project (CC BY 3.0)

Juárez, N. (8 de mayo de 2024). (A.K. Vega, entrevistadora)

Karana, E., Barati B. Rognolli, V. , & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. *International Journal of Design*. 9 (2). P. 35-54. [Consulta 11 de abril 2024] <https://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/viewFile/1965/687>

Kazi, S. (2021). *Estudio de caso - El modelo de microfactoría: innovación SMaRT para la minería de residuos urbanos*. APC. <https://circularartech.apc.org/books/una-guia-sobre-la-economia-circular-de-los-dispositivos-digitales/page/estudio-de-caso-el-modelo-de-microfactoria-innovacion-smart-para-la-mineria-de-residuos-urbanos/export/html>

Loom by Eucalyp from Noun Project (CC BY 3.0)

Maria Luisa (08 de enero de 2023). *¿De qué están hechos los jeans?*. diffusonslascience. <https://diffusonslascience.fr/es/de-que-estan-hechos-los-jeans/>

Michavila, S., Moreno-González, V., Labarga, D., Martínez, E., Acebes, J.L. (2017), El hombre y la resina de pino: desde su uso pasado hasta la actualidad con especial atención en España. *AmbioCiencias*, 15, 21-30. ISBN: 1998-3021 (edición digital), 2147-8942 (edición impresa). Depósito legal: LE-903-07.

Miranda F. (2020, 23 de enero). Se recicla más del 35% de residuos sólidos

generados en Morelia. Recuperado de <https://mimorelia.com/noticias/se-recicla-mas-del-35-de-residuos-solidos-generados-en-morelia>

Museum Visit by Luis Prado from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/museum-visit/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/museum-visit/ "Museum Visit Icons") target="_blank" title="Museum Visit Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Navarro, J. (12 de mayo de 2024). (A.K. Vega, entrevistadora)

NC State University, 2024. Textiles History. Denim and Jeans. Recuperado de <https://history.textiles.ncsu.edu/textile-industry-history/denim-and-jeans/>

Nijman, S. (2019, 14 de marzo). La Alianza de la ONU para la Moda Sostenible abordará el impacto de la “moda rápida”. Recuperado de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-alianza-de-la-onu-para-la-moda-sostenible-abordara-el>

Needle by Edy Subiyanto from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/needle/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/needle/ "Needle Icons") target="_blank" title="Needle Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Notebooks by Bayu Febrianto from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/notebooks/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/notebooks/ "notebooks Icons") target="_blank" title="notebooks Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Nudel, C. (2020). Cynthia Nudel. <https://cynthianudel.com/>

painted window by bsd studio from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/painted-window/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/painted-window/ "painted window Icons") target="_blank" title="painted window Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Pérez, M. (junio, 2013). Demodé, una forma de diseñar nuevos productos. Espacio Sustentable. <https://espaciosustentable.com/demode-una-forma-de-disenar-nuevos-productos/>

Recycling by Adeel rehman from [\[icons/term/recycling/\]\(https://thenounproject.com/browse/icons/term/recycling/ "recycling Icons"\) target="_blank" title="recycling Icons">Noun Project \(CC BY 3.0\)](https://thenounproject.com/browse/</p></div><div data-bbox=)

Resources by Adrien Coquet from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/resources/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/resources/ "resources Icons") target="_blank" title="resources Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Santillán R.M. (7 de mayo de 2024). (A.K. Vega, entrevistadora)

Second hand shop by WiStudio from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/second-hand-shop/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/second-hand-shop/ "second hand shop Icons") target="_blank" title="second hand shop Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Sewing Machine by krisna arga muria from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/sewing-machine/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/sewing-machine/ "Sewing Machine Icons") target="_blank" title="Sewing Machine Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Sewing Machine by Mira iconic from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/sewing-machine/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/sewing-machine/ "Sewing Machine Icons") target="_blank" title="Sewing Machine Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Solís Cazar, C.D., (2015). *La importancia del diseño interior en el desempeño laboral en el área administrativa de la empresa privada halley corporación de la ciudad de ambato*. Tesis de licenciatura en arquitecto de interiores, Ambato-Ecuador, Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Diseño, Arquitectura Y Artes, Carrera De Diseño Espacios Arquitectónicos.

