

•••

FACULTAD DE DISEÑO ARQUITECTURA Y ARTE ESCUELA DE DISEÑO TEXTIL Y MODA

Diseño de Textiles electrónicos por medio de impresión 3D.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE: DISEÑADORA DE TEXTIL Y MODA

AUTORA:

NINOSKA FERNANDA MERCHAN ARCE

DIRECTORA:
DIS. SILVIA ZEAS

CUENCA-ECUADOR 2020

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE DISEÑO
ARQUITECTURA Y ARTE
ESCUELA DE DISEÑO TEXTIL Y MODA

Diseño de Textiles electrónicos por medio de impresión 3D.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE: DISEÑADORA DE TEXTIL Y MODA

AUTORA: NINOSKA FERNANDA MERCHAN ARCE

DIRECTORA:
DIS. SILVIA ZEAS

CUENCA-ECUADOR 2020

Dedicatoria

Al gran amor de mi vida, mi madre Alicia Arce por ser mi inspiración, mi motivo y mi fuerza, gracias por creer en mí.

Agradecimiento

Este proyecto para mí es un sueño hecho realidad, por ello quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis hermanos; Stalin, Lenin por apoyarme con los recursos necesarios para poder realizar mis estudios. Kevin mi hermano menor por todo el apoyo y compañía que me ha brindado, así también a mis mamitas Sabina y Andrea que con mucho amor estuvieron en cada paso que di para llegar hasta donde estoy ahora.

Gracias a mi tutora Silvia Zeas por confiar en mí desde el primer día y ser más que una maestra una amiga.

Agradezco también el apoyo brindado por mi cotutor Freddy Gálvez.

Y un infinito agradecimiento a mi mejor amigo y compañero Gustavo Robalino, gracias por apoyarme en la construcción del cohete a Marte y ayudar a que está loca ingeniera de la NASA pueda despegar.



Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Índice	6
Índice de imágenes	8
Índice de cuadros	10
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	15
Capítulo 1:	18
1.1. Recorrido histórico	20
1.2. Textil, un breve recorrido histórico	28
1.3. Fibras	32
1.3.1. Nuevos avances en fibras	33
1.4. Textil	35
1.4.1. Métodos de construcción de una base textil	36
1.4.2. Otras formas de construcción de tejidos	37
1.4.3. Tejidos del Futuro	38
1.5. Textiles Inteligentes	39
1.5.1. Categorías de Textiles Inteligentes	43
1.5.2. Clasificación de Textiles Inteligentes	44
1.6. Textiles Electrónicos.	47
1.6.1. Sistema electrónico de un textil	51
1.6.2. Aplicaciones de los textiles electrónicos	59
1.7. Impresión 3D de textiles.	63
1.7.1. Métodos de impresión 3D	69
1.7.2. Proceso de impresión 3D.	78
1.7.3. Filamentos para Impresión 3D	80

1.7.4. Aplicaciones de la impresión 3D en el diseño textil y moda	82
Capítulo 2:	85
2.1. Elementos del diseño.	89
2.1.1. Elementos conceptuales	89
2.1.2. Elementos visuales	90
2.1.3. Elementos de relación.	91
2.1.4. Elementos prácticos.	92
2.2. Forma.	93
2.2.1. Elementos de la forma.	94
2.2.3. Tipos de formas	94
2.2.4. Diseñar formas	95
2.3. Composición de tramas	97
2.3.1. Operaciones compositivas.	97
2.4. Textura	98
2.4.1. Textura visual.	99
2.4.2. Textura Táctil	100
Capítulo 3:	102
3.1. Fase 1: Diseño.	105
3.1.3. Esquema compositivo.	105
3.1.2. Desarrollo del diseño de la trama	107
3.2. Fase de generación de G-Code	112
3.3. Fase 3: Impresión de una trama textil	116
3.4. Ciclo de vida de un tejido electrónico impreso en 3D	119
Capítulo 4:	120
4.1. Muestrario experimental.	122
4.1.1. Fase 1: Análisis de materiales	124
4.1.2. Fase 2: Comparación de materiales	191
4.1.3. Fase 3: Propuestas para aplicaciones futuras de textiles electrónicos	248
4.2. Artículo Científico.	269
Conclusiones	271
Recomendaciones	273
Bibliografía	274
Anexos	279

Índice de imágenes

Imagen 1: Collage telar Jacquard Fuente:(Pinterest)	
Imagen 2: Collage telas sintéticas Fuente: (Pinterest)	30
Imagen 3: Innovación textil Fuente:(Pinterest)	
Imagen 4: Collage Fibras Fuente:(Pinterest)	
Imagen 5: Collage PLA Fuente:(PNGocean, Pinterest)	33
Imagen 6: Collage microfibras Fuentes:(Aitex, Pinterest)	33
Imagen 7: Collage nanotecnología Fuente:(Aitex)	34
Imagen 8: Collage X-Static Fuente:(Zajo)	
Imagen 9: Collage Azlon	
Imagen 10: Collage textil Fuente:(Pinterest)	
Imagen 11: Collage te jido plano Fuente:(Pinterest)	
Imagen 12: Collage te jido de punto Fuente:(Pinterest)	
Imagen 13: Collage aglomerado Fuente:(Pinterest)	
Imagen 14: Collage textiles en aerosol Fuentes:(BBC Mundo, Pinterest)	
Imagen 15: Collage impresión 3D Fuentes:(Pinterest)	
Imagen 16: Collage textiles del futuro Fuente:(Pinterest)	
Imagen 17: Collage textiles inteligentes Fuente:(Pinterest)	
Imagen 18: Collage indumentaria militar Fuente:(Pinterest)	
Imagen 19: Collage variedad de tejidos inteligentes Fuente:(Pinterest)	42
Imagen 20: Collage wearables Fuente:(Pinterest)	
Imagen 21: Collage microcápsulas Fuente:(EDX)	
Imagen 22: Collage Hidrogeles Fuentes:(Pinterest, Digital.csc)	
Imagen 23: Collage textiles crómicos Fuente:(Pinterest)	45
Imagen 24: Collage textiles con memoria de forma Fuente:(Pinterest)	45
Imagen 25: Collage e-textiles Fuente:(Pinterest)	
Imagen 26: Collage nanotecnología Fuentes:(Pinterest)	
Imagen 27: Collage textiles electrónicos Fuente:(Pinterest)	
Imagen 28:Collage grupo de ingenieros y diseñadores dedicados al desarrollo de e-textiles Fuente:(Pinterest	;)50
Imagen 29: Collage sistemas electrónicos Fuente:(Pinterest)	
Imagen 30: Componentes de un sistema electrónico Fuente:(Autoría propia, 2020)	
Imagen 31: Comunicaciones Fuente:(Autoría propia)	
Imagen 32: Collage CuteCircuit Fuentes:(Pinterest,CuteCircuit)	58
Imagen 33: Collage aplicaciones	59
Imagen 34: Collage aplicaciones	60
Imagen 35:Ricardo O'Nascimento Fuente: (wearit)	61
Imagen 36: Logo e-cuerpo Fuente: Cecilia Sánchez	62
Imagen 37: Collage textil impreso en 3D	63
Imagen 38: Collage impresión 3D Fuente:(Pinterest)	
Imagen 39: Collage impresión 3D en el cine Fuente:(Pinterest)	
Imagen 40: Diseñadoras líderes en impresión 3D Fuente:(Pinterest)	
Imagen 41: Impresión 3D nanotubos de carbono Fuente:(sciencedirec)	67

Imagen 42: Métodos de impresión 3D Fuente:(Pinterest)	69
Imagen 43: Proceso de impresión 3D Estereolitografía Fuente:(Autoría propia,2020)	70
Imagen 44: Collage Zac Posen Fuente:(Pinterest)	71
Imagen 45: Proceso sinterizado selectivo laser Fuente:(Autoría propia,2020)	72
Imagen 46:Collage Nervous System Fuentes:(Pinterest, nervousystem)	73
Imagen 47: Proceso de FDM Fuente:(autoría propia,2020)	74
Imagen 48: Collage ZER Fuente:(Pinterest)	75
Imagen 49: Ane Castro Fuente:(Instagram)	76
Imagen 50: Collage Prusai3MKS Fuente:(Prusa)	77
Imagen 51: Proceso de impresión Fuente:(Autoría propia,2020)	79
Imagen 52: Jonathan Banegas Fuente:(Cortesía Jonathan Banegas)	84
Imagen 53: Proceso creativo Fuente:(Autoría propia, 2020)	87
Imagen 54: Formas Fuente:(Autoría propia, 2020)	88
Imagen 55: Textura visual Fuente:(Autoría propia, 2020)	99
Imagen 56: Textura táctil Fuente:(Pinterest)	100
Imagen 57: Ciclo de vida Fuente:(Autoría propia, 2020)	119
Imagen 58: Flexifill Fuente:(Filament2print)	129
Imagen 59:Taulman Fuente:(Filament2print)	150
Imagen 60: Filaflex Fuente:(filament2print)	171

Índice de cuadros

Cuadro 1: Recorrido historico Fuentes:(Pinterest, Danit Peleg, El Androide Libre, Science Direct)	26
Cuadro 2: Unidad de sensores Fuente:(Electan)	53
Cuadro 3:Unidad de sensores Fuente:(Electan)	54
Cuadro 4: Unidad de sensores Fuente:(Electan)	55
Cuadro 5: Unidad de potencia Fuente:(Electan)	56
Cuadro 6: Proceso de diseño de una trama textil Fuente:(Autoría propia)	111
Cuadro 7: Obtención de G-Code Fuente:(Autoría propia, 2020)	115
Cuadro 8:Impresion de una trama textil Fuente:(Autoría propia, 2020)	118
Cuadro 9: Ficha de registro de la muestra Fuente:(Autoría propia, 2020)	126
Cuadro 10:Ficha técnica 1 Fuente:(Autoría propia, 2020)	134
Cuadro 11:Ficha técnica 2 Fuente:(Autoría propia, 2020)	137
Cuadro 12: Ficha técnica 3 Fuente:(Autoría propia, 2020)	143
Cuadro 13: Ficha técnica 4 Fuente:(Autoría propia, 2020)	152
Cuadro 14: Ficha técnica 5 Fuente:(Autoría propia, 2020)	158
Cuadro 15:Ficha técnica 6 Fuente:(Autoría propia, 2020)	164
Cuadro 16:Ficha técnica 7 Fuente:(Autoría propia, 2020)	173
Cuadro 17:Ficha técnica 8 Fuente:(Autoría propia, 2020)	179
Cuadro 18:Ficha técnica 9 Fuente:(Autoría propia, 2020)	184
Cuadro 19: Infografía de muestra orgánica Fuente:(Autoría propia, 2020)	194
Cuadro 20:Ficha técnica 10 Fuente:(Autoría propia, 2020)	196
Cuadro 21:Ficha técnica 11 Fuente:(Autoría propia, 2020)	198
Cuadro 22:Ficha técnica 12 Fuente:(Autoría propia, 2020)	200
Cuadro 23: Infografía trama geométrica Fuente:(Autoría propia, 2020)	202
Cuadro 24:Ficha técnica 13 Fuente:(Autoría propia, 2020)	204
Cuadro 25:Ficha técnica 14 Fuente:(Autoría propia, 2020)	206
Cuadro 26:Ficha técnica 15 Fuente:(Autoría propia, 2020)	208
Cuadro 27: Infografía impresión sobre otra base textil Fuente:(Autoría propia, 2020)	210
Cuadro 28:Ficha técnica 16 Fuente:(Autoría propia, 2020)	213
Cuadro 29:Ficha técnica 17 Fuente:(Autoría propia, 2020)	215
Cuadro 30:Ficha técnica 18 Fuente:(Autoría propia, 2020)	217
Cuadro 31:Ficha técnica 19 Fuente:(Autoría propia, 2020)	219
Cuadro 32:Ficha técnica 20 Fuente:(Autoría propia, 2020)	221

Cuadro 33:Ficha técnica 21 Fuen	nte:(Autoría propia, 2020)2	23
Cuadro 34: Infografía ficha tintu	urado Fuente:(Autoría propia, 2020)2	25
Cuadro 35:Ficha técnica 22 Fuer	nte:(Autoría propia, 2020)2	28
Cuadro 36:Ficha técnica 23 Fuen	nte:(Autoría propia, 2020)2	30
Cuadro 37:Ficha técnica 24 Fuen	nte:(Autoría propia, 2020)2	32
Cuadro 38: Infografía ficha de c	onductividad eléctrica Fuente:(Autoría propia, 2020)2	34
Cuadro 39:Ficha técnica 25 Fuen	nte:(Autoría propia, 2020)2	38
Cuadro 40:Ficha técnica 26 Fuen	nte:(Autoría propia, 2020)2	39
Cuadro 41: Ficha técnica 27 Fuer	nte:(Autoría propia, 2020)2	40

Resumen

Con mayor frecuencia la tecnología se acopla a nuestras formas de vestir, tanto en el uso de nuevos materiales como en el manejo de las técnicas; sin embargo, en esta adaptación tecnológica se utilizan textiles que no cumplen con las características necesarias para proteger a los dispositivos electrónicos. El presente proyecto propone una nueva forma de tejeduría con la generación de tramas textiles tridimensionales desde los principios básicos del diseño, a partir del uso de la tecnología de impresión 3D en un sistema de capas, entre las cuales se insertan dispositivos electrónicos mediante encapsulamiento, obteniendo así propiedades estéticas como funcionales.

Palabras clave: Textiles inteligentes, nuevas tecnologías, sistema arduino, tramas textiles, filamentos, electrónica, fabricación digital, tejido, diseño.



Technology is increasingly combining with our ways of dressing, both in the use of new materials and in the handling of techniques; however, in this technological adaptation, textiles that do not meet the necessary characteristics to protect electronic devices are used. This project proposes a new form of weaving with the generation of threedimensional textile wefts from the basic principles of design, starting with the use of 3D printing technology in a layering system, between which, electronic devices are inserted through encapsulation, thus obtaining aesthetic as well as functional properties.

Keywords: smart textiles, new technologies, arduino system, textile wefts, filaments, electronics, digital couture, weaving, design

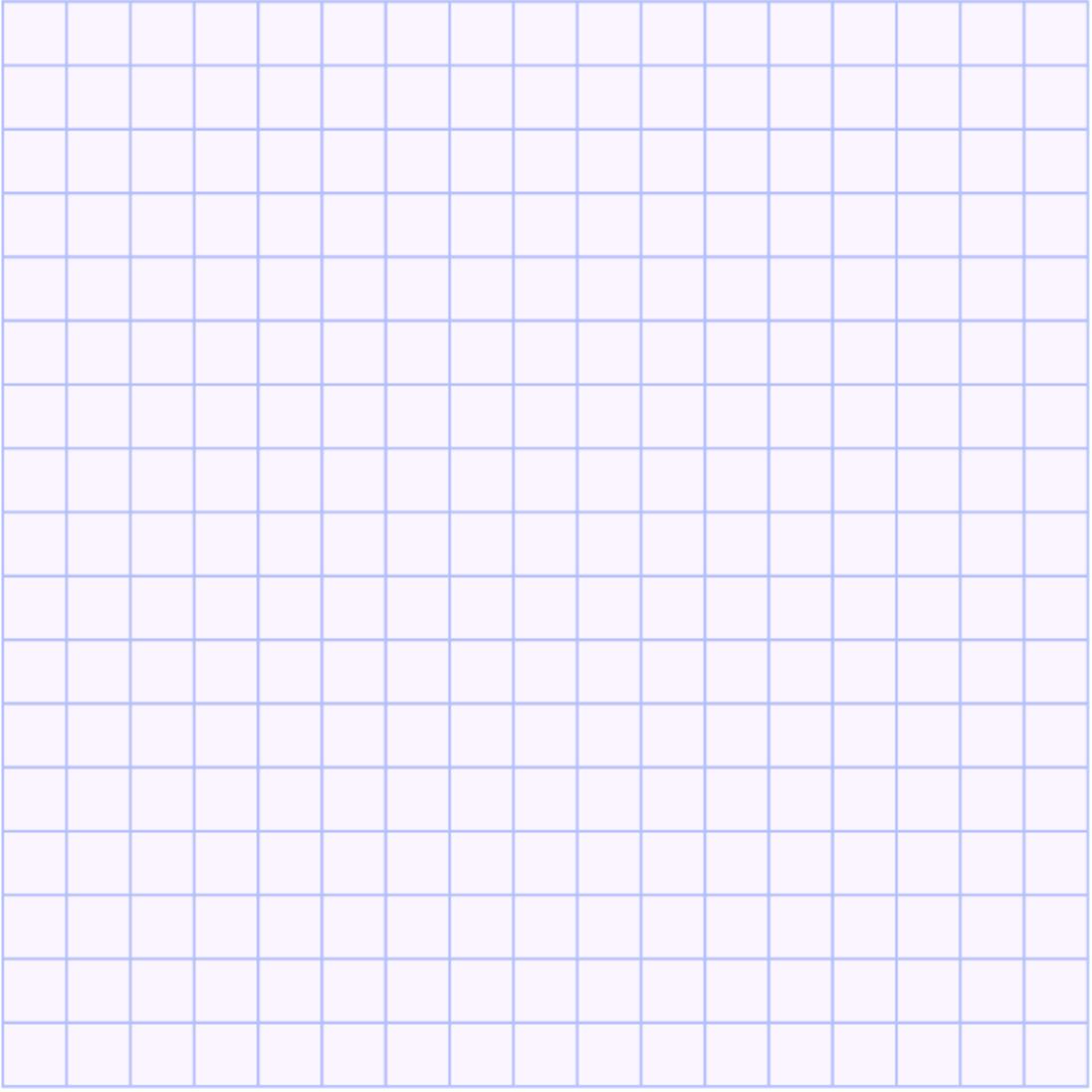
Introducción

Cuando pienso en ropa futurista vienen a mi mente imágenes de mi infancia cuando junto a mis hermanos veíamos la película *Regreso al futuro* quien no recuerda los míticos Nike que se ajustaban solos, la ropa que se secaba automáticamente y sin importar la talla le quedaba a quien la usaba a la perfección, los relojes inteligentes o las gafas televisión. En ese entonces, eran ideas de ciencia ficción, pero actualmente se dispone de los medios y recursos para concebir tales cosas. La conjugación de los textiles y la tecnología abre el paradigma para crear una nueva indumentaria, para lograr esta evolución, uno de los caminos es la innovación en tejidos.

Este proyecto de investigación, se sumerge en una experimentación para generar nuevas bases textiles, innovando desde la materia prima con el empleo de nuevos materiales como filamentos de impresión 3D, hasta los métodos de fabricación usuales, optando por la construcción digital en impresión 3D, donde en lugar de acoplar urdimbres sobre un telar o aglomerar fibras, los elementos que darán origen a nuestro tejido se disponen digitalmente, se entrelazan entre sí y crean un tejido digital tridimensional. A diferencia del textil convencional donde la forma de construir la tela es dictada por el tipo de tejido, ya sea plano o de punto, en la tejeduría digital es remplazado por un archivo G-Code que se obtiene al traducir el

modelado del tejido tridimensional a coordenadas que indican al extrusor los pasos a dar para realizar la tela. Partiendo de elementos conceptuales, tan sencillos como un punto, el cual se desplaza y se convierte en línea, está a su vez en un plano que al tridimensionalizarse pasa a ser una forma, esta se estructura y entreteje de diversas maneras para generar una trama textil. Pero hay algo más que interviene en esta creación y estos son los dispositivos electrónicos que se insertan en la estructura de la trama, ser parte de su morfología y ser uno con el tejido.

La impresión 3D es un método de fabricación que está en auge, no solo por las libertades creativas que permite, sino también por ser un método sustentable ya que los textiles fabricados a través de este método se pueden reciclar completamente y regresar a su estado de filamento para usarse una y otra vez. Este proyecto también se orienta a la creación consiente de nuevas bases textiles por ello se opta por este método de fabricación.



Capitulo 1:

De lo tradicional a lo moderno: Textiles, tecnología e impresión 3D Actualmente atravesamos la revolución industrial 4.0 la época de los datos y el internet de las cosas, resulta increíble el de hecho que gracias a la invención de un telar podemos disfrutar esa tecnología en la actualidad. Los grandes inventos vienen siempre de la interrelación de saberes, un ejemplo de ello, la obra de Leonardo Da Vinci, artista e ingeniero que unió el arte y la ciencia para el desarrollo de un sinnúmero de máquinas y herramientas precursoras de la vida moderna. Nuestra esencia humana nos lleva constantemente a desarrollar diversos productos, a través de la experiencia somos capaces de trasformar varios artículos para que se adapten a nuestras necesidad, es así que, en esta constante búsqueda de innovación pasamos de unir tejidos con utensilios de hueso a fabricar indumentaria a través de procesos digitales, donde si bien la mano de obra importa este trabajo no se desarrolla en el plano físico si no en un plano digital.

En este capítulo exploramos desde el génesis del tejido hasta la actualidad, de igual manera se realiza una exploración a las áreas que componen esta investigación, como es la electrónica e impresión 3D enfocadas a los textiles.

Como antesala de esta investigación, presentamos una línea de tiempo, que recorre la historia evidenciando el vínculo de estas ramas del conocimiento.