Soft by Gofficon from [a href=httpsthenounproject.combrowseiconstermsoft](httpsthenounproject.combrowseiconstermsoft "soft") target=_blank title=soft IconsNoun Projecta (CC BY 3.0)

Spinning Wheel by Jessie White from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/spinning-wheel/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/spinning-wheel/ "Spinning Wheel Icons") target="_blank" title="Spinning Wheel Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

Spinning Wheel by IconMark from [https://thenounproject.com/browse/icons/term/spinning-wheel/](https://thenounproject.com/browse/icons/term/spinning-wheel/ "Spinning Wheel") target="_blank" title="Spinning Wheel

Icons">Noun Project (CC BY 3.0)

synthetic material by Aidan Stonehouse from Noun Project (CC BY 3.0)

Trama B textil. Preguntas frecuentes. <https://sites.google.com/view/tramabtextil/inicio/preguntas-frecuentes>

Truck by Soekahurip from Noun Project (CC BY 3.0)

UNFCCC, 2018. *La ONU quiere que la industria de la moda se implique en la acción climática para el desarrollo sostenible*. United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/es/news/la-onu-quiere-que-la-industria-de-la-moda-se-implique-en-la-accion-climatica-para-el-desarrollo>

Universidad de Burgos. Textiles. Recuperado de <https://historiamateriales.ubuinvestiga.es/textiles/>

UNSW, (s.f.). *Veena Sahajwalla*. <https://www.smart.unsw.edu.au/veena-sahajwalla>

Vargas, Y. (24 de abril de 2024). (A.K. Vega, entrevistadora)

Vega, A. (2024). Recomendación personal sobre tratamiento de moho en biotextiles. Consultada el 28 de julio de 2024..

Velázquez, J. (2022, 21 de octubre). *El Cabildo de Morelia otorga concesiones a 10 empresas recolectoras de basura*. Recuperado en <https://cobertura360.mx/2022/10/21/negocios/el-cabildo-de-morelia-otorga-concesiones-a-10-empresas-recolectoras-de-basura/>

Vila, A. M. (2022). Evaluación de las características físicas - mecánicas del adoquín convencional tipo 1 y el adoquín con reciclado de tejidos textiles,

Huancayo 2021. Universidad Peruana los Andes.

Villa Aldaco, A., (2023). *La contaminación de la industria de la moda en el AM Consumo y contaminación*. Tesis de Licenciatura en Diseño de Indumentaria y Moda, Tlaquepaque, Jalisco, México. Instituto Tecnológico Y De Estudios Superiores De Occidente, Departamento De Estudios Socioculturales.

wall by ka reemov from Noun Project (CC BY 3.0)

Warning by Gregor Cresnar from Noun Project (CC BY 3.0)

Weaving loom by Grégory Montigny from Noun Project (CC BY 3.0)

Wool by Eugen Hunecker from Noun Project (CC BY 3.0)

Zamora Espinoza, F. (2021). *Material biobasado. Residuos de la fibra textil vegetal de algodón más residuos de posconsumo domiciliario aglomerados con micelio de hongo pleurotus ostreatus*. Memoria para optar al título profesional de Diseñadora Industrial, Chile, Universidad de Chile. Facultad de arquitectura y urbanismo.

Bibliografía

Bielsa, C. (2024). Constanza Bielsa. Recuperado el 21 de marzo de 2024. <https://constanzabielsa.com/pages/proyecto-fondart>

Materiom (2024). *Materiom*. <https://materiom.org/>

N. Giestas (13 de noviembre de 2021). *Homemade Bioplastic: potato vs. corn starch recipe*. [Video] (YouTube). <https://youtu.be/Uaz9Qvadyio?si=qC4tVNPmfkt99Esg>

N. Giestas (20 de agosto de 2022). *Homemade Bioplastic: agar vs. gelatine recipe*. [Video] (YouTube). https://youtu.be/Ty0O2VmbNeE?si=4nXc_HB-Y4DyFQSc

Camacho Herrera, M. (febrero de 2020). *Portafolio de Biomateriales*. Recuperado el 20 de marzo de 2024. https://issuu.com/mariacamacho96/docs/portafolio_biomaterial_pg

Caralarga (2024). Caralarga. <https://caralarga.com.mx/>

Dunne M. (14 de julio de 2018). *Bioplastic Cook Book*. Recuperado el 20 de marzo de 2024. https://issuu.com/nat_arc/docs/bioplastic_cook_book_3

Fab Lab Barcelona (19 de febrero de 2021). *Making Bioplastic from Orange Peel- REMIX EL BARRIO*. [Video] (YouTube). <https://youtu.be/SB9D6yHGI7E?si=5-BRcKks2apAU8GY>

Fab Lab Barcelona (19 de febrero de 2021). *Making Bioplastic from avocado Dye and Agar- REMIX EL BARRIO*. [Video] (YouTube). https://youtu.be/HRXIII8mNos?si=l2B_w6ZRjlbpsDCS

futurematerialsbank (2024). futurematerialsbank. <https://www.futurematerialsbank.com/>

futurematerialsbank.com/

Gutiérrez-Parra, M.A., Valadez-Sánchez, C., Almaraz-Córdova, C. & Cortes-Sáenz, D. (2020). Fabricación de mobiliario a base de textil reciclado. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*. 17 (31) [En línea]. [Consultado el 23 de marzo de 2024]. <https://www.redalyc.org/journal/4779/477970601016/movil/>

Gutiérrez, W. (2020). Tecnológico de Monterrey. <https://conecta.tec.mx/es/noticias/santa-fe/emprendedores/wastenotwaste-el-reuso-de-desechos-textiles-como-una-nueva-moda>

Insider Español (29 de noviembre de 2022). Cómo se hace el cuero vegano con mangos | Basura del mundo. [Video] (YouTube). https://youtu.be/DOc2t_nQwJc?si=VTLBwD0KhLIPz_no

Lezcano V. (2023). *Verónica Lezcano*. https://sites.google.com/view/veroniclezcanobiografia/p%C3%A1gina-principal?fbclid=PAZXh0bgNhZW0CMTEAAaZTk7GaKZ_OkfRVkbr_dixETPapfv9IWSPorvZfTO1R7EvecSBWn973RWs_aem_ecLY8PjK3FmhL0dEH7IRiA

Lezcano V.. Biotextil [Perfil de instagram]. Recuperado el 8 de marzo de 2024. <https://www.instagram.com/verolezcanox?igsh=MXBocDZyMGxnZ2Ruag==>

Material District (13 December 2022). *Vifour*. <https://materialdistrict.com/material/vifour/>

Monasterio Dies, J. (2018). Aprovechamiento de residuos textiles aglomerados con PLA para la fabricación de tableros aglomerados. <http://hdl.handle.net/10251/113732>

Nudel, C. (2024). Cynthia Nudel. <https://Cynthianudel.com>

Nudel, C. [Perfil de instagram] Recuperado el 15 de marzo de 2024. <https://www.instagram.com/cynthianudel?igsh=YXlyNGc0aWpmZWZr>

Programa sostenible (2024). Educación para la sostenibilidad y la convivencia responsable. https://www-programasostenible-0.my.canva.site/?fbclid=PAaaSzt0lInkMgSfW4UqpHpJlYc6Gr8jPKPjHIA_53WzRk0_VU ND Q x K m C J 9 9 d Y _ a e m _ A Q G J q x z y v _ MsBwwp77Kc7fSTUb8CsD82oGqclEYgq0qdJ9InCuwt48gQ_dC_DkYdXZ0

Riquelme Basso, A. I. (2015). Análisis De Residuos Textiles Como Uso De Material Aislante. Propuesta Para Aislamiento Térmico En Fachada Exterior. Tesis de licenciatura como ingeniero constructor, Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Construcción, 2015.

Anexos y apéndices.

Etapa No. 01 Muestra No. 01
(Clave: E01M019)



Resultado final



Figura 150.
Fabricación de material con resina de pino como aglutinante.