1.1. Recorrido histórico.

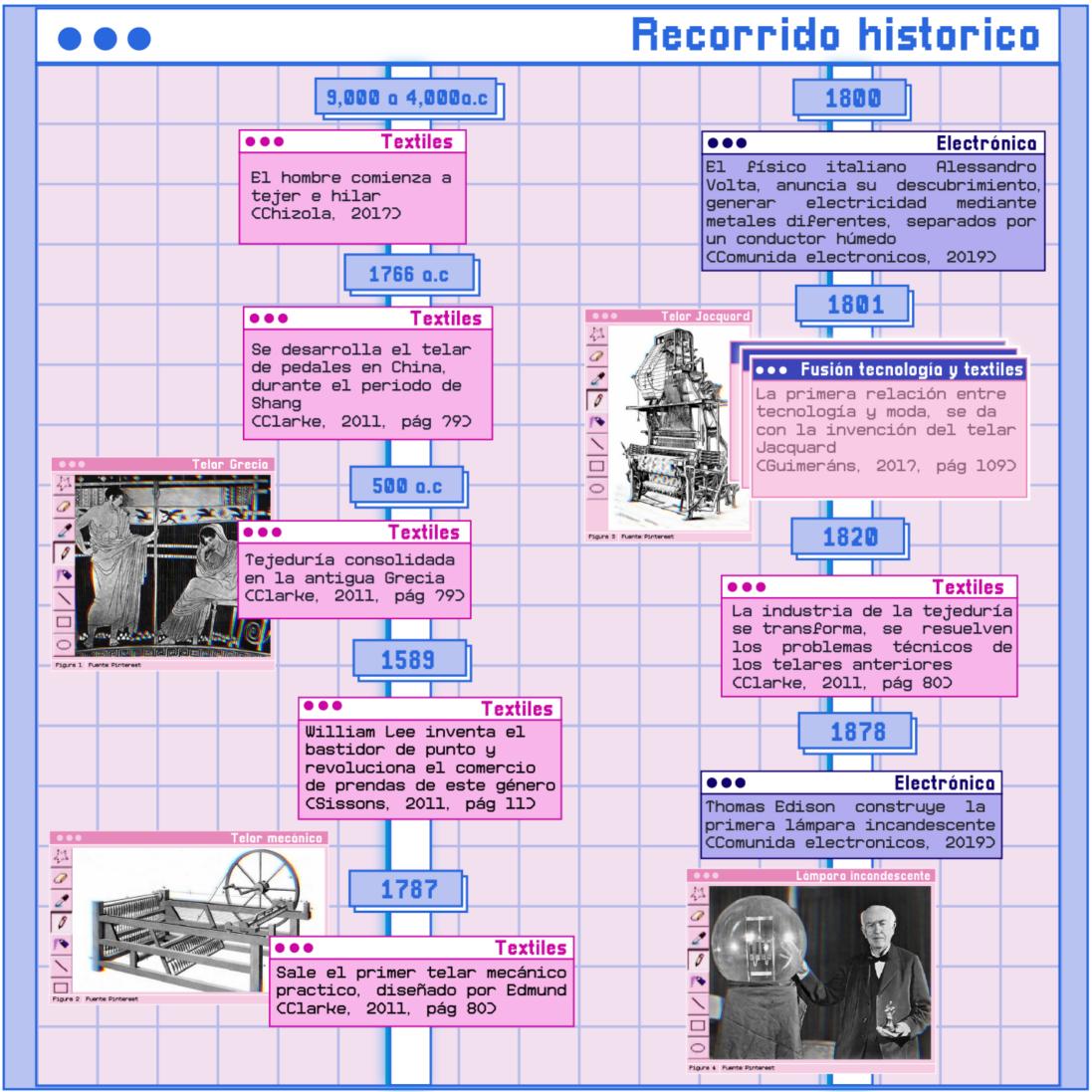
El ser humano desde que piso la tierra desarrolló diversas tecnologías para la construcción de herramientas, utensilios, artículos indumentarios y de protección. Pensar que la tecnología y los textiles son entes aislados, o su fusión es algo de tiempos modernos, es erróneo. Este vínculo se dio hace muchos siglos atrás.

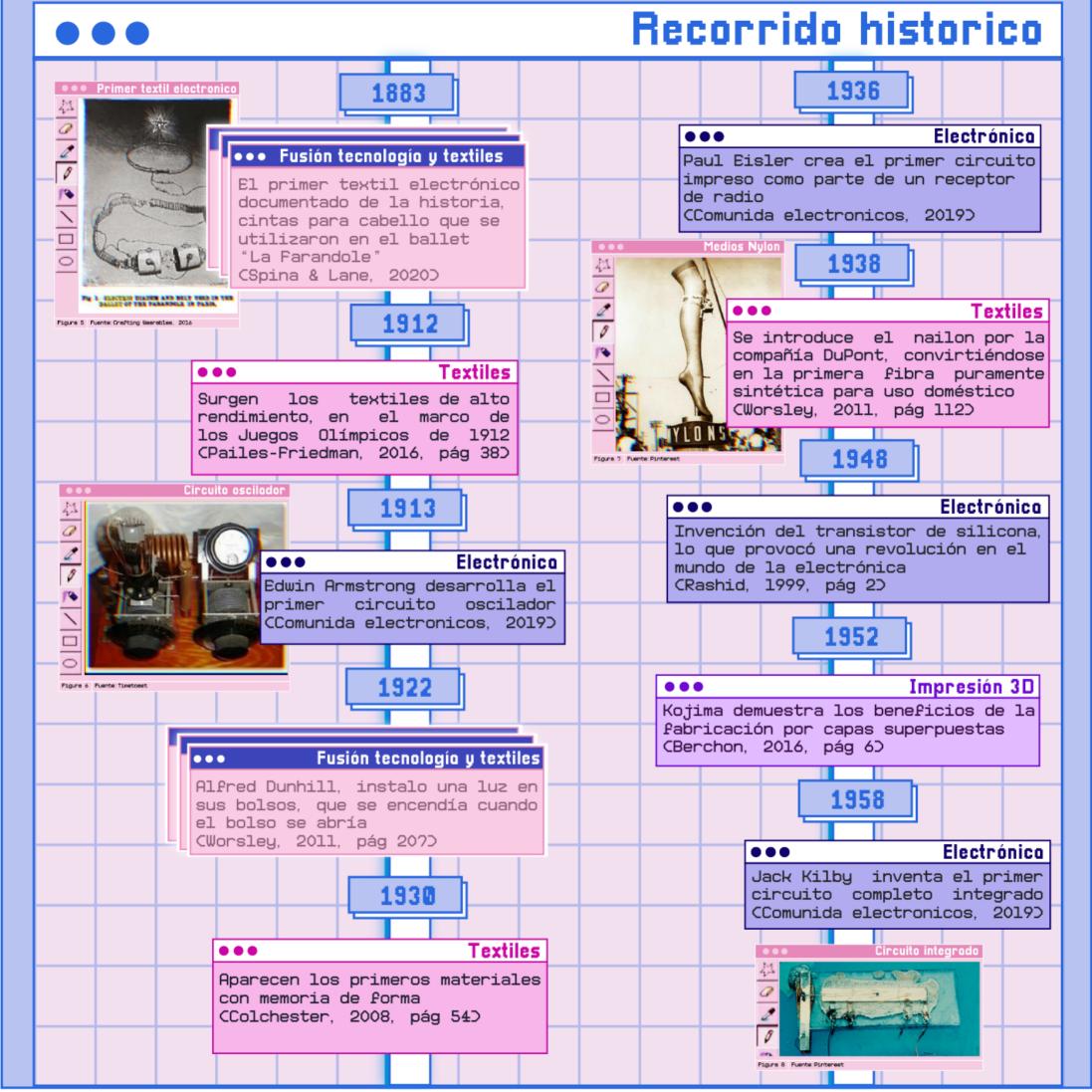
Con la finalidad de evidenciar esta relación entre los textiles y la tecnología se presenta una línea de tiempo, que en su recorrido nos permite visualizar los hitos que fueron precedentes y apoyo para lograr la innovación que tenemos hoy en día.

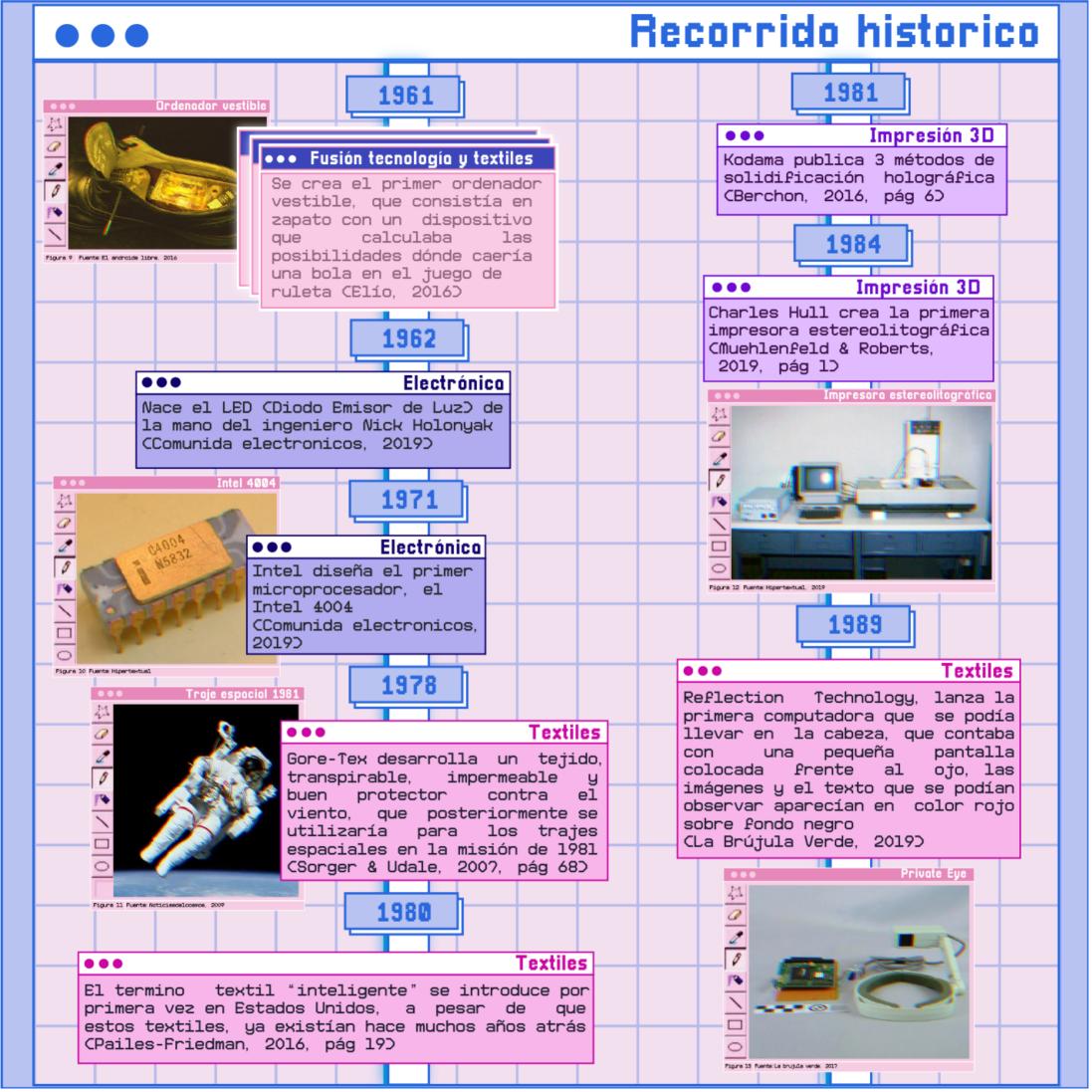
Para la realización de esta línea de tiempo se utilizó información de varios textos de autores con experticia en estas áreas, que serán nombrados a continuación:

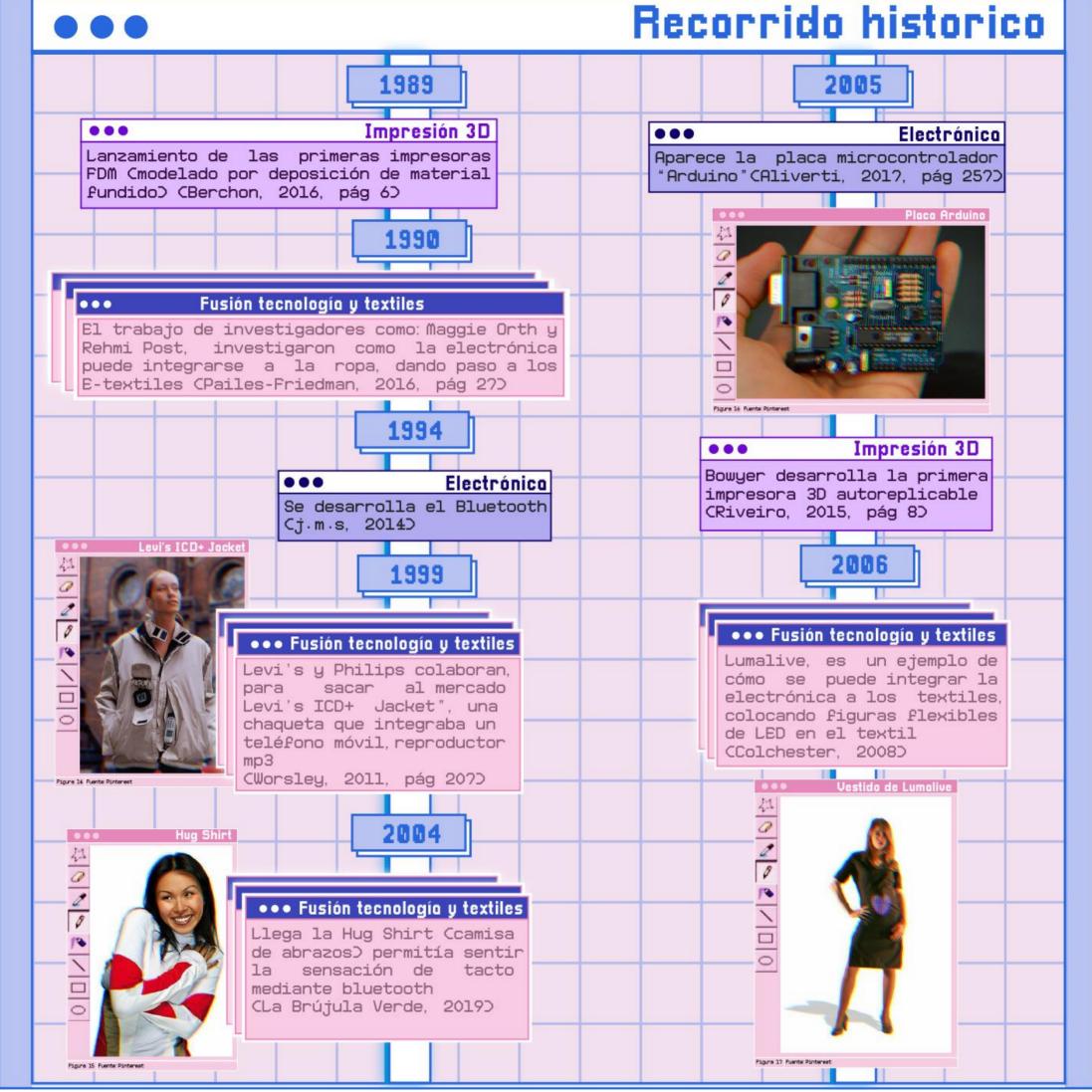
E-textiles in Libraries: A Practical Guide for Librarians de Carli Spina y Helen Lane, Diseño textil de Simon Clarke, Prendas de punto de Juliana Sissons, Tecnologia como material creativo de Paola Guimeráns, 100 ideas que cambiaron la moda de Harriet Worslet, Smart Textiles for designers de Rebeccah Pailes-Friedman, Textiles: tendencias actuales y tradiciones de Chloe Colchester, Confección de moda, vol. 1 Tendencias básicas de Connie Amaden-Crawford, Principios básicos de diseño de moda de Richard Sorger y Jenny Udale, Electrónica de potencia de Muhammad Rashid, Diseño textil tejidos y técnicas de Jenny Udale, La impresión 3D: Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general de Mathilde Berchon, 3D/4D Printing in additive manofacturing process de Simon Christian, Impresión 3D El mundo de la producción a disposición del consumidor de Lourdes Riverio, Electrónica para makers de Paolo Aliverti, Future fashion: innovative materiales and technology de Macarena San Martín.

Al igual que publicaciones virtuales en páginas de internet y sitios oficiales, como: Historia de los wearables de Javier Elio, Historia de la electrónica de la comunidad de electrónicos, Los primeros wearables de la brújula verde, Danit Peleg, Recreus Industries S.L., CUTECIRCUIT, Printable Smart Pattern for Multifunctional de Zhang Yigging.









Recorrido historico

2007

Electrónico ...

Leah Buechley lanza al mercado Lilypad Arduino, esta placa que puede coser, favorece al desarrollo de los E-Textiles CGuimeráns, 2017)

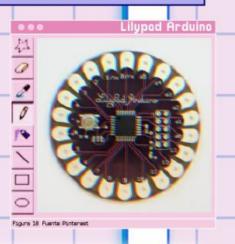
Fusión tecnología y textiles

2009

Galaxy Dress, vestido de seda bordado con 24000 LED y con más de 4000 cristales Swarovski CWorsley, 2011, pág 2070

0

Galaxy Dress



••• Fusión tecnología y textiles

Chalayan presento sus vestidos futuristas en su desfile primavera/verano 2007. una combinación de tecnología y moda CWorsley, 2011, pág 410

P / 0 0

2011

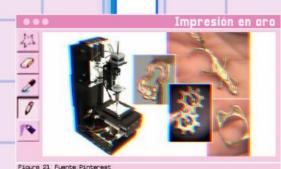
Chalayan primavera/verano



Figure 19 Fuente Pinterest

Impresión 3D ...

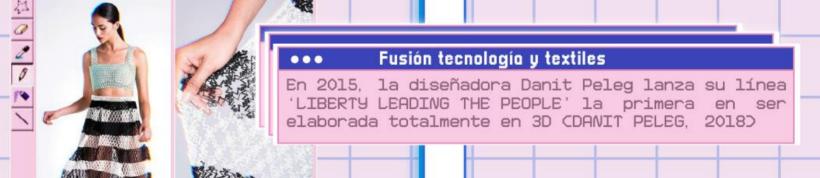
Impresión en oro y plata, lo que permite abrir un nuevo mercado para los joyeros y diseñadores CRiveiro, 2015, pág 90



Recorrido historico Si bien cada una de estas ramas apoyo al avance de la otra, a partir del 2013 se puede evidenciar de manera más literal la relación de las mismas, el primer paso para el desarrollo de textiles e indumentaria impresa en 3D, es la invención y puesta al mercado de FilaFlex 2013 Fusión tecnologío y textiles Sale al mercado FilaFlex® de la

Sale al mercado FilaFlex® de la empresa española Recreus Este filamento es el más usado en el mundo de la moda CRECREUS INDUSTRIES SL, 2019)

Donit Peleg



2019

2015

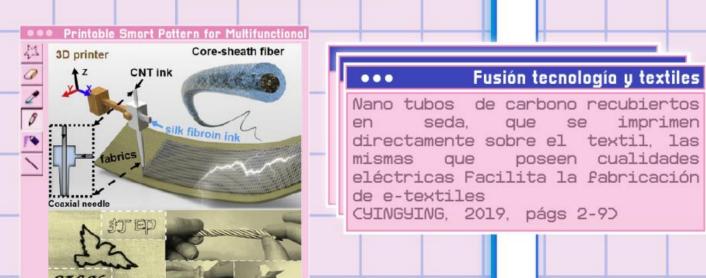


Figure 25 Fuente Printable Smart Pattern Por MultiPunctional

Este recorrido histórico, es un claro ejemplo de que el mundo del textil y moda no es ajeno a la tecnología, al contrario los aportes de una rama impulsaban a las otras.

Nada más evidente que el invento del telar de Jacquard el cual sentó las bases de los ordenadores modernos. La multidisciplinariedad y la aplicación de varias ramas de la ciencia para la creación de productos, permite crear objetos que vayan más allá de lo estético y funcional, si no que trasciendan otro tipo de inter relación de usuario-producto donde este interactúe íntimamente con su portador ya no solo con estímulos psicológicos si no también físicos.

La inmersión de la tecnología en los textiles puede revolucionar completamente el mundo del textil y moda. En las siguientes páginas se describe la evolución de los textiles, la innovación en fibras, así como en métodos de producción textil y la aplicación de la electrónica a los textiles.

1.2. Textil, un breve recorrido histórico.

La necesidad de cubrirse siempre ha estado presente en el hombre, la protección de agentes externos, comunicar o diferenciarse a través del atavío, llevaron a la evolución del vestuario, y a la introducción de nuevas tecnologías para adaptarlo a las diversas necesidades o situaciones (Horvath, Hoge, & Cameron, 2016). Es difícil decir con exactitud cuando el hombre comenzó a vestirse, pero personalmente creo que esto sucedió durante la etapa evolutiva donde el individuo comenzó a perder su vello corporal y se sintió desprotegido, su instinto lo llevo a buscar alternativas para salvaguardar su cuerpo de agentes externos que lo rodeaban. Las pieles de animales de caza fueron las primeras materias primas que se emplearon para construir los primeros ropajes (Cómo se cubrió un cuerpo, 2013); las fibras capilares de estos animales se torcionaban para generar una especie de hilo, con el cual se elaboraban sogas y redes (Cohen & Johnson, 2012, pág. 68).

Es palpable desde tiempos inmemoriales el instinto humano capaz de desarrollar y generar nuevos productos para mejorar sus condiciones de vida. Posteriormente el hombre dejo de ser nómada, comenzó a sembrar y criar animales, así comenzaron a surgir con fuerza fibras como el lino muy utilizado en el antiguo Egipto, el algodón, y la lana (El Nemr, 2012, pág. 1).

A la par nuevas formas de fabricación textil se hacían presentes; en Grecia el proceso de elaborar textiles consistía en caminar hacia delante y atrás frente a un telar vertical para formar el tejido, después se

introduce el uso de un palo terminado en punta para pasar la trama a través de la urdimbre, al pasar el tiempo este método se modifica y llega la lanzadera, así como el telar de pedales Chino (Clarke, 2011, pág. 79).