Ficha de Documentación

Receta:			
Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:
Resina de Pino	Cera de candelilla	Etanol	Residuo textil
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
45 g	20 ml	5 g	11 g
Observaciones:			
Día 1:	Día 2:	Día 3:	
Húmedo	Húmedo	Húmedo	
Chicloso	Chicloso	Chicloso	
Día 4:	Día 5:	Día 6:	
Seco	Seco		
Chicloso	Chicloso		
Día 7:	Día 8:	Día 9:	
Propiedades del material logrado:			
Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
0	1	1	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	2	2	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	-2	Pegajoso	

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:		Flexibilidad:	
1	2	-2		
Color:	Textura:		Brillo:	Olor:
2	1	1	0	
Hydrofobicidad:	Vestible:		Otros:	
-2	-2	N/A		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:
Agua	Almidón de maíz	Glicerina	Residuo textil
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
55 ml	33 g	3.5 ml	4 g

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmeda	Húmeda y cuarteada	Húmeda, mas cuarteada reducción de volumen, pandeo
Día 4:	Día 5:	Día 6:
Húmeda, mas cuarteada reducción de volumen, pandeo	Continúan las mismas características	
Día 7:		
Seco, redujo su volumen y es muy duro		

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-2	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-2	1	-2	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
-2	-2		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5:
Agua	Almidón de maíz	Glicerina	Residuo textil	Vinagre

Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	6.5 g	2.5 ml	4 g	15 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmeda	Húmeda	Húmeda, pandeo reducción de volumen

Día 4:	Día 5:
Húmeda	Mismas características hasta día 7
reducción de volumen, pandeo	

Día 7:
Seco, redujo su volumen y es muy duro

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:
-2	2	-2

Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-2	1	-2	0

Hidrofobicidad: -2	Vestible: -2	Otros:
-----------------------	-----------------	--------

(Clave: EOLIMOS)

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:
Agua	Grenetina	Glicerina	Residuo Textil

Observaciones:

Día 4:	Día 5:	Día 6:
Aparentemente seco	Sin cambios	Sin cambios

Propiedades del material logrado:

Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	2	1

Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:
0	1	

Etapa No. 01 Muestra No. 06
(Clave: E01M06)

Material recién vertido



Resultado final
(Vista superior)



Resultado final
(Vista lateral)



Figura 155.
Fabricación de material con grenetina como aglutinante.

Ficha de Documentación

Receta:

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:
Agua	Grenetina	Residuo Textil

Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
60 ml	12 g	11 g

Observaciones:

Día 1:	Día 2:	Día 3:
No se puede compactar	Poco húmedo	Buena apariencia se despegó

Día 4:	Día 5:	Día 6:
Aparentemente seco redujo su volumen, rígido	Sin cambios	Sin cambios

Día 7:
Más rígido

Propiedades del material logrado:

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:
-2	2	-1

Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	2	1

Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:
0	-2	

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1: diente 4:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingre-
agua	glicerina	residuo textil	agar agar
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	1.25 ml	3 g	1 g

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Difícil distribución lorado	húmedo	seco, opaco, deco-
	redujo muy poco el tamaño	sin cambio en su forma
Día 4:	Día 5:	Día 6:
sin cambios	sin cambios	sin cambios
Día 7:		
sin cambios		

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:
-2	-2	2
Color:	Textura:	Brillo:
-2	2	-2
0	2	0
0	2	0

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

The image displays three circular samples of a dark, granular material. The top sample, labeled 'Material recién vertido', shows a highly textured, irregular surface. The bottom-left sample, labeled 'Resultado final (Vista superior)', shows a more uniform, slightly flattened surface. The bottom-right sample, labeled 'Resultado final (Vista lateral)', shows the material from a side perspective, revealing its thickness and the rough, porous texture of its edges.

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:
agua	glicerina	residuo textil	agar agar

Observaciones:

Día 4:	Día 5:	Día 6:
sin cambios	sin cambios	sin cambios

Propiedades del material logrado:

Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-2	2	-2	0

Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:
0	2	

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

-2

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
0	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-1	1	-1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	-2		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
1	-2	2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-1	1	1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	2		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

The image contains three photographs of a dark, fibrous material. The top photograph shows a top-down view of the material in a circular container, appearing as a dense, dark mass. The bottom-left photograph shows a top-down view of the material in a circular container, appearing as a dense, dark mass. The bottom-right photograph shows a side view of the material, which is a dark, fibrous, and somewhat irregular shape.