Un hito en la historia es la creación del telar Jacquard que fue la primera máquina en utilizar el proceso de información binaria para el desarrollo del modo de interfaz del usuario y generar tejidos con diversos motivos. Este invento preparo el camino para el procesamiento de información binaria moderna, y abrió un mundo de posibilidades para la fabricación textil (Kumar & Vigneswaran, 2015, pág. 1).

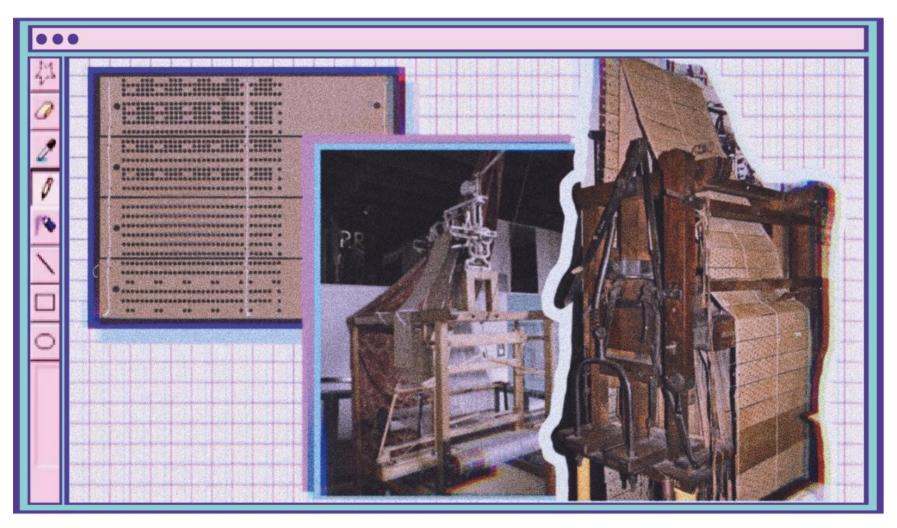


Imagen 1: Collage telar Jacquard Fuente:(Pinterest)

El inicio del desarrollo de las fibras sintéticas se dio a lo largo del siglo XX, convirtiéndose en un componente esencial en el diseño y producción de indumentaria, aportaban al panorama de la moda características nuevas como elasticidad, durabilidad y bajo costo de producción. Las más icónicas son el nailon, poliéster, y la lycra (Worsley, 2011, pág. 112). Desde entonces los avances en textiles no pararon de evolucionar, aparecieron los textiles con memoria de forma, biométricos, luminiscentes, con nanotecnología, ecológicos, y solo por nombrar algunos (Clarke, 2011).

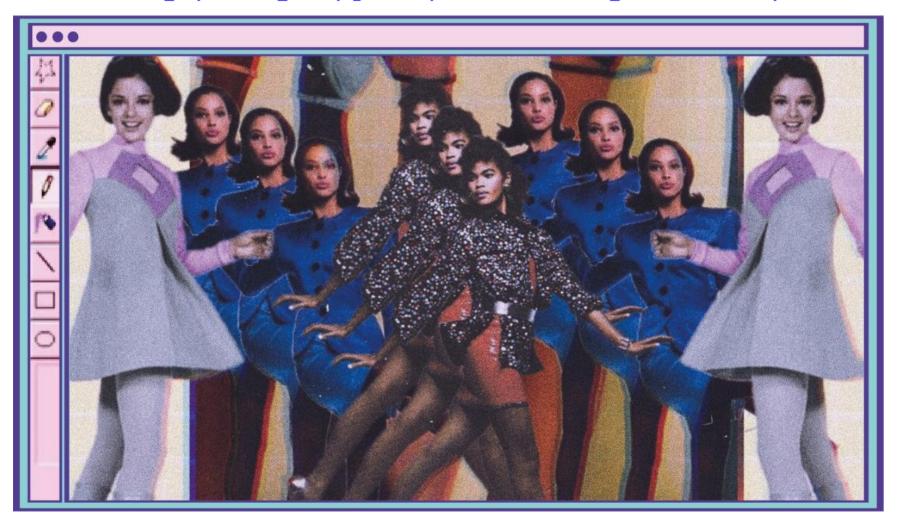


Imagen 2: Collage telas sintéticas Fuente: (Pinterest)

También tenemos los que actualmente están en boga, los textiles inteligentes de los cuales uno de ellos son los e-textiles o también conocidos como textiles electrónicos, que son tejidos que integran la electrónica en su morfología.

Sin lugar a duda, la historia del tejido y la indumentaria es apasionante, y es un claro ejemplo de como el hombre toma los recursos que encuentra a su disposición, los mejora y los adapta a sus requerimientos. Actualmente estamos en la época de la Big Data y el internet de las cosas, el textil tiene que ir a la par de estos cambios y adaptarse a esta nueva era tecnológica, y ser un puente de conexión entre la tecnología y usuario.



Imagen 3: Innovación textil Fuente:(Pinterest)

1.3. Fibras.

Las fibras son la materia prima con la que están elaborados los tejidos, desprendiéndose de estas tres tipos de fibras principales: animales (pelo), vegetales (celulosa), minerales (sintéticas) (Jenkyn, 2014, pág. 96). Actualmente existe la inserción de nuevas y revolucionarias fibras como; las nanofibras que poseen el potencial necesario para revolucionar el diseño de superficies un ejemplo de esto es el grafito, que suele ser un material bastante quebradizo, pero al ser trabajado a nanoescala se convierte en una fibra flexible y conductora que recibe el nombre de grafeno. Así también están las fibras con propiedades táctiles, acústicas, ópticas y eléctricas (Colchester, 2008, págs. 30-34). La fibra es la unidad del tejido por ello la innovación y el desarrollo de nuevos materiales es cada vez mayor, a continuación ejemplificamos unas de las más interesantes, no solo por sus aplicaciones tecnológicas sino también por su sustentabilidad.

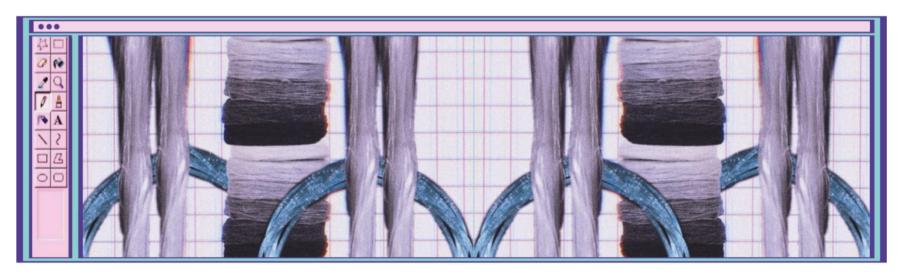


Imagen 4: Collage fibras Fuente:(Pinterest)

1.3.1. Nuevos avances en fibras.

La revolución química y tecnológica provoco una transformación en las fibras y por ende en los tejidos, algunas de las fibras más interesantes que anuncia Jenny Udale, (2014) en su libro Diseño Textil Tejidos Y Técnicas, son:



Imagen 5: Collage PLA Fuente:(PNGocean, Pinterest)

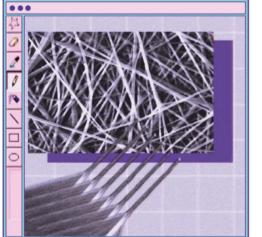


Imagen 6: Collage microfibras Fuentes:(Aitex, Pinterest)

Fibra PLA: Se obtiene de forma natural a partir de los azucares que produce el maíz y la remolacha azucarera.

Microfibras: **Fibras** extremadamente finas ligeras, impermeables, con protección contra el viento y transpirables, aplican se COMO recubrimiento. Estas fibras también pueden incorporar microcapsulas con productos químicos, como vitaminas, medicamentos o antibacterianos.



Imagen 7: Collage nanotecnología Fuente:(Aitex)



Imagen 8: Collage X-Static Fuente:(Zajo)



Imagen 9: Collage Azlon Fuentes:(PNGosean, Eco diseño y sostenibilidad)

Nanotecnología: La nanotecnología actúa a nivel molecular, para conseguir tejidos súper resistentes, que cambien de color, emiten aromas, protegen la piel etc.

Tejido X-Static: La plata se adhiere a otra fibra para otorgarle propiedades antimicrobianas, que sirven para combatir

Azlon: Fibra obtenida partir de las proteínas de la leche, maní, maíz y soja (Udale, 2014, págs. 56-58).

La fibra, es el génesis del textil, gracias al estudio y desarrollo de nuevos materiales surgen nuevas fibras textiles con un sinfín de propiedad y sustentables, es por ello que para provocar un impacto de innovación en bases textiles se puede trabajar desde la exploración de nuevas fibras, los ejemplos anteriormente descritos son unos cuantos del creciente número de materiales que surge día a día.

1.4. Textil.

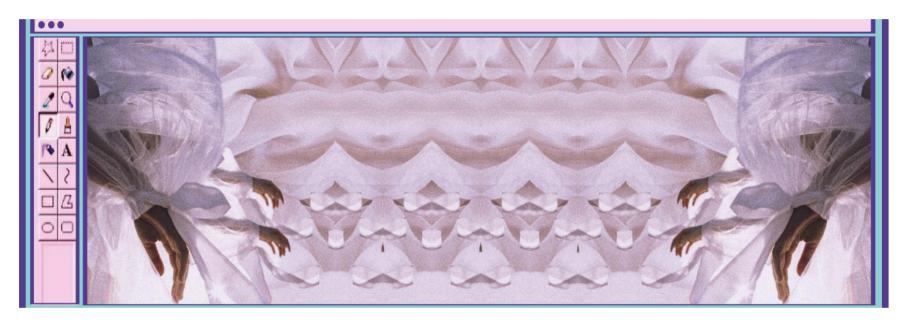


Imagen 10: Collage textil Fuente:(Pinterest)

El textil es un conjunto de fibras, una superficie bidimensional flexible que a través de la manipulación del mismo pasa a ser tridimensional (Baugh, 2011, pág. 35). La innovación en este campo es constante, la combinación del textil con la tecnología, la inserción de nuevos materiales y el uso de fibras poco tradicionales, ofrece un abanico de posibilidades para los diseñadores, esta nueva ola de cambios comienza a tomar fuerza a finales del siglo XX con la intención de construir textiles interactivos poseedores de varias funciones que ayuden al día a día del usuario o simplemente sean decorativos, estos nuevos tejidos se denominan como "textiles inteligentes" (Clarke, 2011, págs. 100-102), este tema se tratará con mayor profundidad en las siguientes páginas.

1.4.1. Métodos de construcción de una base textil.

Los textiles se construyen de 3 formas: entrelazando hilos, creando bucles, o colocando fibras una sobre otra, métodos tan antiguos como la historia de la civilización, los cuales se describen a continuación.

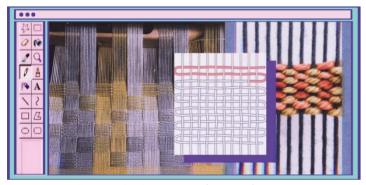


Imagen 11: Collage tejido plano Fuente:(Pinterest)



Imagen 12: Collage tejido de punto Fuente:(Pinterest)



Imagen 13: Collage aglomerado Fuente:(Pinterest)

Tejeduría de Tejido Plano: Este método consiste en el entrelazamiento de hilos verticales (urdimbre) con hilos horizontales (trama) en un ángulo de 90°. Los tipos de tejido plano son: tafetán, sarga, satén, rizo, y Jacquard. (Jenkyn, 2014, pág. 98)

Tricotado o Tejido de Punto: Los tejidos de punto se construyen entrelazando bucles de hilo que se tejen en sentido de la urdimbre y de la trama, se puede realizar por trama y por urdimbre (Udale, 2014, págs. 88,94)

No teliidos:

Elaborados por la compresión de fibras conjunto con la aplicación de calor, fricción, o productos químicos. Los no tejidos no solo son artificiales en esta gama también entra el cuero y la piel (Sorger & Udale, 2007, pág. 77).

1.4.2. Otras formas de construcción de tejidos.



Imagen 14: Collage textiles en aerosol Fuentes:(BBC Mundo, Pinterest)



Imagen 15: Collage impresión 3D Fuentes:(Pinterest)

Textil en Rerosol: Desarrollado por Manel Torres en el 2007, es un método que consiste en aplicar las fibras directamente sobre el cuerpo, el tejido se adhiere a la forma, y se coloca más o menos según el diseño o la zona que lo requiera.

Impresión 3D: Con este proceso se puede elaborar cualquier tipo de forma mediante el uso de un software de diseño 3D, además permite trazar un mapa tridimensional del cuerpo y sacar piezas de indumentaria que se amolden perfectamente a las formas corporales. Los diseños que se pueden elaborar empleando la impresión 3D no tienen límites. Acerca de este método de fabricación textil, se ampliará en las páginas posteriores (Udale, 2014).

La investigación, desarrollo e implementación de nuevos materiales y la innovación en métodos de construcción de tejidos, nos permite avanzar a un segundo nivel en el ser de un textil y dar paso a tejidos del futuro.

1.4.3. Tejidos del Futuro.

A partir de todos los cambios y sucesos que se están suscitando, la fabricación de textiles está tomando dos caminos, la primera que opta por los tejidos ecológicos y la segunda por la inserción de la tecnología en el panorama textil. La convergencia de estos dos caminos tiene como resultado materiales sostenibles que incorporan adecuadamente la tecnología, fusión que se plantea en este proyecto.



Imagen 16: Collage textiles del futuro Fuente:(Pinterest)

También hay otros aspectos importantes que resuenan en todo este contexto, la revalorización de la artesanía y el trabajo manual, apoyado con un comercio justo donde no se explote al trabajador y obtengan una remuneración digna.

Lo orgánico y los derechos de los animales son puntos que también están sobre la mesa. En cuanto a la tecnología, la biotecnología, tejidos que contengan productos químicos aplicables al área médica, materiales inteligentes, textiles interactivos que responden a los cambios del entorno, son los hitos en esta área (Udale, 2014, págs. 22-26). El panorama textil está dando una vuelta de 360° donde lo imposibles se hace posible, y estamos a punto de lograr producir indumentaria que solo era posible en películas de ciencia ficción.

1.5. Textiles Inteligentes.

El textil es nuestra segunda piel, es lo más cercano a nosotros, día a día interactuamos con él, no solo nos cubre, también nos protege, nos da una identidad. Los tiempos han cambiado y los usuarios demandan más de los productos que están a su alrededor y el textil no es una excepción. Los textiles constantemente se encuentran en desarrollo para satisfacer las necesidades del cliente (Pailes-Friedman, 2016, pág. 9). Es así que para dar respuesta a la demanda surgen los textiles inteligentes que son un punto de convergencia de diversas áreas del conocimiento como: química, física, ingeniería electrónica, telecomunicaciones inalámbricas y móviles, diseño textil y nanotecnología (Akbar, 2014, pág. 239).

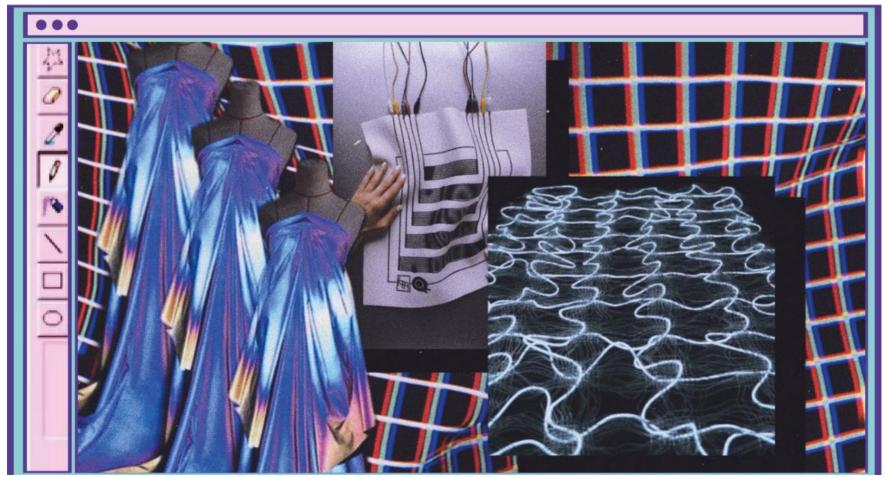


Imagen 17: Collage textiles inteligentes Fuente:(Pinterest)

El término "textil inteligente" se introdujo por primera vez en Estados Unidos en la década de 1980, a pesar que anteriormente ya habían existido guiños a materiales inteligentes, los textiles inteligentes como tal son relativamente nuevos. Lo que hace que estos textiles sean asombrosos son las capacidades que poseen(Pailes-Friedman, 2016, pág. 19). Estos textiles marcan un antes y un después en el mundo de la indumentaria y la moda, absorben una serie de componentes activos que los dotan de diversas cualidades sin perder la flexibilidad y comodidad. Tienen un sinnúmero de aplicaciones tales como: la detección de fenómenos externos, transmisión de energía y datos, emisión y recepción de señales, etc. Este tipo de tejido se puede aplicar en diversos campos como en la elaboración de indumentaria militar, deportistas de alto rendimiento, en el área médica, para video juegos de inmersión virtual, personal sanitario, policías, adultos mayores o en la moda(Akbar, 2014, págs. 239-240).

Un ejemplo de estos textiles es una tela tejida con hilos conductores que permite manipular el panel de control de un iPod o reproductor MP3 a través de la chaqueta, este tipo de textil además de ser un tejido inteligente, se encuentra dentro de los e-textiles una ramificación de los tejidos inteligentes (Pailes-Friedman, 2016, pág. 17).

Los textiles inteligentes permiten tener una comunicación más cercana con las prendas que portamos, a través de los sentidos recolectan información de nuestros cuerpos, algunos nos pueden emitir datos sobre nuestro estado de salud, o adaptarse para protegernos de factores externos como el frio, si sienten una baja de temperatura, en cuanto a la parte estética, permite crear juegos de luces, animaciones, cambios de color o generar movimientos, un ejemplo de esto son los trabajos de

Hussein Chalayan que son un espectáculo más allá de lo visual (Pailes-Friedman, 2016, págs. 14-17).

Para la protección son un gran aleado, áreas como la indumentaria militar y aeroespacial, son pioneras en avances de nuevos textiles inteligentes, la inversión de los gobiernos para proteger a sus soldados ha dado como resultado, textiles capaces de mantener la temperatura corporal constante sin importar factores externos, proteger de impactos de bala, entre otros. Actualmente se encuentran en desarrollo textiles que sean capaces de suministrar medicina en cortaduras o lesiones de batalla al instante.

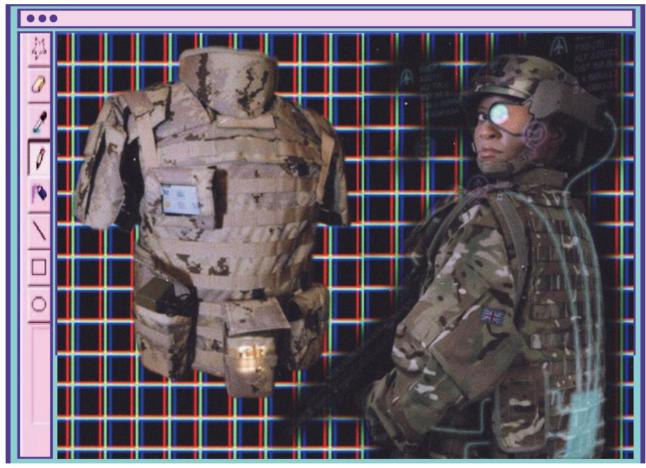


Imagen 18: Collage indumentaria militar Fuente:(Pinterest)

Los textiles inteligentes como ya lo mencionamos anteriormente, son el resultado de la una unión de varias ramas del conocimiento, por ello existe una gran variedad de este tipo de materiales, unos más complejos que otros. Para facilitar su compresión se dividen en 3 categorías principales: Pasivos, Activos E inteligentes muy inteligentes.



Imagen 19: Collage variedad de tejidos inteligentes Fuente:(Pinterest)

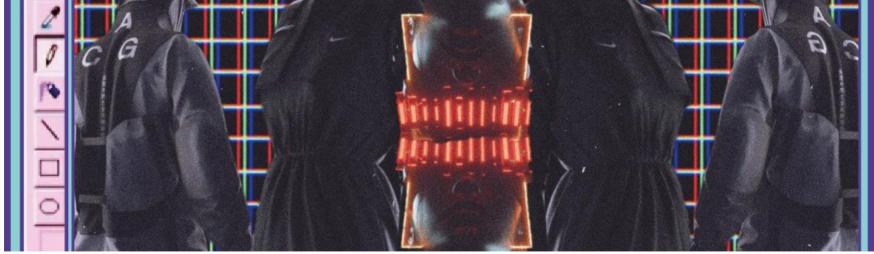


Imagen 20: Collage wearables Fuente:(Pinterest)

1.5.1. Categorías de Textiles Inteligentes.

Tomando como referencia a lo enunciado por Rebeccah Pailes-Friedman en su libro Smart Textiles For Designers del 2016, existen tres categorías de textiles inteligentes, que se basan en las funciones que poseen.

• • • Textiles Inteligentes Pasivos:

Los tejidos pasivos actúan como sensores, solo pueden sentir las condiciones medioambientales o los estímulos externos, por ejemplo detectan cambios de color o temperatura (Pailes-Friedman, 2016, págs. 19-20).

••• Textiles Inteligentes Activos:

Estos textiles tienen la capacidad de detectar los estímulos externos además de responder a estos estímulos, teniendo habilidades como: memoria de forma, termorreguladores, camaleónicos, etc (Pailes-Friedman. 2016, págs. 19-20).

Textiles Inteligentes muy inteligentes:

Esta categoría es una de las áreas más avanzadas y dinámicas. No solo detectan las condiciones externas, también responden a las mismas y se adaptan a las circunstancias a las que están expuestos (Pailes-Friedman, 2016, págs. 19-20).

Cuando escuchaos el término "Textil inteligente" inmediatamente lo asociamos con tejidos que cambian de color, forma, o tienen elementos electrónicos en su composición: Si bien estos sin son textiles inteligentes, son solo una rama del gran tronco que engloba los textiles inteligentes. Para clarificar este tema, a continuación se desglosa una clasificación de este tipo de tejidos.

1.5.2. Clasificación de Inteligentes.



Imagen 21: Collage microcápsulas Fuente:(EDX)

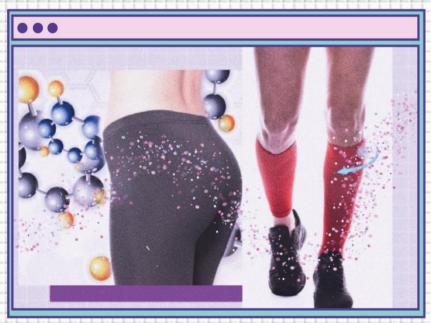


Imagen 22: Collage Hidrogeles Fuentes:(Pinterest, Digital.csc)

Microcápsulas: Incorporan microcápsulas en las fibras durante el proceso de hilatura, las cuales pueden gestionar el calor corporal en función de las condiciones externas del ambiente, absorbiendo, almacenando o liberando calor según sea necesario.

Textiles

Hidrogeles: Denominan COMO cosméticos textiles. son empleados para la prevención de producidas infecciones por agentes externos, pueden desprender diversos aromas, que le dan al usuario una sensación de bienestar. Estas cualidades son aplicadas en el proceso de acabados.



Imagen 23: Collage textiles crómicos Fuente:(Pinterest)



Imagen 24: Collage textiles con memoria de forma Fuente:(Pinterest)

Textiles Crómicos: Son tejidos cambian de color respuesta a las radiaciones solares, están compuestos por microcápsulas de color sensibles a la luz o la humedad, por ejemplo, estos tejidos pueden cambiar de color al entrar o salir de un edificio. Para logar este efecto se colocan microcapsulas en el de tinturado proceso estampación del tejido.

Textiles con Memoria: Incorpora poliuretano termoplástico entre las capas de la tela, para que cuando haga frio las burbujas de aire se encierren entre las capas incrementando el volumen al igual que la capacidad de aislamiento y protección contra el frio, al hacer calor el proceso se realiza a la inversa.



Imagen 25: Collage e-textiles Fuente:(Pinterest)

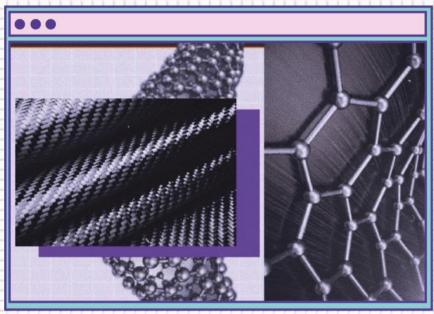


Imagen 26: Collage nanotecnología Fuentes:(Pinterest)

E-Textiles: o textiles electrónicos, incorporan la electrónica al textil. Cuentan con microprocesadores, sensores, baterías y demás componentes electrónicos. Este tipo de textil está enfocado en la construcción de uniforme miliar, indumentaria deportiva, médica, entre otros. Los E-Textiles son el tema de estudio de esta investigación.

Nanotecnología:

nanotecnología permite cambiar

las propiedades de los tejidos

habituales, confiriéndoles

características como auto

limpieza, repelente a la suciedad,

anti olores y bacterias, etc

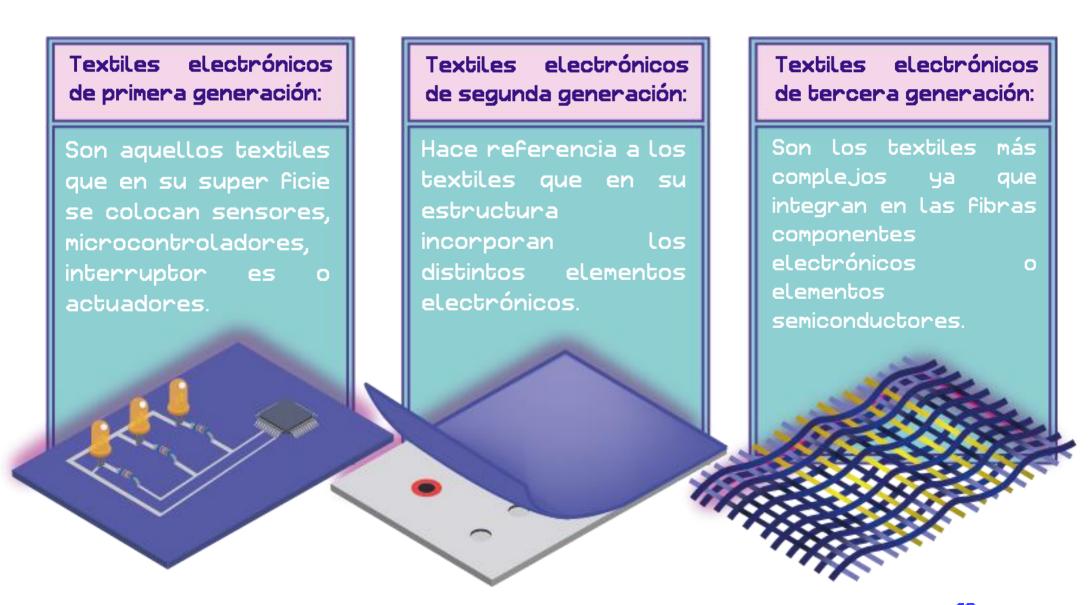
(Farias, 2015).

1.6. Textiles Electrónicos.

Como se revisó en la línea de tiempo, la relación entre textiles y tecnología no es nuevo, esta cohesión se hizo hace más de 200 años atrás con la invención del telar de Jacquard en 1801. Posterior a ello aparece el primer reloj de bolsillo y el reloj de pulsera primeros artilugios que hoy en día son conocidos como wearable, término que hace referencia a un conjunto de dispositivos electrónicos que se puede llevar puesto o portar sobre nuestro cuerpo (Dispositivos Wearables, 2014). Pero, que tiene que ver los wearables con los textiles electrónicos, los wearables son los precursores de los textiles electrónicos, ya que dieron paso a la incorporación de nuevos mecanismos tecnológicos a los accesorios y prendas de vestir.

En 1867 en la Exposición Internacional se presentaron broches y alfileres para corbata que incluían piezas móviles alimentadas por pequeñas baterías, estos accesorios estaban pensados para ser colocados sobre la ropa, esto fue otro aporte para llegar al primer textil electrónico documentado de la historia, unas cintas para cabello que se utilizaron en el ballet "La Farandole" en 1883, desde este punto en la historia siguieron apareciendo nuevos inventos en este campo como; cinturones eléctricos para hombres que causaron curiosidad e interés para continuar la investigación en este campo. Otras influencias importantes que dieron paso para el desarrollo de esta tecnología fueron la época espacial, el área militar además del trabajo de diseñadores e ingenieros como: Atsuko Tanaka, diseñador de moda neodaista, Maggie Orth y Rehmi Post, investigadores del Massachusetts Institute of Technology.

Los aportes de estos visionaros fueron muy importantes para el avance de los e-textiles, en especial el trabajo de Maggie Orth y Rehmi Post, en el cual se adentraron en la búsqueda de métodos con los cuales pudieran integrar la electrónica a los textiles, comenzaron empleando materiales conductores que se podían coser o bordar sobre los tejidos. Dando como resultado el nacimiento de los e-textiles o textiles electrónicos, el parte aguas para dar inicio a la revolución tecno-textil. Los textiles electrónicos, se dividen en 3 generaciones:



Para los diseñadores e ingenieros adaptar elementos electrónicos a un textil se presentaba como un desafío, debido a que estos elementos son de alguna manera disruptivos en la esencia del tejido; Pero gracias a la demanda de este tipo de materiales, la popularización de los werables, y los avances tecnológicos han permitido que la electrónica se adapte a este nuevo paradigma y sea mucho más pequeña, resistente al agua y flexible

En la actualidad hay componentes que vienen con orificios especiales para ser cosidos a la tela, uno de los más populares es Lilypad Arduino, que sale al mercado en 2007 de la mano de la diseñadora e ingeniera Leah Buchley lo que favoreció el desarrollo y el avance de las investigaciones en el campo de los e-textiles en los últimos 13 años.



Imagen 27: Collage textiles electrónicos Fuente:(Pinterest)

Los e-textiles, son tejidos que incorporan la electrónica para suplir necesidades o ejecutar cierto tipo de acciones; también están en la capacidad de almacenar datos, cosechar energía, generarla y almacenarla. Estos tejidos están compuestos por una unidad de sensores, unidad de procesamiento, unidad de actuador y la unidad de potencia, este sistema es descrito a mayor profundidad en las siguientes líneas (Guimeráns, 2017) (Pailes-Friedman, 2016, pág. 27) (Akbar, 2014) (Kumar & Vigneswaran, 2015) (Spina & Lane, 2020).



Imagen 28:Collage grupo de ingenieros y diseñadores dedicados al desarrollo de e-textiles Fuente:(Pinterest)

1.6.1. Sistema electrónico de un textil.

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos electrónicos, que se relacionan e interactúan entre sí para obtener un resultado (Electronica, 2011). Estos sistemas cuentan con un sinnúmero de elementos para su correcto funcionamiento, al igual que diversas combinaciones para la obtención de múltiples resultados. Por ejemplo, se puede crear sistemas que nos emitan luz o controlen ciertos aspectos externos o internos. Los sistemas electrónicos para e-textiles se componen de una unidad de sensores, unidad de procesamiento, unidad de actuador y la unidad de potencia.

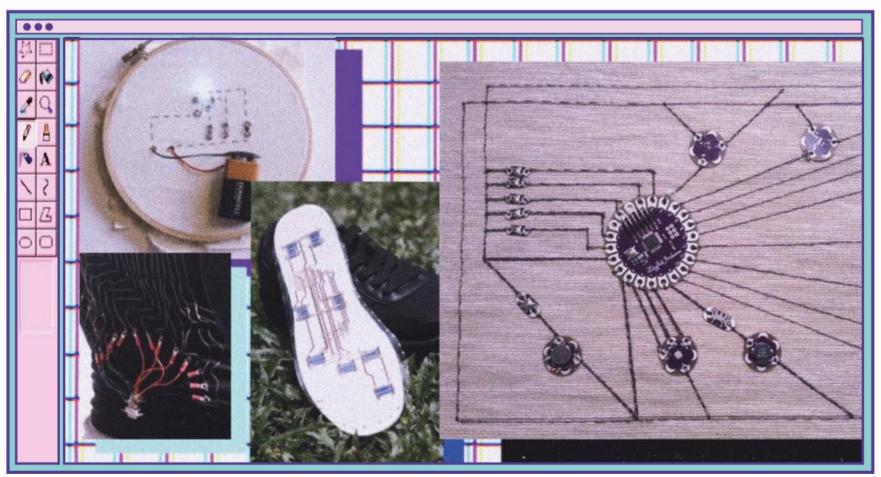


Imagen 29: Collage sistemas electrónicos Fuente:(Pinterest)

1.6.1.1. Componentes de un textil electrónico.

Tomando de referencia el libro de Kate Hartman, Make: Wearable Electronics, a continuación se enuncian los componentes de un textil electrónico y los materiales frecuentes utilizados para este tipo de proyectos.

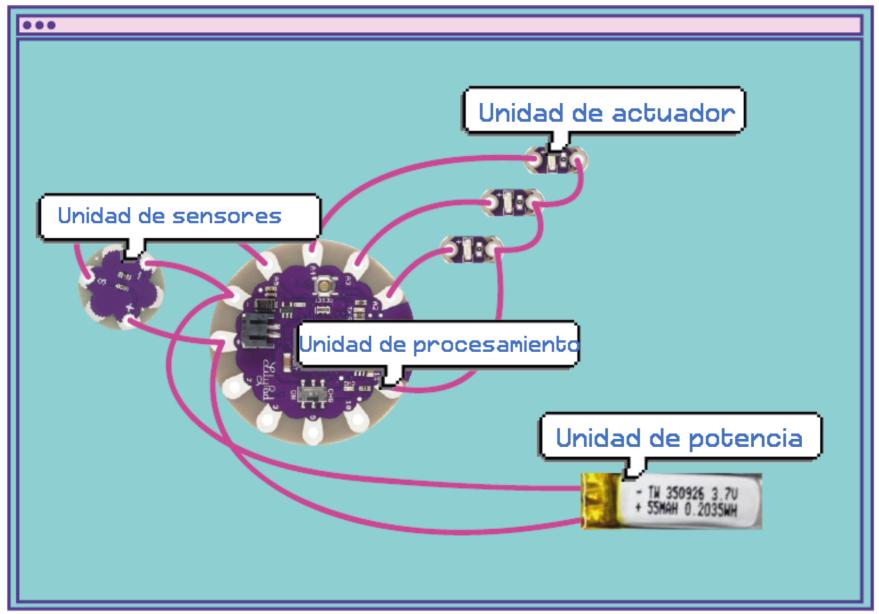


Imagen 30: Componentes de un sistema electrónico Fuente: (Autoría propia, 2020)

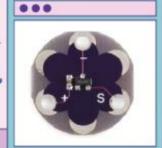
• • • Unidad de sensores

Un sensor es un componente electrónico que mide algún aspecto del mundo físico y convierte esta lectura en diferentes características eléctricas. Los sensores pueden medir luz, tacto, pulso, temperatura, movimiento, etc., los sensores más usados en la realización de este tipo de proyectos, provienen de marcas líderes en el campo de wearables como: Arduino, y Adafruit.

...

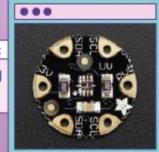
Sensor de temperatura lilypad

Permite detectar la temperatur a ambiental o corporal por contacto. El sensor da una salida de 0.5V a 0°C, 0.75V a 25°C, y 10mV por °C Diámetro: 20mm



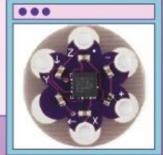
Sensor UV Adafruit

Mide la luz UV y obtiene datos.



Acelerómetro lilypad adxl335

Puede detectar el movimiento de las articulaciones, así como la inclinación y la vibración.
Diámetro: 20 mm



Pulse Sensor Amped

Sensor de frecuencia cardíaca contiene circuitos de amplificación y cancelación de ruido al hardware, funciona con Arduino de 3V a 5V.



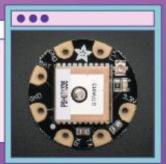
Sensor de temperatura lilypad

Permite detectar la temperatura ambiental o corporal por contacto. El sensor da una salida de 0.5V a 0°C, 0.75V a 25°C, y 10mV por °C Diámetro: 20mm



Adafruit GPS

GPS pequeño, súper delgado y de baja potencia con capacidad de registro de datos incorporada.



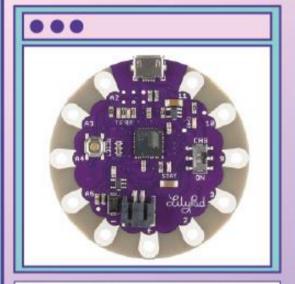
Cuadro 2: Unidad de sensores Fuente:(Electan)

Unidad de procesamiento

La unidad de procesamiento está compuesta por un micro controlador que básicamente es una computadora pequeña. Si bien el LilyPad, es la unidad de procesamiento wearable más conocida, también se puede optar por su homólogo de la marca Adafruit, la placa FlORA, las mismas que cuentan con orificios a su alrededor para ser cocidas a la tela.

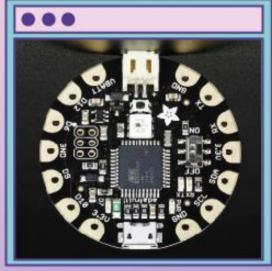
En el caso de este proyecto, y desde la experiencia personal se va optar por trabajar con un micro Arduino, si bien no es wearable como tal, sus dimensiones son más pequeñas y tiene un mayor procesamiento a diferencia de las otras dos unidades.





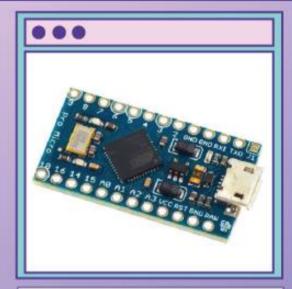
Placa Lilypad Ardvino

LilyPad es una tecnología de textil electrónico portátil, Cuenta con un enchufe JST para que pueda conectar directamente una batería de Li-Po. Es el cerebro del sistema e l é c t r i c o . Dimensiones: Diámetro exterior de 50 mm, PCB delgado de 0,8 mm



Placa FLORA

Es un microcontrolador redondo, cosible y compatible con Arduino diseñado para potenciar proyectos wearables. Tiene soporte USB i n c o r p o r a d o . Dimensiones: Diámetro de 30mm.



Arduino micro

Viene con el chip ATmega32u4 con USB. Funciona a 5V con un cristal de 16MH, pero por el regulador de tensión que posee puede aceptar una tensión de hasta 12V. Dimensiones: 48 x 18 mm.

Cuadro 3:Unidad de sensores Fuente:(Electan)

• • • Unidad de actuadores

Los actuadores son los ejecutores de las comunicaciones que emite la unidad de procesamiento. Entre los actuadores más utilizados están los LEDS, sonido, movimiento, etc. Los componentes más usados como actuadores son:

•••

Lilypad vibe board

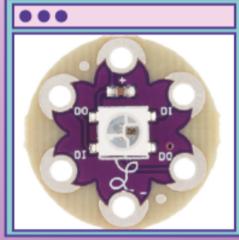


Modulo que genera distinta vibraciones, para producir en el usuario sensaciones de tacto, goles, etc.

Matriz led flexible







Esta placa contiene un led RGB WS2812B, se puede encadenar con otras placas y controlar cada led individualmente con solo dos cables de señal (además de los cables para V+ y GND)

Zumbador-buzzer

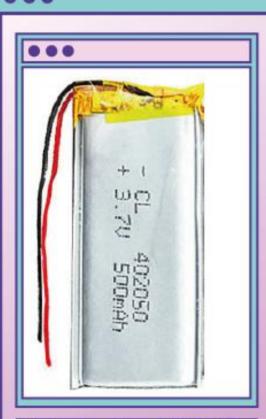


Permite crear diferentes sonidos en base a conmutar las salidas a diferentes frecuencias...

Cuadro 4: Unidad de sensores Fuente:(Electan)

Unidad de potencia

La unidad de potencia, es la batería que se usa para proveer al circuito de energía. Existen una variedad de baterías, por sus dimensiones las más sutilizadas en la construcción de este tipo de textiles son las siguientes:



Batería Lipo 500mAh / 3.7V

De muy buena calidad y capacidad de 500mAh.
Modelo: 602535
Dimensiones: 35mm
(largo) x 25mm (ancho)
x 6mm (espesor).



Pila de Litio 12mm 3V - CR1220

Batería de Litio de 3V y 40mAh. Es de tipo CR1220 de larga duración y fiabilidad. En cuanto al tamaño, es similar al de una moneda de 25centavos.



Batería Lipo 90mAh / 3.7V

Capacidad de 90mAh, proporciona una fuente de alimentación muy eficiente, y soportan altos picos de corriente. Modelo: 401030 Dimensiones: 30mm (largo) x 10mm (ancho) x 4mm (e s p e s o r) .

Cuadro 5: Unidad de potencia Fuente:(Electan)

Para el adecuado funcionamiento de los e-textiles las comunicaciones entre cada una de las piezas que lo componen y con el exterior son indispensables, estas pueden ser cableadas; empleando cable de red TPU o hilo conductor, o inalámbricas utilizando wireless como; XBee o bluetooth, siendo este el más usado. La transferencia de los datos obtenidos en las comunicaciones se ramifica en dos:



Imagen 31: Comunicaciones Fuente:(Autoría propia)

Los textiles electrónicos tienen un sinnúmero de aplicaciones, se pueden usar en el área médica, militar, entretenimiento, alta costura, diseño de vestuario, hasta en sectores de diseño de interiores, etc. Además de proporcionar al usuario funcionalidad y estética, los e-textiles va un paso más allá convirtiendo a la indumentaria en una infraestructura de información portátil personalizada y flexible. Aunque los textiles electrónicos siguen siendo campo de desarrollo e investigación, ya hay en el mercado productos presentes de este tipo, de la mano de CuteCircit y Pireta. Una estrategia para llegar al mercado de masas con estos artículos, es con sus aplicaciones estéticas, que tienen menor costo de producción a diferencia de sistemas más complejos y costosos como son los sistemas médicos y militares (Akbar, 2014, págs. 52-53) (Spina & Lane, 2020).



Imagen 32: Collage CuteCircuit Fuentes:(Pinterest, CuteCircuit)

1.6.2. Aplicaciones de los textiles electrónicos



Imagen 33: Collage aplicaciones e-textiles Fuente:(Pinterest)

Como ya se lo anuncio anteriormente, las aplicaciones de los e-textiles son ilimitadas, desde la alta costura, hasta sistemas complejos de en el área militar o astronautas. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son:

Medicina: Se emplea en el monitoreo de signos vitales de pacientes de hospitales y centros de rehabilitación, utilizar este tipo de productos es una buena alternativa debido a que no es invasivo con el paciente y no le presenta incomodidad al portador.

Cuidados médicos personales en grupos vulnerables: Brindan al usuario una visión de su estado de salud, además que recopilan datos que pueden ser compartidos con el doctor de cabecera. Esta información puede ser: frecuencia cardiaca, nivel de estrés, datos de sueño, temperatura, etc.