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
1	-2	2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
1	2	0	0
Hydrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	2		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5:
Agua	Tapioca	Glicerina	Vinagre	Residuo textil
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	2 cdtas	4 ml	4 ml	11 g

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Húmeda	Húmeda, pandeo reducción de volumen
Día 4:	Día 5:	
Húmeda, dura reducción de volumen	Mismas características hasta día 7	
Día 5:		
Seca, dura, deformación		

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
0	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	0		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 4:	Ing. 5:
Agua	Tapioca	Vinagre	Residuo textil
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
60 ml	6 cdtas	12 ml	11 g

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Húmeda	Húmeda, pandeo reducción de volumen
Día 4:	Día 5:	
Húmeda, dura reducción de volumen, pandeo	Mismas características hasta día 7	
Día 5:		
Seca, dura, deformación		

Transparencia:	Rigidez:		Flexibilidad:
0	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	1	0
Hydrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	0		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5:
Agua	Harina de arroz	Glicerina	Residuo textil	Vinagre
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	3 g	4 ml	3 g	4 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Poco húmedo	Seca la parte frontal
	No presenta deformación	Poco pegajoso el reverso
Día 4:	Día 5:	
Seco ambos lados	Sin cambios el resto de los días	
Sin cambios en volumen ni forma		

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-2	-1	1	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
0	1	-1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	1		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

The image contains three black and white photographs. The top photograph shows a circular, textured surface, likely a cross-section of a casting, with a rough, fibrous appearance. The bottom-left photograph shows a circular, dark, textured surface, possibly a top-down view of the same casting. The bottom-right photograph shows a rectangular, dark, textured block, likely a side view of the casting, showing its thickness and irregular edges.

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2:	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:
Agua	Harina de arroz	Residuo textil	Vinagre
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
60 ml	10g	11 ml	12 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Poco húmedo	Seca la parte frontal
	No presenta deformación	Poco pegajoso el reverso
Día 4:	Día 5:	
Seco ambos lados	Sin cambios el resto de los días	
Sin cambios en volumen ni forma		

Transparencia:		Rigidez:		Flexibilidad:	
-2	-1		1		
Color:		Textura:		Brillo:	
0	1	-1		0	
Hidrofobicidad:		Vestible:		Otros:	
0	1				

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5
Agua	Almidón de maíz	Glicerina	Residuo textil	Vinagre
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	6.5 g	4 ml	4 g	15 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Húmedo	Poco húmedo
	Se despegó de las orillas	Menor tamaño
Día 4:	Día 7:	
Sin cambio aparente hasta el día 7	Se redujo un poco su tamaño	
	Seco	

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-1	-1	2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
-1	1	1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	2		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5
Agua	Grenetina	Glicerina	Residuo textil	Vinagre
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
30 ml	4 g	4 ml	2 g	15 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Seco	Seco
	Se despegó de las orillas	Menor tamaño
Día 4:	Día 7:	
Seco, un poco pandeado de las orillas	Sin cambios aparentes	

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-1	-1	1	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	2	1
Hydrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	2		

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:	Ingrediente 2	Ingrediente 3:	Ingrediente 4:	Ing. 5
Agua	Goma xantana	Glicerina	Residuo textil	Vinagre
Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:	Cantidad:
60 ml	2 g	1.25 ml	12 g	12 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmedo	Poco húmedo	Algunas áreas húmedas
	No presenta deformación	Grosor menor
Día 3:	Día 4:	Día 5:
20% húmeda	Seco	Sin cambio aparente
Grosor menor	Menos volumen en grosor	en el resto de los días

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-2	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
0	0	1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	0		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Figura 169.
Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.