Militar y defensa: Muchos de los desarrollos tecnológicos que se tiene actualmente han surgido de esta área, el empleo de e-textiles ayuda a los soldados a mejorar su rendimiento e introducción de nuevas habilidades en el campo de batalla, así mismo proporcionar información en tiempo real, protección, supervivencia de los individuos en condiciones extremas, monitoreo de signos vitales, y control de agentes externos.



Imagen 34: Collage aplicaciones electrónica Fuente:(Pinterest)

Inmersión virtual: La industria del entretenimiento y video juegos es millonaria y está en el auge de su crecimiento, por ello el desarrollo de trajes que permitan al jugador trasladarse a los espacios de juego y aportar con sensaciones, es algo que los textiles electrónicos hacen posible, mediante vibraciones, efectos de luz, sonido o temperatura.

Deportes: La introducción de e-textiles en este campo permiten al atleta mejorar su entrenamiento y su entorno competitivo, así mejorar su rendimiento, calculando tiempos, signos vitales, estrés y elongación de ciertos músculos, entre otros factores importantes que suman puntos para ganar.

Diseño de vestuario: En este capo permite crear una variedad de proyectos, ya sea para teatro y televisión, desde vestuario con movimiento y efectos de luz, o ropa que se transforma en el escenario.

Alta costura: Desde vestidos para alfombras rojas, desfiles, la alta costura integra muy bien estas tecnologías, para realizar creaciones increíbles.

Estos son los usos más comunes de este tipo de textiles, la variedad de aplicaciones es enorme, ya que el interés que despierta esta rama evoluciona cada vez más rápido, y actualmente se cuenta con empresas fabricantes de dispositivos electrónicos enfocados específicamente para estos proyectos. (Pailes-Friedman, 2016) (Spina & Lane, 2020) (Viswanathan, 2019)

El impacto que pueden generar estos textiles en nuestra vida es muy grande, como anteriormente mencionamos estos tejidos van mucho más allá de lo estético. La pandemia Covid-19 evidenció la fragilidad de nuestra especie, si bien estamos cubiertos, no estamos totalmente protegidos y la introducción de este tipo de materiales puede ser una alternativa para enfrentarnos a crisis como esta.

Planteamos el tema del impacto que tendrían los e-textiles contra pandemias como la que actualmente atravesamos a dos expertos en esta área, Ricardo O' Nascimento autor del libro Roupas Inteligentes y Cecilia Sánchez Nava fundadora y directora de e-cuerpo, Encuentro Internacional de Arte & tecnología Wearable.

• • • Ricardo O' Nascimento

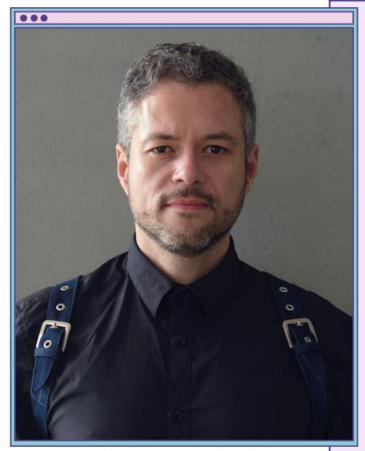


Imagen 35:Ricardo O'Nascimento Fuente: (wearit)

"Cuando pensamos en tecnología, rara vez pensamos en tela. Sin embargo, el textil y la tecnología siempre han ido de la mano. Las computadoras modernas se inspiraron en los telares que usaban tarjetas perforadas para "programar" impresiones. Gran parte de la informática tal como la conocemos hoy en día existe gracias a los procesos de fabricación de textiles. Las telas funcionales han adquirido una importancia aún mayor frente a eventos como la pandemia de COVID-19 que está asolando el planeta. Hay varias investigaciones que buscan crear un tejido que no solo proteja al usuario, sino que pueda destruir el virus y auto desinfectarse. Para esto, se desarrollan nuevos materiales y se incorpora el uso de la electrónica. La ropa protectora será cada vez más un accesorio obligatorio para nosotros, para vivir en esta planta y también para explorar otros planetas y es esencial un tejido funcional y de alto rendimiento."

● ● Cecilia Sánchez Nava

"La actual situación sanitaria a raíz del COVID-19 hace más tangible la importancia de las tecnologías relativas a lxs cuerpxs, como los wearables o vestibles y la necesidad de crear tecnologías y materiales, que a la par de proteger a quien le porta en temas de salud, privacidad y calidad de vida, sean empáticas y simbiontes con otrxs cuerpos, seres, entornos y objetos. Buscar la innovación tecnológica y cultural desde la mirada al pasado, a lo local, lo afectivo, lo tradicional y ancestral, a la hibridación de tecnologías y materiales entendidos obsoletos, con las actuales y emergentes, entre otras posibilidades. De esta forma, además de poder fabricar desde el ámbito local - como desde casa - a través de un rizoma global de saberes críticos y creativos, también poder desarrollar e innovar materiales y tecnologías vestibles, que sean tanto accesibles y circulares, como empáticas, simbiontes y antropocéntricas."



Imagen 36: Logo e-cuerpo Fuente: Cecilia Sánchez



Cada vez estamos más cerca del futuro donde los textiles sean estructuras inteligentes vestibles que puedan transformar nuestros modos de vida, con la inclusión de la impresión 3D en el panorama podemos sugerir un futuro donde construyamos nuestra ropa desde casa, y que esta ropa tenga atributos capaces de protegernos de agentes externos o alertarnos de situaciones que suceden dentro de nuestro organismo. En este imaginario y el despunte de la era espacial, la fusión de estas tecnologías pueden ayudar a la creación de wearables en el espacio, es apasionante lo que depara el futuro. Este es solo el primer paso.

1.7. Impresión 3D de textiles.

Vivimos en una era digital, donde los cánones tradicionales se transforman, y las nuevas tecnologías se abren paso, no supliendo a lo tradicional, si no integrándose y aportando innovación, si bien la impresión 3D supera los límites de la fabricación tradicional de textiles, estas técnicas milenarias aportan soluciones a los problemas de nuevos procesos digitales. Hablamos en un futuro de redefinir la concepción de un textil, con la fusión de lo nuevo y lo antiguo, llegando a un punto de cambio, el presente. Cada vez más diseñadores utilizan este método para la concreción de sus diseños, debido a la versatilidad que la impresión 3D permite; no hay estructura o forma que no se pueda realizar a través de esta. Para el desarrollo de wearables es un gran aleado, porque facilita embeber los sistemas electrónicos en la estructura impresa, y que estos vengan hacer parte de un todo y dejen de ser leídos como partes aisladas (Pailes-Friedman, 2016, pág. 30) (Leach & Farahi, 2018).

La impresión 3D o también conocida como "fabricación aditiva" hace referencia a: A un conjunto de tecnologías de fabricación aditiva, que en lugar de formar el objeto por procesos de sustracción, lo crea acumulando material capa a capa o partícula por partícula en las que el producto, u objeto a construir parten de un modelo 3D virtual, que denominamos como g-code (Gómez, 2016, pág. 13) (Bitonti, 2019).

En el campo del diseño, moda y textiles, la impresión 3D está ganando terreno, debido a que como ya mencionamos en el primer párrafo, reconstruye la manera tradicional de crear indumentaria, al plantear nuevos métodos de creación de tejidos sin el limitante de formas o

patrones antes establecidos. Redefine los géneros de los tejidos, pues no es tejido, plano ni de punto, tampoco es un no tejido, abre otra vertiente en este paradigma.

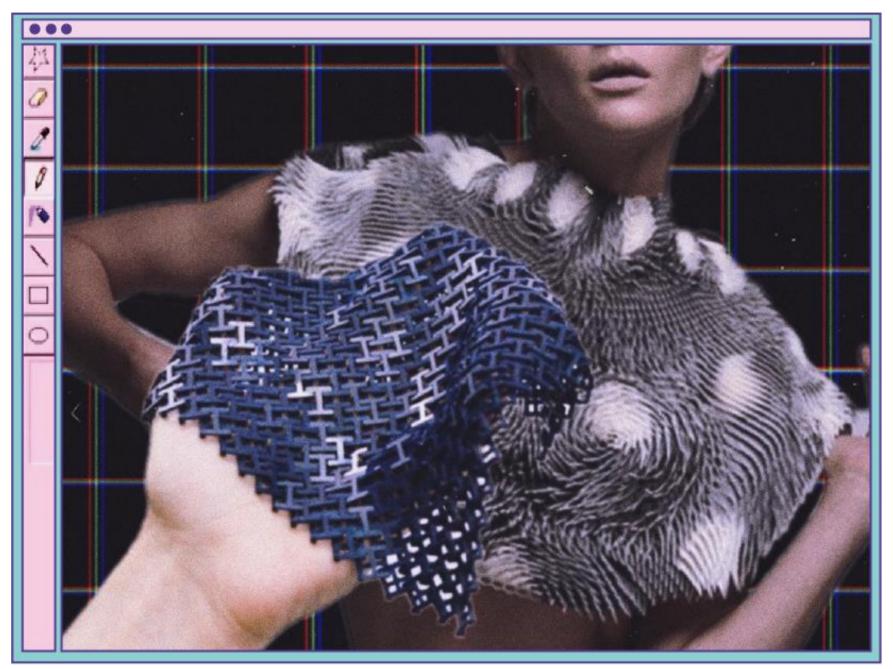


Imagen 38: Collage impresión 3D Fuente:(Pinterest)

La impresión 3D permite construcciones más arriesgadas, donde se involucra una variedad de materiales, podemos crear bases flexibles y elásticas y coronarlas con partes solidas que le den otro tipo de textura al tejido. Marcas como Nike, Adidas y Rebook, apuestan por este método de fabricación para la concreción de sus diseños. En el mundo del cine, también tiene un nicho importante, especialmente en el de súper héroes, diseñadores de vestuario, emplean esta técnica para la creación de armaduras, vestidos, accesorios y decorados, un ejemplo de ello es el trabajo Ruth Carter, ganadora del Oscar al mejor vestuario, por su trabajo en Black Panther donde piezas de la indumentaria fueron elaboradas con impresión 3D (Berchon, 2016) (Leach & Farahi, 2018).



Imagen 39: Collage impresión 3D en el cine Fuente:(Pinterest)

Dos diseñadoras, referentes en cuanto a impresión 3D son: Iris van Herpen, y Danit Peleg. El trabajo de estas diseñadoras inspiro a otros creadores para sumarse a esta nueva alternativa de elaboración de indumentaria. En el ámbito de los textiles, Comme des Machines elaboran diversos tramados de tejidos impresos en 3D empleando el filamento flexible FilaFlex, al igual que colaboran con otros creadores para realizar nuevas muestras de tejido, como un encaje, elaborado en colaboración con Pinaki Studios.

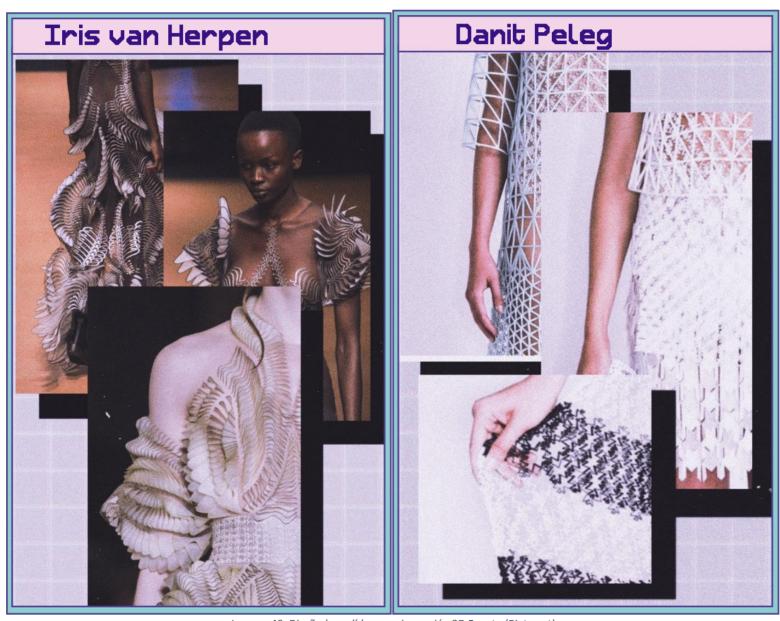


Imagen 40: Diseñadoras líderes en impresión 3D Fuente:(Pinterest)

Un referente para esta investigación, es el trabajo de Mingchao Zhang y su equipo de investigadores, el cual consiste en la impresión de fibras con un núcleo de nano tubos de carbono recubiertos por seda, mismas que se imprimen sobre una superficie textil con diferentes patrones, lo que facilita la fabricación de E-textile y la implementación de componentes electrónicos. Se elabora a través de una impresora 3D con una boquilla coaxial, que imprime los nano tubos de carbono y los recubre con seda (Yingyng, 2019).

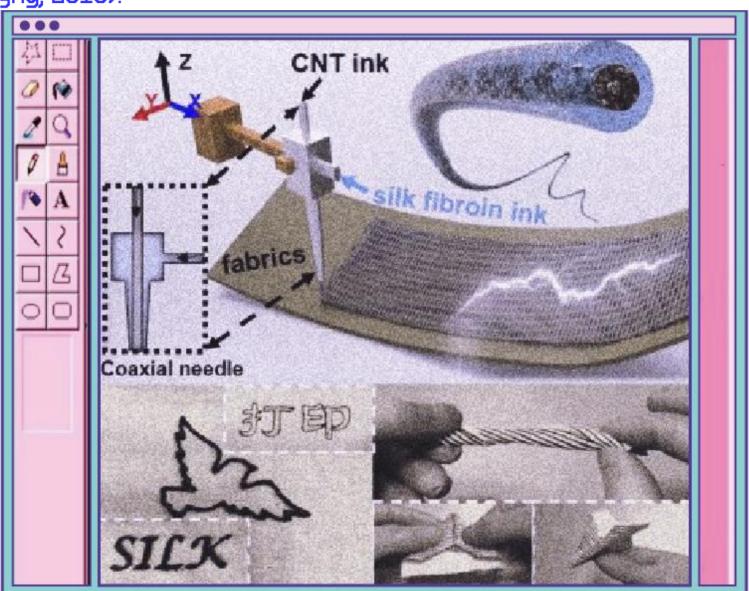


Imagen 41: Impresión 3D nanotubos de carbono Fuente:(sciencedirec)

Si bien la impresión 3D es algo muy futurista, esta técnica no es nueva, los inicios de la impresión 3D vienen de la mano de Chuck Hull a principios de los años 80, cuando funda la compañía 3D Systems y patenta la estereolitografía (método de impresión 3D que consiste en construir un modelo capa a capa a partir de la solidificación de una resina liquida por la radiación luminosa). La evolución durante los últimos siglos ha sido imparable, debido al vencimiento de las patentes y el aumento de materiales disponibles para la impresión 3D. (Gómez, 2016, pág. 13).

Como vimos, la técnica no es nueva, pero su popularización en el campo del diseño si lo es, gracias a los avances en estudios de materiales y el surgimiento de nuevos polímeros, hicieron la popularización de esta técnica en el diseño textil y moda, esta es una área que aún se encuentra en desarrollo, ya que aún no hay en el mercado filamentos comerciales que se aseme jen en un 100% a la sensación de un hilo convencional, pero esto no quiere decir que los materiales que existen no sean cómodos o flexibles para que se relacionen con el usuario.

Al igual que para la creación de un textil convencional hay varios métodos, lo mismo sucede en la impresión 3D, pues cada método tiene diversas variables, y las máquinas para ejecutarlos no son las mismas, estos métodos se pueden dividir en 3 grupos.

1.7.1. Métodos de impresión 3D.

En el imaginario de la mayoría de las personas, al hablar de impresión 3D lo que se les viene a la mente son estas máquinas extrusoras de material. Pero la impresión FDM es solo uno de los 3 métodos que existe para imprimir en 3D. Cada diseñador elige el método que mejor se acopla a las necesidades que demanda, en estas líneas describimos estos 3 métodos y que diseñadores han destacado en cada uno de ellos.



Imagen 42: Métodos de impresión 3D Fuente:(Pinterest)

Estereolitografía

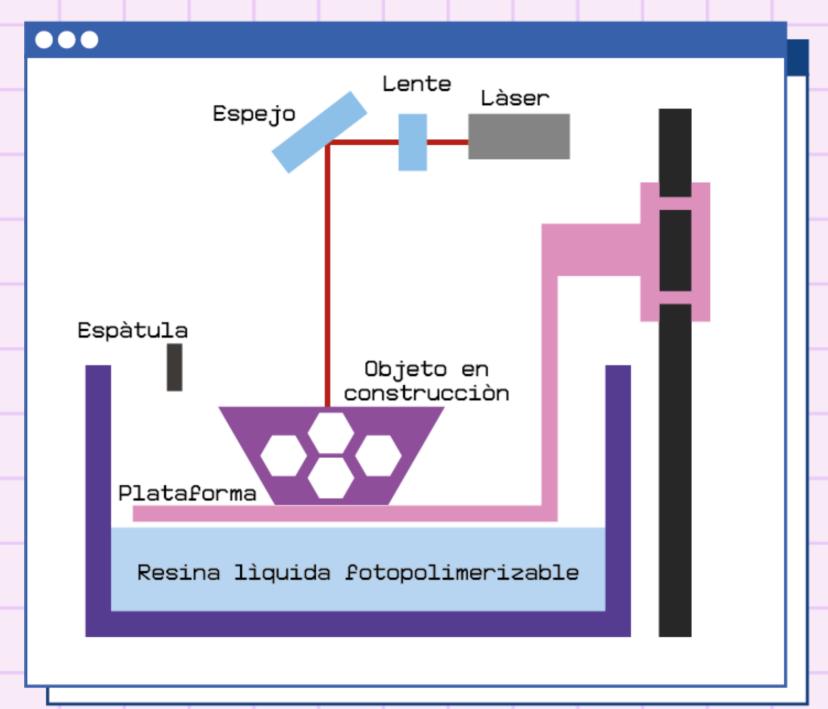


Imagen 43: Proceso de impresión 3D Estereolitografía Fuente:(Autoría propia,2020)

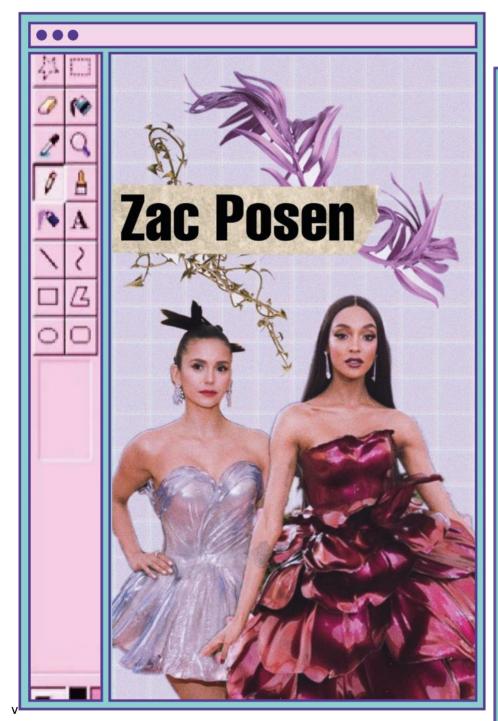


Imagen 44: Collage Zac Posen Fuente:(Pinterest)

. .

El objeto se construye a partir de la solidificación de una resina liquida o monómero fotosensible. El láser de luz UV sigue las secciones capa a capa que indica el modelo 3D digital y solidifica el material que se encuentra en una bandeja.

Ventajas:

-Piezas con buen acabado y precisión dimensional, excelente para la impresión de tramas intrincadas y geometrías complejas, este método también permite obtener piezas con un alto nivel de detalle.

Desventajas:

-Las materias primas son costosas y toxicas, las piezas resultantes pueden llegar a ser un poco frágiles y traslucidas (Gómez, 2016, págs. 13-14).

Sinterizado selectivo por láser

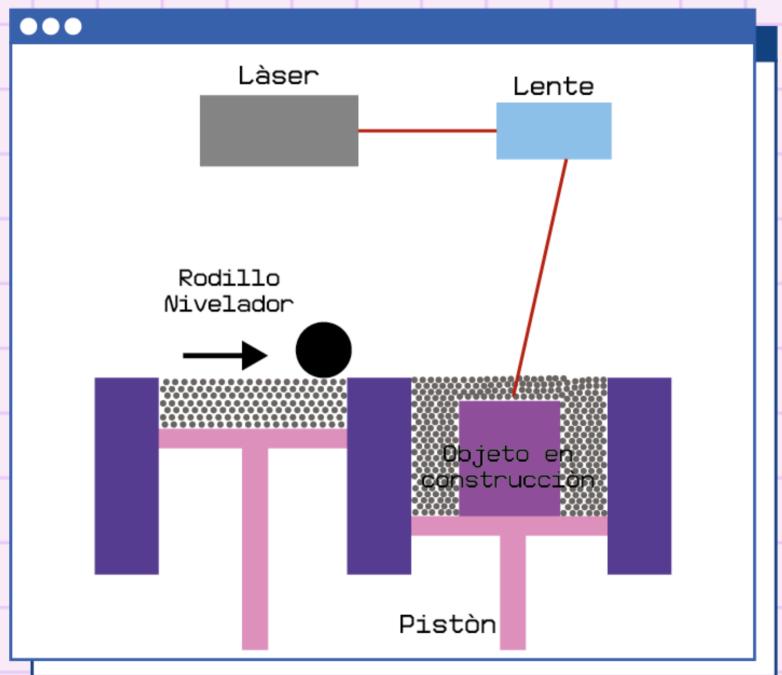


Imagen 45: Proceso sinterizado selectivo laser Fuente:(Autoría propia,2020)

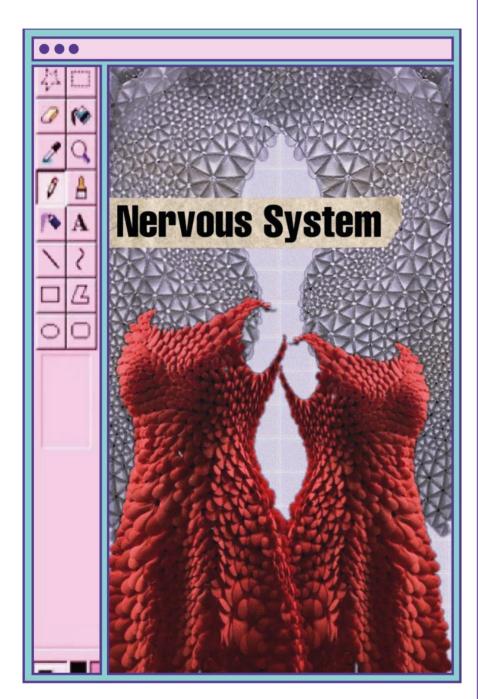


Imagen 46:Collage Nervous System Fuentes:(Pinterest, nervousystem)

•••

Este método construye la forma solidificando el polvo a través de un láser creando uniones entre partículas, las zonas donde pasa el láser son solidificadas y las regiones por donde no pasa quedan como polvo suelto que se puede retirar posteriormente. El movimiento de laser es dictado por el modelo 3D digital.

Ventajas:

-Es un método con alta precisión, ideal para la construcción de formas complejas sin la necesidad de soportes, no requiere de tratamientos de postcurado y las piezas resultantes tienen una buena calidad.

Desventajas

-Elevado costo de la maquinaria y de los materiales de impresión además el proceso de impresión resulta un poco lento (Gómez, 2016, pág. 14).

Extrusión de Material

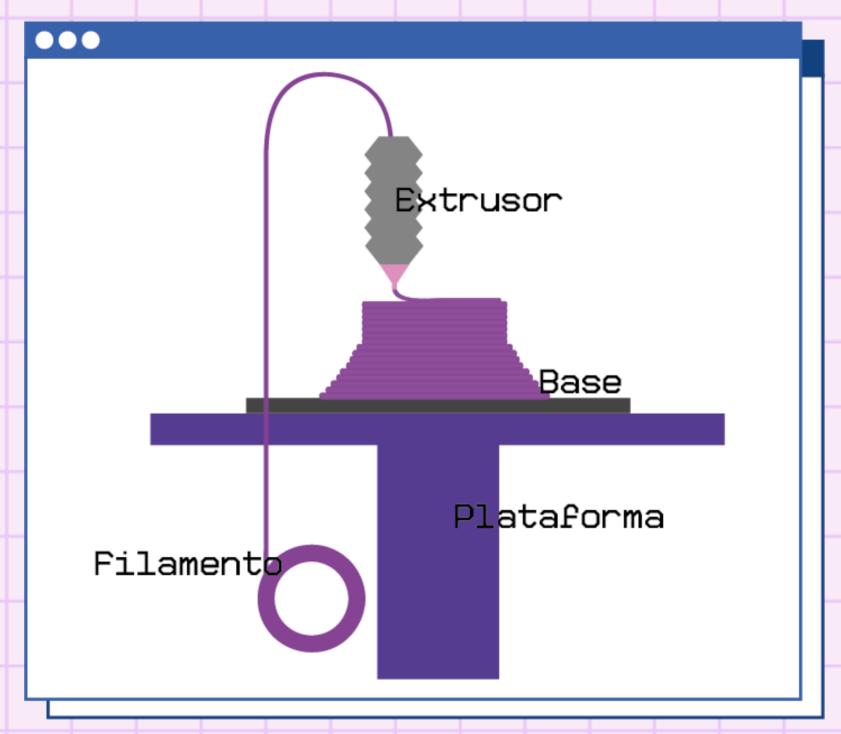


Imagen 47: Proceso de FDM Fuente:(autoría propia,2020)



Imagen 48: Collage ZER Fuente:(Pinterest)



Este método consiste en depositar material sucesivamente, a través de una boquilla de extrusión, pasa el filamento se funde y deposita el material siguiendo las coordenadas definidas por el archivo CAD (Berchon & Luyt, 2016, pág. 31).

Ventajas:

-Gran variedad de filamentos imprimibles de costos módicos, el proceso de impresión no produce residuos, la maquinaria es fácil de conseguir y económica en relación a los otros dos métodos.

Desventajas:

-Para la creación de piezas complejas se necesita incluir soportes, baja resistencia al eje Z y el tiempo de producción es lento cuando se realiza piezas macizas y de gran tamaño (Gómez, 2016, pág. 16).

••• Ane Castro Sudupe



Imagen 49: Ane Castro Fuente:(Instagram)

Ane Castro Sudupe, cofundadora y diseñadora de ZER firma dedicada a la elaboración de indumentaria con impresión 3D por extrusión de material, colaborando para el desarrollo de este proyecto narra su experiencia con este tipo de fabricación 3D.

"El FDM es un método de impresión económico tanto en maquinaria y materiales comparación al resto de métodos de impresión) es un gran aliado para cualquier creador, y es la razón de su rápida extensión. En mi opinión una de sus grandes problemas hoy en día, mirándolo desde mi campo, es el tamaño. Resulta muy complicado crees objetos con unas dimensiones tan pequeñas y ver cómo se podría integrar en una prenda o solapar con otro archivo impreso para crear una prenda completa. Igualmente creo que se trata de una herramienta que nos puede llevar a crear cosas muy interesantes y que con cualquier otra máquina sería imposible. Abre un universo al mundo de la moda, creo que hay mucho que indagar y estoy segura de que cada vez saldrán cosas más y más interesantes. También con valores que potencien nuestros productos, valores que hacen referencia a la sostenibilidad o la importación.

En la marca llevamos unos de 3 a 4 años trabajando con la impresión FDM y nos ha llevado a crear tejidos y texturas increíbles. Formas que no se pueden crear con técnicas tradicionales. Aunque aún creemos que filamentos más parecidos a un textil ayudarían mucho a que la impresión por extrusión se expanda más en nuestro campo, creemos que hoy en día ya es una máquina que puede marcar un cambio en la moda.

Aunque a veces cuesta un poco conseguir los resultados deseados creemos que el uso y la experimentación con esta máquina es totalmente enriquecedor y buscando llegar al objetivo a veces mediante fallos podemos conseguir resultados más interesantes. Es lo bonito de la experimentación"

Por todos los beneficios que la extrusión de material presenta y lo relativamente económico y fácil de adquirir maquinaria y filamentos en relación a los otros dos métodos. Se opta por utilizar este metido para el desarrollo de esta investigación. Específicamente la impresora Prusa i3 MK3S con extrusor reconstruido y cama de calor magnética.

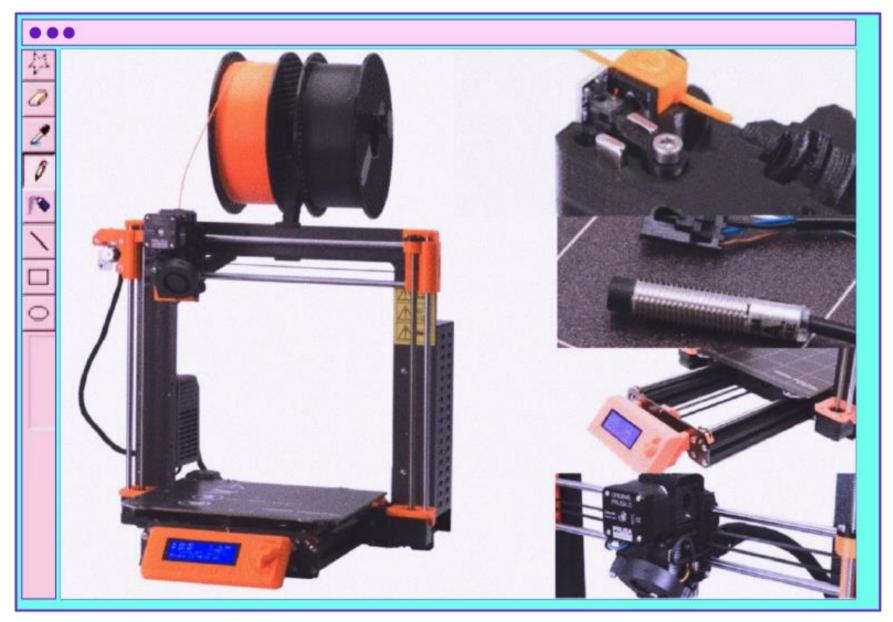


Imagen 50: Collage Prusai3MKS Fuente:(Prusa)

1.7.2. Proceso de impresión 3D.

Obtener una pieza impresa en 3D sigue una serie de procesos, al igual que en la fabricación de textiles tradicionales, donde se empieza por la elección de la materia prima y se termina en el proceso de tejido, o aglomerado de la fibra, en este método empezamos por el diseño, y finalizamos en la impresión de nuestro modelo 3D. En este proceso intervienen una serie de softwares y hadwuares que nos ayudan a concretar el objeto.







Después pasamos a la fase de obtención del G-Code, donde el modelo 3D con la ayuda de programas como: Slicer, Cura, Repetier, etc. Se convierte en un archivo con coordenadas que guiaran la impresión.

Impresión



El G-code se importa a la impresora y realizamos nuestra última fase, la impresión. Dependiendo del tipo de impresora e impresión que se realice para finalizar se procede a tratar la pieza para darle un buen acabado.

Imagen 51: Proceso de impresión Fuente:(Autoría propia,2020)

1.7.3. Filamentos para Impresión 3D.

Al igual que en los textiles convencionales, existe una gran variedad de fibras y materiales lo mismo sucede con la impresión 3D, gracias al gran popularidad de este método muchas empresas se han dedicado a desarrollar materiales para imprimir en 3D, con tanta variedad la elección depende del diseñador y del producto que quiera lograr, a continuación enunciamos los filamentos más conocidos en este campo.

- ABS (acrilonitrilo butadieno estireno): Termoplástico empleado para la fabricación de piezas de Lego, es resistente al impacto, al igual que posee resistencia mecánica, no es biodegradable, soluble en acetona y se degrada al ser expuesto a radiación ultravioleta, por ello no es adecuado para fabricar piezas de exterior.
- PLA (ácido poliláctico): Termoplástico biodegradable, obtenido a partir de la fermentación de almidón de yuca o caña de azúcar, utilizado mayormente para objetos que vayan a estar en contacto con alimentos.
- PET (tereftalo de polietileno): Termoplástico, con alto grado de cristalinidad, es resistente al desgaste, al impacto y la corrosión.
- PC (policarbonato): Termoplástico resistente al impacto y rigidez, transparente y excelente estabilidad dimensional. Es reciclable pero no es biodegradable.

- Filaflex: Termoplástico elastómero, se puede estirar un 600% de su tamaño original sin llegar a romperse. Es utilizado en la impresión de suelas de zapatos, pulseras, indumentaria, etc. Admite la impresión dual con otros polímeros (Gómez, 2016, págs. 193-197).
- Flexfill TPU: Termoplástico flexible, resistente a grasas y aceites, buena adhesión entre capas, resistente a la abrasión y a los rayos UV.
- Taulman PCTPE: Elastómero termoplástico, extremadamente flexible y resistente, forma excelentes uniones entre capas, es fácil de tinturar y presenta una textura suave. Adecuado para ser empleado en la impresión de piezas textiles, ya que es suave al tacto.
- Filamento Conductivo Flexible: Poliuretano termoplástico, es flexible y conduce electricidad, se puede aplicar para la elaboración de proyectos electrónicos y wearables (Filament2Print, 2016).

1.7.4. Aplicaciones de la impresión 3D en el diseño textil y moda.

Como ya lo anunciamos antes, este método de creación actualmente está tomando mucha fuerza en la industria de la moda, usado para realizar prototipos y productos finales, las aplicaciones más destacables y conocidas son las siguientes:

Cine: La impresión 3D en el mundo del cine en el diseño de vestuario, representa un gran aleado porque permite crear estas formas tridimensionales intrincadas, o simular armaduras que antes costaba mucho trabajo construirlas, un ejemplo de esto es el vestuario en la película "Iron Man 2" donde se imprimió el traje del súper héroe que encarnaba Robert Downet Jr.

Calzado: Grandes cadenas deportivas ya emplean estas tecnologías para realizar sus diseños, así también como diseñadores quienes acompañan a sus creaciones con este tipo de calzado, por ejemplo los diseños de zapatos de Iris van Herpen o como el trabajo de Continuum Fashion, que es una marca de moda y laboratorio de experimentación quienes realizaron el zapato Struct impreso en 3D en nailon, parametrable (forma, altura del tacón, color) (Berchon, La impresión 3D: Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general, 2016).

Textiles: Aunque suene redundante, destacamos una vez más el trabajo de Comme des Machines, especialmente su "Proyecto Nora" que plantea crear textiles del futuro, sostenibles, muy fáciles de reciclar y reutilizar.

Moda: Este es el más claro ejemplo de la introducción de la impresión 3D en esta industria, desde moda conceptual, hasta moda para pasarelas o indumentaria de uso diario, de aquí grandes ejemplos como: La clásica chaqueta de 'tweed' de Chanel, presentada en colección de otoño de 2015, los intrincados y fabulosos diseños de Iris van Herpen, o la línea de chaquetas de calle de Danit Pelg (Rodríguez, 2017).

Joyería: Para ejemplificar la aplicación de la impresión 3D tenemos una entrevista con Jonathan Banegas; Diseñador de Objetos y Tecnólogo en Mecánica Industrial CEO de MAGNA JOYERIA.

••• Jonathan Banegas



Imagen 52: Jonathan Banegas Fuente: (Cortesía Jonathan Banegas)

"En nuestro caso en específico los proceso CAD (Diseño Asistido por Computadora) /CAM (Manufactura Asistido por Computadora) son herramientas tecnológicas que nos brindan una gran ventaja ante la competencia ya que nos desvinculamos por completo de los diseños existentes (modelos expendidos en vaciadoras), y podemos crear nuestra propia línea personalizada, diseños únicos y colecciones acordes a temporadas o demanda de los clientes.

Este campo es nuevo para muchas personas en el negocio y muchos optan por no incluir en sus procesos ya sea por desconocimiento de las diferentes plataformas digitales o porque los diseñadores y aun mas los artesanos rechazan este nuevo camino que es inmensamente prometedor para el futuro del diseño.

En nuestro caso particular la introducción de esta nueva tecnología para el diseño y producción de joyería, nos ha permitido la generación de un diseño de joyas exclusivo, ya que las herramientas manuales no nos daban acceso a muchos parámetros que requería el diseño por su complejidad o dificultad.

Hoy en día el 95% de nuestros modelados digitales son impresos en 3D y el 90% son vaciados en metales preciosos como oro o plata, para concluir el diseño CAD y la impresión 3D son unas herramientas muy poderosas que diferencian nuestro taller de las marcas competentes; pero el pilar fundamental siempre es y será la idea y conceptualización del diseñador el mismo tiene que ser muy clara y concisa o esta tecnología se quedarían como herramientas de alto costo."

Capitulo 2:

Diseño, forma, composición y texturas.

Estamos rodeados de un sin número de elementos que interactúan y se relacionan entre sí, el punto da origen a la línea, esta al plano, y el plano a una figura tridimensional que trasciende a nuestra realidad. Analizar la teoría del diseño permite crear y componer formas, organizaciones y tramas con un trasfondo consiente, y este estudio es el faro que guía la creación de estas tramas textiles, tramas que parten desde lo más mínimo un punto que se configura hasta llegar a un tramado complejo. Este capítulo está dedicado a la definición y estudio teórico de los elementos que estarán presentes en la creación de los tejidos, definir estos términos ayuda a la clarificación de conceptos para su posterior aplicación en el desarrollo de las experimentaciones.

Diseñar, es un acto humano que va más allá del mero hecho de embellecer las cosas, etimológicamente la palabra diseño proviene de "designar", por ello "diseñar" es designar significados, sentidos, o valores a la concreción de la concepción del diseñador. Un buen diseño es capaz de trasmitir de manera visual, la esencia de algo, diseño es toda acción creadora que cumple su finalidad (Wong, 2004, pág. 41) (Sánchez, 2009, págs. 13-14) (Scott, 1970, pág. 1).

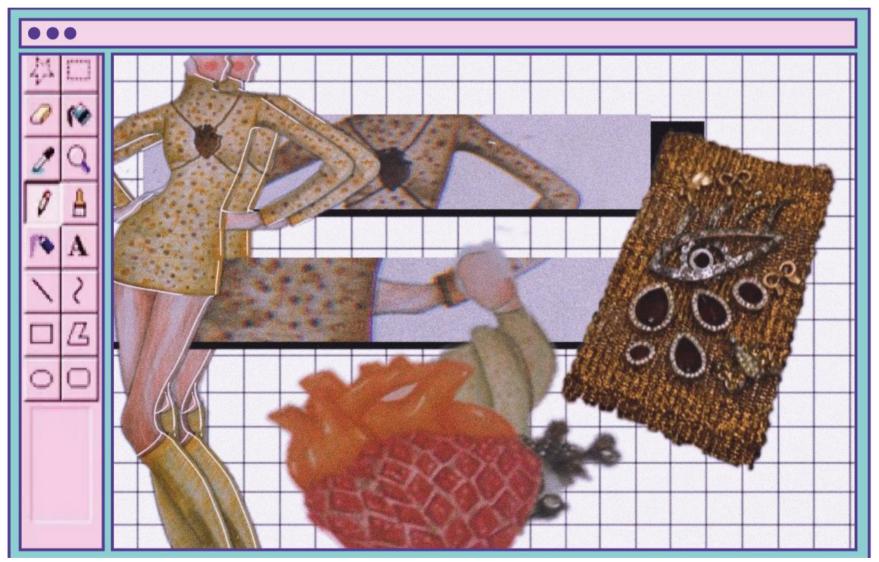


Imagen 53: Proceso creativo Fuente:(Autoría propia, 2020)

Este proyecto propone un nuevo tipo de tejeduría de manera digital, donde partiendo de la unidad más pequeña que es el punto, se genera una línea, está a su vez se transforma en un plano y finalmente llega a ser una forma tridimensional que al entretejerse con otra generara un motivo u órgano el cual será empleado para crear un tejido, es por ello que como ya lo mencionamos antes, este capítulo se dedicadas a una investigación teórica de la teoría del diseño, de la mano de autores como: Ana María Romano y su libro "Elementos del diseño enfoque teórico general", 2019; Wucius Wong "Fundamentos del diseño", 2004; Fabián Mogrovejo "Formas y organizaciones bidimensionales", 2000 y Adrian Frutiger "Signos, símbolos, marcas, señales", 2011.

Es importante definir y comprender todos los elementos que conforman el diseño, ya que esta teoría será llevada a la práctica en el desarrollo de la experimentación.

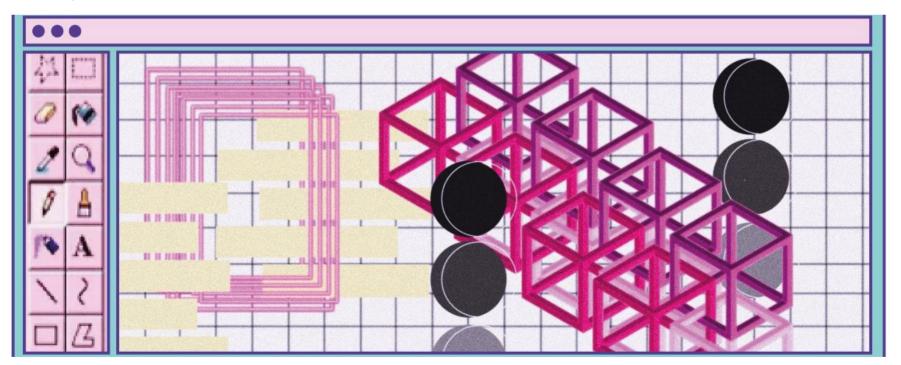


Imagen 54: Formas Fuente:(Autoría propia, 2020)

2.1. Elementos del diseño.

Mucius Wong en su libro Fundamentos del Diseño, (2004); enuncia 4 elementos esenciales que determinan un diseño. Haciendo una analogía con un textil convencional, estos 4 elementos son a este tejido la materia prima para crear la fibra que nos permitirá tejer nuestra tela. La aplicación de estos conceptos se visualizará en los siguientes capítulos donde se pone en práctica lo estudiado en estas líneas, enfatizamos en la importancia de definir estas terminologías para aplicarlas de manera adecuada en la elaboración del textil.

2.1.1. Elementos conceptuales.

Los elementos conceptuales, son aquellas figuras no visibles que parecen que están presentes, pero a la vez no lo están; por ejemplo, creemos que hay una línea al contorno de una forma o un plano alrededor de un volumen, pero no están literalmente ahí (Wong, 2004, pág. 42). Estos elementos estarán presentes en la construcción de cada una de las formas a elaborar para la creación de las tramas.

- Punto: Es un elemento abstracto que indica ubicación, intersección, encuentro, etc.
- Línea: Descripción mental al observar dos puntos, o a su vez, el desplazamiento de un punto en el espacio (Frutiger, 2011, pág. 17).
- Plano: Una línea en movimiento, se convierte en plano.
- Volumen: Recorrido de un plano genera un volumen (Wong, 2004, pág. 42).

2.1.2. Elementos visuales.

Los elementos visuales son la parte más importante de un diseño, pues al realizar un trazo de una línea visible esta presenta color, ancho, textura, etc., deja de ser una línea conceptual y se vuelve "visible". Cuando los elementos conceptuales adquieren, forma, medida, color, dejan de ser fantasmas y pasan a tener protagonismo.

- Forma: Todo lo que puede ser visto e identificado por nuestra percepción.
- Medida: Es físicamente mesurable, la medida es relativa todas las formas poseen un tamaño.
- Color: El color sirve como ente para la identificación de una forma de otra, el color es empleado en una infinidad de tonos.
- Textura: La textura se refiere a las características que presenta la superficie, puede esta ser rugosa o lisa, táctil o visual (Wong, 2004, págs. 42-43).