Figura 169. *Fabricación de material con goma xantana como aglutinante.*

Ficha de Documentación

Ingrediente 1:		Ingrediente 2		Ingrediente 3:		Ingrediente 4:		Ing. 5	
Agua		Goma xantana		Glicerina		Residuo textil		Vinagre	
Cantidad:		Cantidad:		Cantidad:		Cantidad:		Cantidad:	
60 ml		1 g		1.25 ml		12 g		12 ml	
Observaciones:									
Día 1:			Día 2:			Día 3:			
Húmedo			Poco húmedo			Algunas áreas húmedas			
			No presenta deformación			Grosor menor			
Día 3:			Día 4:			Día 5:			
20% húmeda			Seco, parece acolchonado			Sin cambio aparente			
Grosor menor			Menos volumen en grosor			en el resto de los días			
Propiedades del material logrado:									
Transparencia:			Rigidez:			Flexibilidad:			
-2			2			-2			
Color:			Textura:			Brillo:		Olor:	
0			1			1		0	
Hidrofobicidad:			Vestible:			Otros:			
0			0			Acolchado			

Ficha de Documentación

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
-2	2	-2	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	2	1	2
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	0		

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:
-2	2	-2
Color:	Textura:	Brillo:
2	1	1
0	0	0

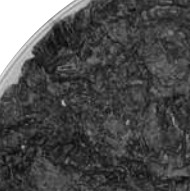
A circular image showing a dark, textured surface, possibly a cross-section of a biological specimen or a microscopic view of a material. The texture is highly irregular and granular, with varying shades of dark gray and black. The circular shape is defined by a thin black border.

Figura 173.
Fabricación de material con almidón de maíz y goma xantana como aglutinante.

376

Ing. 1:	Ing. 2	Ing. 3:	Ing. 4:	Ing. 5	Ing. 6:
Agua	Almidón de maíz	Goma xantana	Glicerina	Residuo textil	Vinagre

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmeda	Húmeda un 20%	Seca al final del día

--

--

--

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:
----------------	----------	---------------

Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	-1	0

0	1
---	---

Material recién vertido

Resultado final
(Vista superior)

Resultado final
(Vista lateral)

Ficha de Documentación

Ing. 1:	Ing. 2	Ing. 3:	Ing. 4:	Ing. 5	Ing. 6:
Agua	Almidón de maíz	Agar agar	Glicerina	Residuo textil	Vinagre
Cant.:	Cant.:	Cantidad:	Cant.:	Cant.:	Cant.:
30 ml	1.8 g	1.8 g	0.6 ml	3 g	15 ml

Día 1:	Día 2:	Día 3:
Húmeda	Húmeda un 20%	Seca al final del día
Día 3:	Día 4:	Día 5:

Transparencia:	Rigidez:	Flexibilidad:	
0	0	1	
Color:	Textura:	Brillo:	Olor:
2	1	-1	0
Hidrofobicidad:	Vestible:	Otros:	
0	0		

Ficha de Documentación

0	2
---	---

Anexo CO2 GX

Tabla 12.
Análisis de emisiones de CO2 del material flexible de goma xantana.

Transporte											
Gasto energético por combustible											
Automovil Pointer 1.8 i		12.6 km/l		Emisiones: 175 g/km aproximadamente				Precio Gasolina= \$21.58 mxn			
Materia prima	Cantidad para la muestra	Unidad	Distancia lugar de adquisición a laboratorio Km	Cantidad que se transportaría	Distancia proporcional a la materia prima de la muestra km	Gasolina por viaje lt	Gasolina por materia lt	Costo Directo Gasolina Materia prima	Costo total de gasolina para la muestra	Area de la muestra (m2)	Costo total de gasolina por m2 (Mxn)
Textil	0.021	kg	3.1	30	0.20	0.25	0.00018	0.0038	0.016	0.0515	0.31
Goma xantana	0.007	kg	0	80		0	0.00000	0.0000			
Glicerina	0.014	l	2.3	24	0.15	0.18	0.00011	0.0023			
Vinagre	0.028	l	2.3	20	0.24	0.18	0.00025	0.01			
Agua	0.14	l	0	0		0	0	0			
Km para recolección de materia prima para muestra					0.59						
Cálculo de emisiones de CO2 de transporte				0.59km x 175g/km = 103.25 g CO2		es igual a 0.10 kg CO2					
Emisiones de CO2 por m2		1.94 kg CO2									

Anexo CO2 FAM

Tabla 13.
Análisis de emisiones de CO2 del material flexible de almidón de maíz.