Para la realización de los textiles de este proyecto, de estos cuatro elementos se exceptúa el color, debido a que las experimentaciones se realizarán en el color base por defecto de cada uno de los filamentos.

2.1.3. Elementos de relación.

Los elementos de relación son los que marcan la pauta de la ubicación e interrelación de las formas, es decir los que guiaran el entretejido de las diversas formas que compondrán los tejidos. Algunos de estos elementos se perciben y otros se sienten. Estos elementos son:

- Dirección: La dirección de una forma es relativa, debido a que depende de la posición de quien la observa o de su relación con formas cercanas. Esto puede provocar diversas lecturas, en el caso de estos textiles, la dirección de los elementos alrededor del módulo de embebido pueden generar diversas apreciaciones.
- Posición: La posición de la forma, es determinada por su relación respecto al marco o a la estructura que la contiene. Este punto es muy importante para el desarrollo de la investigación, debido a que los campos compositivos pueden ir desde figuras geométricas simples hasta patrones de prendas de vestir.
- Espacio: Sin importar las dimensiones de la forma, estas ocupan un espacio.
- Gravedad: La gravedad es más que visual, es una sensación psicológica con la cual tendemos a dar atributos de liviandad, pesadez, estabilidad o inestabilidad a las formas (Wong, 2004, pág. 43).

2.1.4. Elementos prácticos.

Los elementos prácticos subyacen lo comprendido en un diseño, mismos que estarán presentes en el desarrollo de la experimentación, con mucho más énfasis la función.

- Representación: Hace referencia a la forma que es creada tomando aspectos referentes a la naturaleza o lo creado por el hombre, estas representaciones pueden ser literales o abstractas. Las representaciones presentes en el desarrollo de las muestras son tanto literales como abstractas, para generar una diversidad de diseños y no tener una limitante que encasille el trabajo.
- Significado: El significado emerge de un diseño, cuando este es portador de un mensaje.
- Función: Cuando un diseño está determinado a cumplir un cometido, la función se hace presente, si bien la función no se determinara puntal mente en las muestras a realizarse, se sugerirá sus posibles aplicaciones.

2.2. Forma.

Estamos en constante interacción con formas, todo lo que nos rodea está definido como una forma. La forma es un elemento visual, en constante evolución, es portadora de una amalgama de elementos, posee atributos que contribuyen a conferirle cualidades perceptivas como materialidad, textura, color, gravedad, etc. Según por quien es percibida, la forma adquiere diferentes significados, variaciones o perspectivas.

Forma o conocida por su terminología en alemán "Gestalt" de la cual se deriva las Leyes de la Gestalt, mismas que permiten analizar a la forma y sus diferentes configuraciones, la forma es un todo estructurado, es decir un conjunto de objetos o figuras reconocibles que componen una estructura, la cual ordena los elementos para ser proyectados en su forma objetual (Hong, 2004) (Romano, 2019) (Sánchez, 2009) (Mogrovejo, 2000).

El conjunto de formas nos da como resultado un motivo y este atreves de una operación de reflexión origina un órgano. En este proyecto la forma, motivo y órgano viene a ser la fibra con la cual se tejera el textil.

Esta forma, motivo u órgano se construye con una amalgama de elementos que serán descritos a continuación (bits) de manera digital, y se materializa (átomos) a través de la impresión 3D. Si bien no se describen todos estos elementos en las fichas de experimentación, los mismos siempre están presentes en la ejecución de las formas. Al ser un tejido digital, las formas que lo componen dependiendo donde se imprima el textil cambian su significado e importancia, son sujetas al contexto. Esto es lo interesante de la creación de tejidos digitales, que pueden tener varias lecturas y desarrollarse en diversas realidades.

2.2.1. Elementos de la forma.

La forma tiene ciertos elementos que la componen y se configuran para su creación, estos elementos pueden ser visuales, perceptivos o comunicativos.

- Elementos visuales: Cuando el punto, la línea y el plano son visuales se convierten en formas. El punto, la línea y el plano como formas son poseedoras de tamaño, color, textura, etc.; estos elementos pueden ser orgánicos, rectilíneos y geométricos (Wong, 2004, pág. 45).
- Elementos determinantes: Los elementos determinantes son: Geometría básica, dimensión, color, proporción, textura y soporte. Estos elementos permiten tener una definición exacta de las propiedades de la forma.
- Elementos comunicativos: Elementos que expresan el valor de la forma son: iconicidad, significado, y funcionalidad (Mogrovejo, 2000, págs. 9-10).

2.2.3. Tipos de formas.

Las formas se pueden clasificar de forma genérica según su contenido, cuando una forma contiene un tema que es identificable para el espectador con facilidad se denominan figurativas. Cuando esto no sucede se considera una forma no figurativa o abstracta.

• Formas figurativas: Las formas figurativas se pueden realizar tal cual a lo que se observa o realizar abstracciones. Dentro de las formas figurativas están las formas naturales que comprenden a los organismos vivientes y objetos inanimados propios de la naturaleza, también están las formas artificiales que son todas las creadas por el hombre, por ejemplo; vehículos, juguetes, lámparas, muñecas, etc.

En este grupo se encuentran incluidas las formas verbales que hace referencia al lenguaje escrito y los distintos caracteres propios que lo componen.

• Formas abstractas: Las formas abstractas no poseen temas identificables, son formas resultantes de la creatividad del ejecutor de estas.

Para el desarrollo de las muestras experimentales, se opta por usar estos dos tipos de formas, para generar variedad de motivos.

2.2.4. Diseñar formas.

Antes de comenzar a diseñar una forma tenemos que tomar en cuenta que estas pueden partir de una figura. Las figuras son áreas delimitadas por líneas, cuando a estas se les da volumen grosor, color o texturas, se convierten en formas. Existen 3 tipos de figuras que nos pueden ayudar al momento de diseñar, estas son:

- Figuras caligráficas: Se realizan a mano alzada, usualmente con pluma, lápiz o pincel.
- Figuras orgánicas: Estas figuras tienen un mayor control de trazo que las caligráficas, se componen de concavidades y convexidades de curvas que fluyen suavemente.
- Figuras geométricas: Basadas en medios de construcción mecánicos, las más conocidas son el triángulo, cuadrado y círculo. Las líneas rectas son trazadas con reglas y los círculos con arcos o compas.

Después de tener claro lo concerniente a las figuras, podemos comenzar a diseñar. La composición de la forma puede ser simple, múltiple, compuesta, unitarias o súper unitarias. Una forma es simple cuando es un solo elemento sin formas más pequeñas claramente diferenciables, es múltiple

cuando se repite una forma sea esta igual o con alguna variación, compuesta cuando se unen formas totalmente diferentes, unitaria cuando se usa el modo de repetición de la misma forma en una composición, y super unitarias cuando se agrupan y repiten en el conjunto de un diseño (Wong, 2004).

Para generar nuevas formas se emplea también ciertas operaciones, que permiten al diseñador, tener una variedad de elementos para crear sus diseños. Estas operaciones son:

- Lado parcial: Cuando un lado toca a un sector de la otra forma.
- Lado total: El lado total de una de las figuras coincide con la otra.
- Punto y línea: El vértice de una figura se posiciona sobre el lado de otra.
- Punto y punto: Los vértices de dos figuras contactan.
- Plano parcial: Dos sectores de la figura se superponen.
- Plano total: Una de las figuras se superponen totalmente sobre la otra (Mogrovejo, 2000, pág. 17).

Es muy importante tener en cuenta todos estos aspectos al diseñar, para generar elementos únicos propios de cada uno y según nuestro estilo, encontrar ese punto de diferencia que permita diferenciarnos de los demás.

2.3. Composición de tramas.

Una trama es una construcción que, de manera ordenada y lógica, dispone una o más formas (Mogrovejo, 2000, pág. 54). Cuando hablamos de composición de tramas, hacemos referencia a la articulación de estos elementos que la componen de tal manera que sean capaces de trasmitir la idea, significado, concepto, que el diseñador intenta comunicar. Toda composición, forma o figura, son poseedoras de una estructura, misma que puede ser explicita (evidente) o integrada visualmente en el diseño final, así mismo toda composición posee un campo donde se colocan las diferentes formas. El campo no es determinante para la composición, pero determina muchas de las dediciones de colocación o dirección de las formas dentro del (Mogrovejo, 2000) (Romano, 2019).

2.3.1. Operaciones compositivas.

Estas operaciones o formas de configurar una trama son solo ideas para tomar en cuenta, ya que las combinaciones posibles son ilimitadas y se adaptan a las necesidades y recursos que dispone el diseñador independientemente del campo donde se las desarrolle.

- Repetición: La repetición es el método más sencillo para elaborar tramas, aporta armonía al conjunto. La repetición puede ser de la figura, tamaño, textura, color, dirección, espacio, posición o gravedad.
- Gradación: Se realiza variando el tamaño de manera gradual y ordenada, este método genera ilusión óptica y confiere una sensación de progresión. La gradación puede darse en las formas, plano, espacio, velocidad, color, etc.

- Anomalía: Aporta puntos de singularidad a la trama, llama la atención, quiebra la regularidad y alivia la monotonía. Esta operación consiste en modificar una o varias formas, ya sea en tamaño, estructura, dirección, etc.
- Concentración: Es una manera que distribuye las formas o módulos aparentemente reunidos en ciertas zonas, la distribución es dispareja e informal, en diferentes sentidos (Wong, 2004).

Sin duda las formas de composición de una trama son variadas, desde composiciones micro con motivos pequeños en relación con el formato, macros; con elementos de gran tamaño con relación al campo, lineales; organizaciones continuas en sentido longitudinal, geométricas; formadas por polígonos, u orgánicas. Hay que tomar en cuenta que cada composición debe conservar cierta identidad, buena legibilidad, y que el mensa je a transmitir sea claro (Romano, 2019).

2.4. Textura.

La textura está intimamente relacionada con la materialidad del objeto, la textura es la apariencia de la superficie de la forma, esta puede ser: visual o táctil nos transmiten sensaciones o mensajes que podemos reconocer y asociarlos a través de la experiencia del sentido del tacto o de la vista. La textura es un eje fundamental en el mundo textil, tiene un gran valor al momento de diseñar.

2.4.1. Textura visual.

Las texturas visuales son el resultado de las representaciones graficas creadas por el diseñador, estas pueden ser naturales o artificiales. En el caso de este proyecto, las texturas presentes serán tanto artificiales como orgánicas.

Artificiales: derivadas de la textura propia de algún material, geométricas si las constituyen elementos tales como: puntos, líneas, imágenes, etc.

Orgánicas: cuando tienen una distribución de elementos menos formalizadas (Romano, 2019).

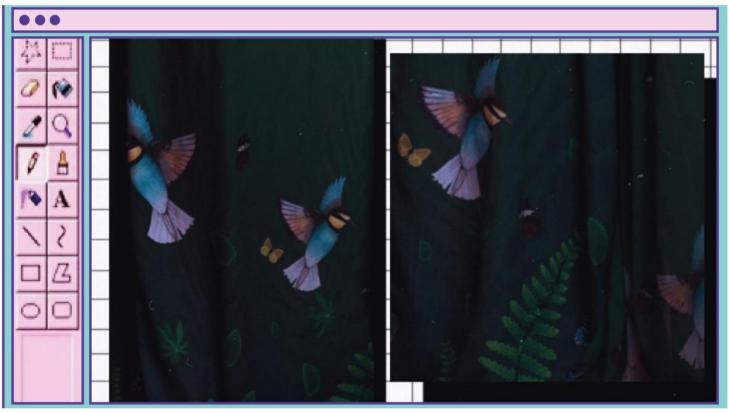


Imagen 55: Textura visual Fuente:(Autoría propia, 2020)

2.4.2. Textura Táctil.

Si bien estas texturas no dejan de ser visuales, su fuerte está en las sensaciones que ofrece al tacto como: dirección, densidad, escala, rugosidad, granulometría, etc (Romano, 2019).

La textura es un elemento sutil, compuesta por una amalgama de elementos, formas, materiales o características que apoyan al diseño y le confieren un valor importante, nos pueden denotar su valor, su materialidad, composición, etc. Debido a todos estos factores, la textura posee una carga expresiva y comunicacional, ya sea a través de la vista o el tacto, produce emociones y sensaciones a su receptor.



Imagen 56: Textura táctil Fuente:(Pinterest)

El uso de la impresión 3D para desarrollar este proyecto, será un gran aliado para la creación de texturas, al crear tramas con la interrelación de formas se puede obtener resultados muy interesantes.

Indagar, conocer y reflexionar es el primer paso para realizar el desarrollo de este trabajo de investigación, muy importante y aunque suene redundante, clarificar los temas entenderlos e interiorizarlos para aplicarlos desde una mirada reflexiva. Conocer la el desarrollo de la historia y su evolución nos ayuda a vislumbrar un nuevo camino, a conocer procesos y técnicas que se están integrando a este nuevo paradigma.

Y desde esta postura crítica y reflexiva desarrollar un producto no solo innovador si no también con conciencia ambiental, utilizar los recursos que disponemos de manera responsable para generar un cambio en la industria.

A continuación, abrimos el telón al desarrollo y resultados de este proyecto de investigación.

Capitulo 3:

Proceso de impresión de un textil electrónico. En este capítulo se describe a profundidad el proceso de impresión de una base textil, que softwares se utilizaron para la realización de este proyecto y la aplicación de temas estudiados anteriormente para crear un esquema compositivo, pauta para el diseño de las tramas textiles.

Como ya describimos con anterioridad la impresión 3D consta de 3 etapas: diseño, obtención de G-Code e impresión a continuación describimos a profundidad cada etapa y como se aplican en el caso de imprimir bases textiles.

Comenzamos por la primera fase que es el diseño, para esquematizar este proceso se plantea un diagrama de composición lo que ayuda a guiar de forma ordenada las decisiones de diseño a tomar para generar el modelo tridimensional. Este modelo de composición se puede aplicar para la creación de cualquier tipo de tejido impreso en 3D. En el caso de la primera y segunda fase de experimentación no tomamos en cuenta la función debido a que lo que se busca es evaluar el comportamiento de cada material y realizar comparaciones entre ellos para poder determinar cuáles pueden ser sus posibles aplicaciones. También en algunos casos se exceptúa el sistema electrónico para realizar evaluaciones de la superficie de la muestra y el funcionamiento de la trama, lo que ayuda a determinar que tramados pueden funcionar para receptar los dispositivos electrónicos. Para ejemplificar este proceso de impresión tomamos una muestra con sistema electrónico de luces LED. Cabe recalcar que en este ítem se explica el proceso de impresión, el resultado de toda la experimentación se encuentra en el capítulo 6 en Resultados.

3.1. Fase 1: Diseño.

En esta fase describimos el esquema compositivo a seguir para crear las tramas, este proceso se refleja en las fichas técnicas que acompañan a las muestras realizadas. En esta descripción se muestra la creación de las formas des la bocetacion, su digitalización y posterior modelado, claro que también se puede obviar estos dos pasos y modelar las tramas directamente en 3D. Para aportar al conocimiento de principiantes en esta área, se describirá el proceso minuciosamente además de explicar que herramientas usar para facilitar el proceso de modelado de la trama 3D.

3.1.3. Esquema compositivo.

La composición es la conjugación de varios elementos para la obtención de un resultado final, para ello es necesario determinar las variables que intervendrán en la misma. Después de todo el estudio de la teoría del diseño, se puede armar un esquema compositivo para definir los elementos que compondrán la trama. Para determinar los elementos que constituirán el tejido se planteó el siguiente esquema que puede ser modificable y adaptable para la realización de varios proyectos.

Función: _Wucius Wong en su libro Fundamentos del diseño, 2014; hace referencia a la función, como el servir para un determinado propósito. Cuando hablamos de la función en este esquema, es definir el uso o aplicación que tendrá nuestro tejido. Específicamente en este trabajo de investigación, el tejido tiene una característica muy importante, que es un tejido electrónico, como esta descrito en capítulos anteriores, el uso de estos textiles es muy vareado. Por ello en este ítem definimos cuál será su aplicación, pude ser esta para: un textil deportivo, medico, de cuidado

personal, militar, de inmersión virtual, con fines estéticos, conceptual, de alta costura, etc.

Sistema electrónico: Después de precisar la finalidad de nuestro tejido, seleccionamos cual es el sistema electrónico más adecuado para cumplir esa función. Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos electrónicos, que se relacionan e interactúan entre sí (Electronica, 2011). Tener definido el sistema electrónico nos permite saber cuáles serán los dispositivos y elementos que lo compondrán, de esta manera conocemos sus dimensiones las cuales nos ayudaran para elegir que formas emplear en nuestra trama.

Formas: "Todos los elementos visuales constituyen lo que llamamos formas. La forma en este sentido no es, solo una forma que se ve, sino una figura de tamaño, color y textura determinados" (Wong, 2004, pág. 44) Las formas en este caso, son determinadas, por la función y los dispositivos que contendrá el tejido, estas formas pueden ser: figurativas o abstractas, y estas a su vez construirse por figuras caligráficas, orgánicas o geométricas.

Filamento: El filamento es a los tejidos impresos en 3D, lo que es la fibra para un tejido convencional. En esta investigación experimentamos con 3 materiales: Flexfill 98A TPU, Taulman PCTPE, FilaFlex TPE.

Campo compositivo: El campo compositivo hace referencia al contenedor de las diversas, formas, elementos o motivos que constituyen nuestra trama. Estos campos pueden ser, rectangulares, circulares, triangulares, cuadrados o pueden ser los patrones de alguna prenda de vestir.

Estructura organizativa: "La estructura debe gobernar la posición de las formas en un diseño" (Wong, 2004, pág. 59) Un punto fundamental para saber que estructura organizativa elegir son; las dimensiones, la disposición que tendrá nuestro sistema electrónico, y la función del tejido a construir. Esta organización puede ser por: repetición, anomalía, concentración, gradación, radiación, etc.

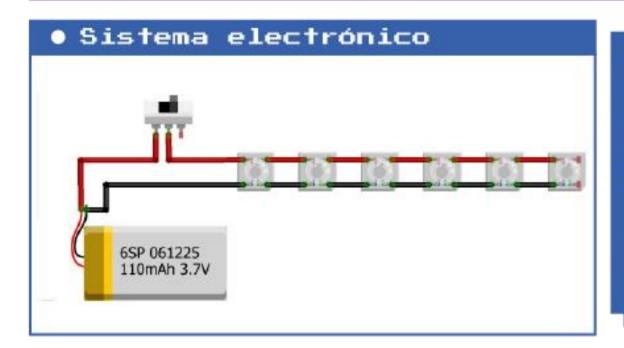
Tipo de composición: La composición puede ser: finita, infinita, macro o micro. Discernir cual elegir depende de la aplicación del tejido, y el campo compositivo. Un ejemplo de infinita puede ser, cuando el tejido a imprimirse pueda replicarse muchas veces y unirse a todas estas partes sin perder continuidad, o finita cuando tiene un limitante o pierde continuidad, por ejemplo imprimir el patrón de una manga.

Tratamiento superficial: La impresión 3D es una tecnología que nos permite crear desde formas delicadas hasta estructuras complejas, pero como mencionábamos en páginas anteriores, la impresión 3D no suple las técnicas tradicionales, si no que crea una sinergia para crear productos funcionales y estéticos. En cuanto a tratamientos superficiales que podemos darle a nuestra muestra, puede ser: tinturado, pintura manual, serigrafía, y sublimados.

3.1.2. Desarrollo del diseño de la trama.

Para facilitar su compresión, partiremos desde la bocetación de la forma, misma que surge de la interpretación y análisis de bucles, cruces, entrelazamientos o aglomerados de las fibras en la construcción de un textil convencional.

••• Proceso de diseño de una trama textil.



Lo primero tenemos que que determinar el es sistema electrónico que se va a utilizar. debido a que conocer los componentes que formaran el tejido nos da luces de que tipos de formas usar. En el caso de que el tejido no contenga ningún tipo de elemento electrónico, obviamos este paso y pasamos directamente a la creación de la forma.



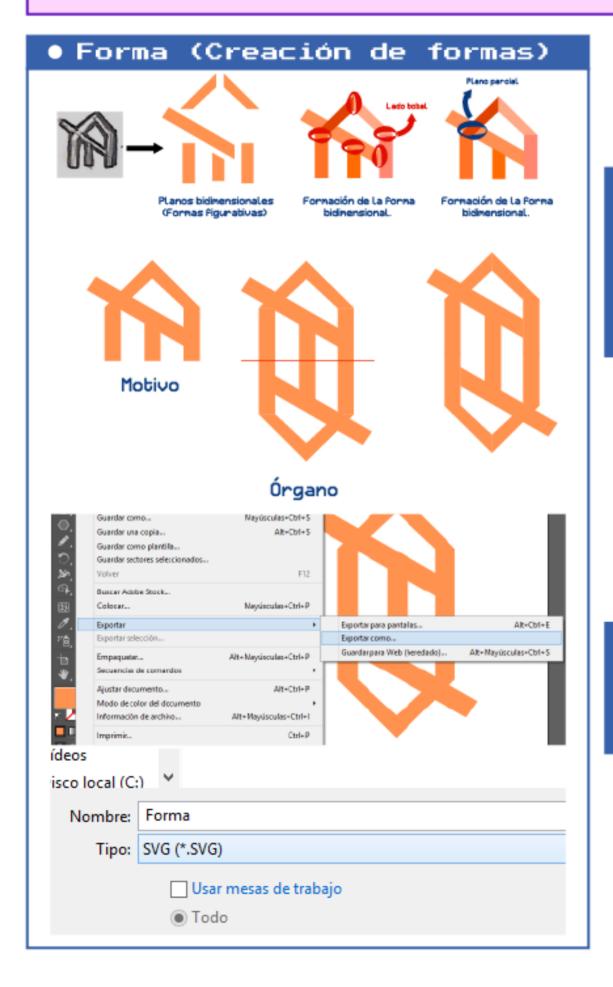
Para tener una idea de que formas podemos tomar usar, referente, en este caso los referentes son formaciones de textiles convencionales. EL referente o inspiración queda a libertad y creatividad diseñador. En este proceso de creación de las formas interviene la teoría anteriormente descrita, por ello su importancia de tener claro los conceptos. Lo que se busca analizando al referente es entender observar cómo se entrelazan unas fibras con otras para crear liqamentos

••• Proceso de diseño de una trama textil.