Transporte											
Gasto energético por combustible											
Automovil Pointer 1.8 i		12.6 km/l		Emisiones: 175 g/km aproximadamente				Precio Gasolina= \$21.58 mxn			
materia prima	Cantidad para la muestra	Unidad	Distancia lugar de adquisición a laboratorio	Cantidad que se transportaría	proporcional a la materia prima de la muestra	Gasolina por viaje	Gasolina por materia prima para la muestra	Costo Directo Gasolina Materia	total de gasolina para la muestra	Superficie de la muestra (m2)	Costo total de gasolina por m2 (Mxn)
			Km		km	lt	lt				
Textil	0.053	kg	3.1	30	0.51	0.25	0.0004	0.0095	0.046	0.167	0.27
Fécula de maíz	0.17	kg	5.3	80	2.57	0.42	0.0009	0.0193			
Glicerina	0.105	l	2.3	24	1.10	0.18	0.0008	0.0170			
Vinagre	0.015	l	2.3	20	0.13	0.18	0.0001	0			
Agua	0.788	l	0	0		0	0	0			
Km para recolección de materia prima para muestra					4.30						
Cálculo de emisiones de CO2 de transporte				4.3km x 175g/km = 752.5 g CO2		0.753 kg CO2					
Emisiones de CO2 por m2		4.50 kg CO2									

Anexo CO2 FAGX

Tabla 14.
Análisis de emisiones de CO2 del material aglomerado de almidón de maíz y goma xantana

Transporte											
Gasto energético por combustible											
Automovil Pointer 1.8 i		12.6 km/l		Emisiones: 175 g/km aproximadamente				Precio Gasolina= \$21.58 mxn			
Materia prima	Cantidad para la muestra	Unidad	Distancia lugar de adquisición a laboratorio	Cantidad que se transportaría	Distancia proporcional a la materia prima de la muestra	Gasolina por viaje	Gasolina por materia prima para la muestra	Costo Directo Gasolina Materia prima para la muestra(Mxn)	Costo total de gasolina para la muestra (Mxn)	Superficie de la muestra (m2)	Costo total de gasolina por m2 (Mxn)
			Km		km	lt	lt				
Textil	0.012	kg	3.1	30	0.12	0.25	0.00010	0.0022	0.002	0.006	0.377
Goma xantana	0.001	kg	0	80		0	0.00000	0.0000			
Glicerina	0.00125	l	2.3	24	0.01	0.18	0.00001	0.0002			
Vinagre	0.004	l	2.3	20	0.03	0.18	0.00004	0			
Agua	0.06	l	0	0		0	0	0			
Km para recolección de materia prima para muestra					0.16						
Cálculo de emisiones de CO2 de transporte				0.16km x 175g/km = 28 g CO2		0.028 kg CO2					
Emisiones de CO2 por m2		4.47	kg CO2								



Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión

Programa educativo	Maestría en Diseño Avanzado	
Título del trabajo	Textilia Nova: Transformación de textiles para el diseño sostenible.	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Ana Karina Vega Camarena	0212668x@umich.mx
Director	Dr. Axel Becerra Santacruz	axel.becerra@umich.mx
Codirector	Dr. Habid Becerra Santacruz	mae.dis.avanzado@umich.mx
Coordinador del programa	Dr. Habid Becerra Santacruz	mae.dis.avanzado@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial

Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	Si	Se le escribió la información y se le pidió mejorar la redacción.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial

Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	Si	Para hacer lectura, se tradujeron algunos artículos investigados que se encuentran citados en las referencias.
Traducción a otra lengua	Si	Se tradujo el resumen al inglés para el abstract
Revisión y corrección de estilo	Si	Se le pidió identificar cacofonías, solecismos para corregir la redacción en el protocolo de investigación
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	Si	Se le pidieron algunas referencias para investigar.
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante

Nombre y firma	Ana Karina Vega Camar 
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán, a 30 de octubre de 2024

Ana Karina Vega Camarena

Textilia Nova Transformación de textiles para el diseño sostenible_pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:400184943

Fecha de entrega

30 oct 2024, 12:11 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

30 oct 2024, 12:39 p.m. GMT-6

Nombre de archivo

Textilia Nova Transformación de textiles para el diseño sostenible..pdf

Tamaño de archivo

91.7 MB

196 Páginas

49,406 Palabras

260,525 Caracteres

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión



Texto oculto

1661 caracteres sospechosos en N.º de páginas

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.