Forma (Creación de formas) Formus Trama Lineas Abstructos - Lineas Caligraticas Agregames Volomen Forma Lineal abstracta Geometrizanos Formas embebido Geometrización Planos bid men sionales Formus Figurations

Después de tomar rasgos del referente procedemos al proceso de bocetación, para principiantes esto ayuda mucho para visualizar cómo será la relación entre una forma u otra.

●●● Proceso de diseño de una trama textil.



Lista la forma, pasamos a la digitalización en ilustrador, en el caso de no conocer o no tener gran experticia en softwares de modelado esto ayuda a generar las formas, motivos u órganos de manera simplificada.

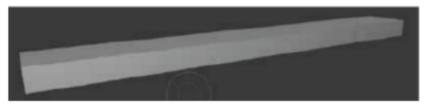
Con nuestro archivo listo lo exportamos en formato SVG. Para posteriormente importarlo al software de modelado 3D.

••• Proceso de diseño de una trama textil.

• Forma (Creación de formas)



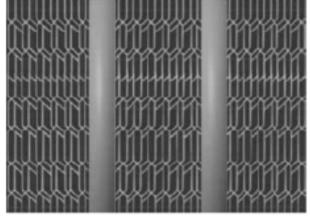
Tridimencionalización motivo trama.



Tridimencionalización módulo de embebido.

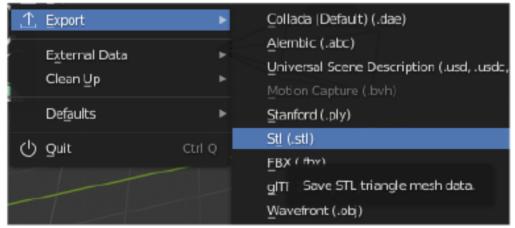
En el software de modelado 3D tridimencionalizamos las formas bidimensionales agregándoles ancho o profundidad.

Trama (Campo compositivo, organización y composición)



Campo compositivo: Rectangular Organización: Anomalía Tipo de composición: Infinita

Cuadro 6: Proceso de diseño de una trama textil Fuente:(Autoría propia)



Después procedemos entretejer estas formas para crear la trama. Cuando esté lista nuestra trama la exportamos en formato STL. El compatible con los cual es softwares de laminado 3D para la obtención del G-Code. Así está lista para pasar a la fase dos del de impresión 3D. proceso

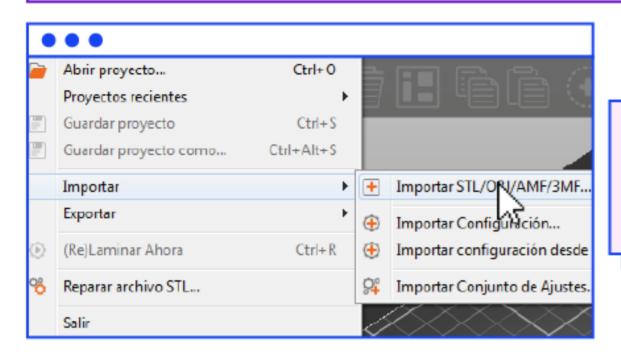
3.2. Fase de generación de G-Code.

Las impresoras 3D son robots cartesianos que se desplazan de acuerdo a coordenadas, para obtener estas coordenadas que indicaran a la maquina como ejecutar los tejidos, se realiza una traducción del modelado tridimensional a lenguaje de coordenadas, en este proceso también se realiza las configuraciones necesarias para realizar la impresión.

Los valores a configurar dependen del material que se esté usando, para ello se puede seguir las indicaciones del fabricante o a través de la experiencia configurar estos valores. En esta investigación en la primera fase se colocó los valores establecidos por los fabricantes, después de analizar los resultados de estas muestras se reconfiguro valores de temperaturas, retracción, altura de capa y rellenos. Estos resultados se mostraran a profundidad en el capítulo 4. Ahora nos concentramos en mostrar el proceso de traducción para la obtención del G-Code.

Hay muchos softwares para realizar este proceso, en el caso puntual de este trabajo se utiliza PrusaSlicer ya que este es el programa de laminado propio de la máquina (Prusa MK3S) que se está empleando para la impresión de las muestras.

• Obtención de G-Code de una trama textil.

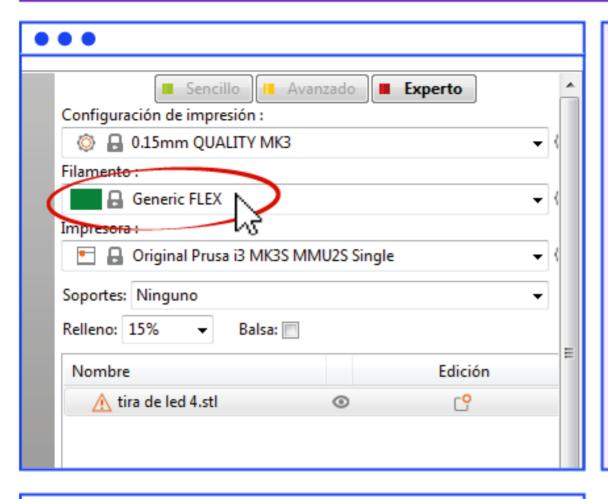


El primer paso para obtener el G-Code es importar al software de laminado el archivo stl. que contiene el modelado tridimensional de la trama.



Con el archivo en la mesa de trabajo, se modifica la escala y se ajusta las medidas.

Obtención de G-Code de una trama textil.

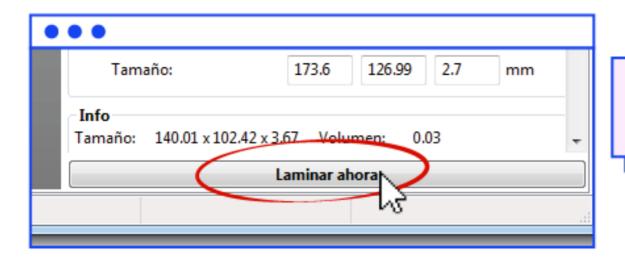


Posteriormente seleccionamos el material con el que vamos a realizar la impresión, en el caso del software de PrusaSlicer cuenta con una variedad de materiales a seleccionar, las temperaturas que vienen por defecto son las recomendadas por el fabricante, pero como ya mencionamos anteriormente. través de la experiencia se puede determinar cuál temperatura correcta, ya que influye mucho la temperatura ambiental y donde está ubicada la máquina. En el caso principiantes se recomienda utilizar las temperaturas que vienen defecto. por

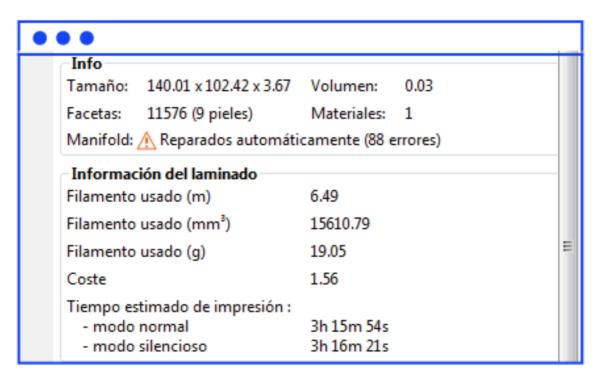
• • •			
Altura de la capa			
Altura de la capa:	<u>.</u>	0.15	mm
Altura de la primera capa:	<u>.</u>	0.2	mm o %
Carcasas verticales			
Perímetros:	<u>.</u> •	2	(mínimo)
Modo vaso:	<u>.</u>		
Espesor de pared delgada del obje 0.15 y 2 líneas: 0.87 mm , 4 líneas:		endado para u	na altura de capa
Carcasas horizontales			
Capas sólidas:	Superi	ior: 🔒 • 7	<u>*</u>

Después configuramos otros aspectos como altura de capa, retracción, perímetros, relleno, etc. Para comenzar se recomienda trabajar con los valores prees tablecidos.

• Obtención de G-Code de una trama textil.



Al finalizar la configuración de los aspectos de impresión, laminamos para obtener el G-Code.



Cuando la muestra se termina de laminar, se desprende una ventana con tiempos de impresión, cantidad de filamento usado, volumen, tamaño, etc.



Finalmente exportamos el G-Code a una USB o memoria extraíble.

Cuadro 7: Obtención de G-Code Fuente: (Autoría propia, 2020)

3.3. Fase 3: Impresión de una trama textil.

El éxito de una impresión 3D no está solo en la calidad del modelado 3D o las configuraciones del laminado, esto también depende del hardware.

Una impresora bien ensamblada y calibrada, nos puede dar buenos resultados, la calibración depende de cada máquina por ello no describimos aquí ese proceso.

Otro aspecto a considerar es la ubicación de la impresora, por ello se recomienda colocarla en un lugar libres de ráfagas de aire exterior para prevenir levantamientos de capas, especialmente al imprimir textiles ya que son muestras con volúmenes pequeños y al realizar las primeras capas puede haber problemas.

También se recomienda almacenar de manera adecuada los filamentos que se vayan a emplear en la impresión, mantenerlos en lugares secos sin exposición solar porque en algunos casos puede dañar o deformar el material, es mejor guardarlos en sus empaques o en bolsas plásticas.

Impresión de una trama textil.



El primer paso para comenzar a imprimir es preparar la base de impresión, para evitar desprendimiento de las capas o levantamiento, colocamos cinta de papel en la base de la cama, esto ayudara a que el material se fije a la mesa con mayor facilidad. Para mejorar este efecto lijamos un poco la cinta de papel.

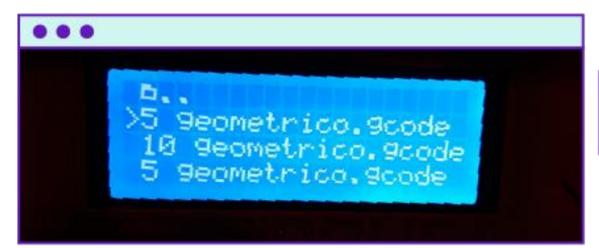
Impresión de una trama textil.



Colocamos la memoria extraíble en la impresora, dependiendo del modelo de máquina que se use también se puede emplear una memoria USB para pasar el archivo a la máquina.



Introducimos el material a utilizar en la impresión.



Y finalmente seleccionamos el archivo a imprimir.

Cuadro 8:Impresion de una trama textil Fuente:(Autoría propia, 2020)

Cuando se finaliza el proceso de impresión se debe dejar reposar la muestra unos minutos, y luego despegarla con cuidado

3.4. Ciclo de vida de un tejido electrónico impreso en 3D.

El éxito de un producto es que, sea innovados y sustentable, la creación de textiles e indumentaria por impresión 3D es uno de los métodos más sustentables en la industria ya que no produce desperdicio y el tejido es totalmente reciclable para ser convertido otra vez en filamento y volverse a imprimir.

A continuación describimos el ciclo de vida de estos textiles:

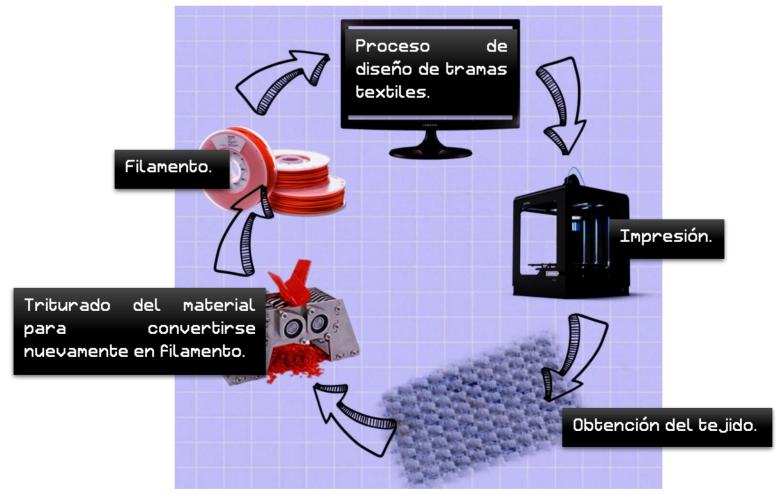


Imagen 57: Ciclo de vida Fuente:(Autoría propia, 2020)

Capitulo 4:

Muestrario de experimentaciones y artículo científico. Para finalizar el presente proyecto de investigación, en este capítulo se plasma los resultados que se obtuvieron durante la investigación, experimentación y desarrollo en busca de crear textiles electrónicos, además se incluye un artículo científico que resume todo este proceso. Este capítulo también evidencia el aprendizaje realizado durante la carrera y este proceso de investigación. Estamos caminando hacia un futuro, este es solo el primer paso.

4.1. Muestrario experimental.

La idea de la introducción de un nuevo tipo de tejeduría al panorama textil es emociónate, si bien este es solo el parte aguas, un primer paso para continuar en el desarrollo de este tipo de tejidos, donde entrelazamos, tejemos, aglomeramos de manera digital a través de un ordenador, a simple vista se ve fácil, y quizá se piense que es algo totalmente mecanizado, carente de lo artesanal. Pero aunque se remplace el ordenador por el telar, el trabajo minucioso continua ahí, dando forma a cada elemento que compondrá la trama, modelando cada detalle, con alma y pasión por lo que se hace.

Lo que se muestra en las siguientes páginas están solo una semilla, de lo que algún día será y se conocerá al proceso de entrelazamiento de elementos tridimensionales digitales como:

"Tejeduría digital"

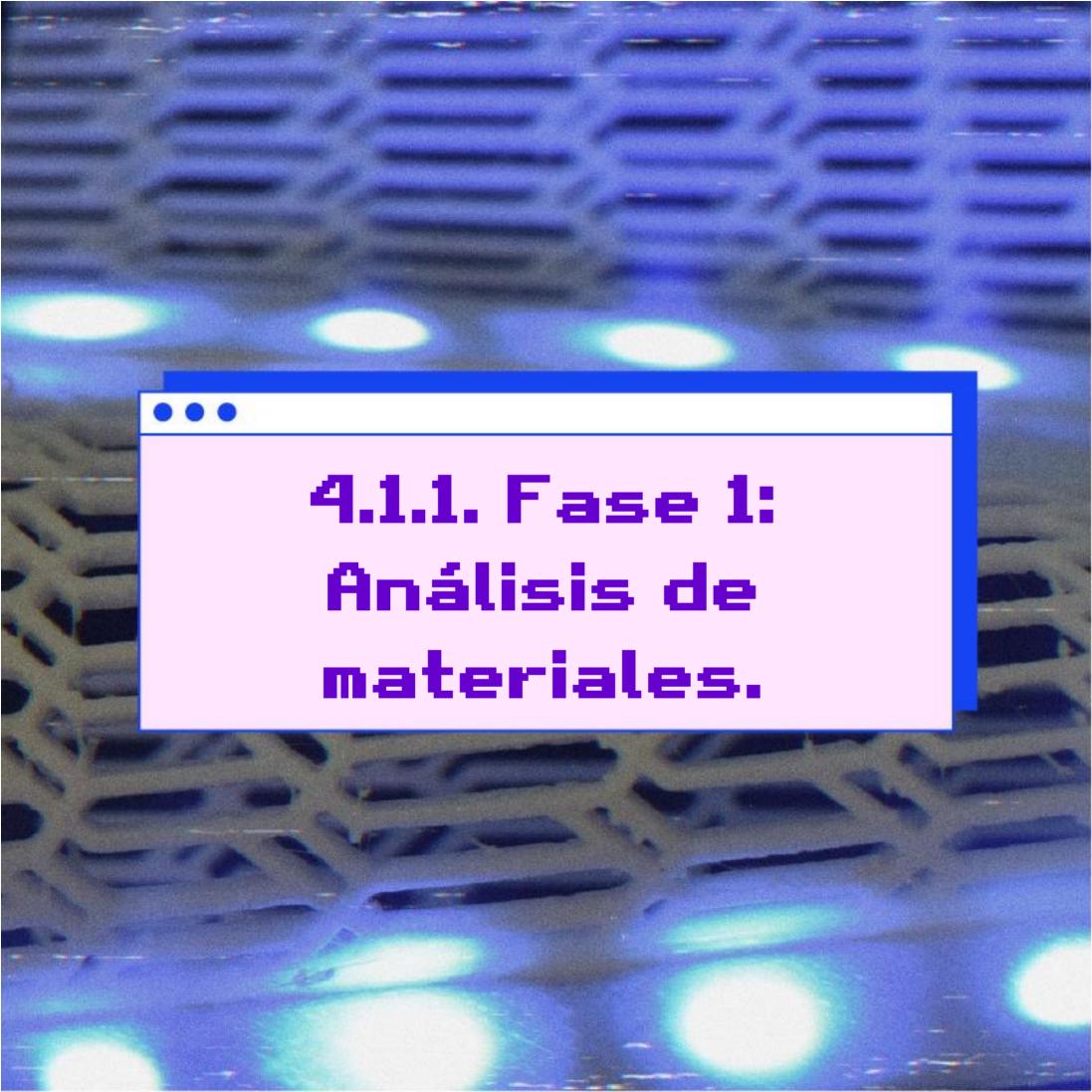
La experimentación se divide en 3 fases:

Fase 1: Análisis de materiales.

Fase 2: Comparación de materiales.

Fase 3: Propuestas para aplicaciones futuras de textiles electrónicos.





En esta fase se realiza el primer acercamiento a los materiales, para evaluar aspectos como: acabados, sensación al tacto, flexibilidad, elasticidad, lustre, etc.

Los parámetros que se utilizaron para realizar estas experimentaciones son los recomendados por los fabricantes, según los resultados de esta fase se modificara estos parámetros para la fase siguiente.

El orden para comenzar a experimentar con estos filamentos es por nivel de dificultad, siendo el Flexfill 98A TPU Natural el primero a usarse por ser el más fácil de imprimir, seguido por el filamento Taulman PCTPE y finalizando esta fase con el material más difícil de imprimir el FilaFlex.

Todas estas muestras siguen el mismo proceso de impresión descrito en el capítulo anterior.



En las fichas técnicas de cada tejido se encuentra descrito las variables que se definieron en el capítulo 3 en el ítem 3.1.3. Esquema compositivo. A continuación describimos los elementos que componen las tablas.

Ficha de registro de la muestra experimental.	
Número de muestra: Código: Tipo de trama: Proceso de creación del motivo:	
Proceso de creación del módulo contenedor de los dispositivos electrónicos:	
Proceso de creación de la trama textil:	
Campo compositivo: Tipo de composición:	
Modelado tridimensional de la trama textil: Laminado de la trama textil:	
Trama textil impresa en 3D:	
Maquinaria Filamento Dimensiones Elasticidad Temperatura Nivel de cama Tiempo	
Textura:	
Conductividad eléctrica:	
Análisis general de la trama textil:	

		Número de muestra:												
	Es re	Este punto nos sirve para llevar un conteo de cuantas muestras están registradas en este muestrario. Código: El código identifica la muestra, debido a que en esta experimentación											in	
	EL	código	ident								-	entació ial y		
	no	ombre o	del fila	mento	-	digo c	omienz	a co	n las	prime	ras le	tras d	el	
	Tipo de trama: Se especifica qué tipo de trama es la que se está describiendo. Proceso de creación del motivo: Describe el paso de ser un elemento concentual basta llegar a ser una													
	Describe el paso de ser un elemento conceptual hasta llegar a ser una forma y esta ser un motivo. Proceso de creación de la trama textil:													
	En ese punto se muestra como se entretejen los elementos que conforman la trama.													
	Campo compositivo: Describe el espacio donde se encuentran dispuestos los elementos del tejido.													
	tejido. Tipo de composición: Muestra si es finita o infinita.													
	Modelado tridimensional de la trama textil: Hace referencia a la vista tridimensional de la trama modelada en el software 3D.													
	software 3D. Laminado de la trama textil: Indica como es desplazamiento del extrusor y como se ven las capas de										łe			
	Tr	aterial -ama t æstra	extil i	impres			muestr	a.						
	Ma Es	aquina specific	aria: ca el ti	ipo de	maquin	aria	que	se e		mplean	ido par	ra llev	ar	
	Fi	abola lamen stalla (to:	_						diámetr	o del	mismo.		
									,					

	• • •														
			iones: a el lar		cho u	aroso	n de la	muest	na bey	til					
	E	lastic	idad:							OIC.					
		Explica el porcentaje elástico que tiene el tejido. Temperatura: Detalla las temperaturas usadas tanto para el extrusor como base de													
	Detalla las temperaturas usadas tanto para el extrusor como base de impresión. Indica a que distancia esta la base de la punta del extrusor.											le			
	Ir	ndica a	que d	istanc	ia esta	a la ba	se de l	La puni	a del	extru	sor.				
	Tiempo: Muestra el tiempo en que se tarda en realizar la muestra, el tiempo puede variar según la velocidad que se use. En el caso de estas														
		puede variar según la velocidad que se use. En el caso de estas muestras se realizaron al 100%, aunque la maquina puede llegar hasta													
	el	el 180% lo que reduce significativamente los tiempos. Textura:													
	Se describe como es la textura de la muestra.														
		Conductividad eléctrica: Se detalla si el tejido conduce electricidad y si la electricidad no se ve afectada al estar en contacto con líquidos. Este punto se obvia en algunas muestras, ya que en otras se imprimió solo las tramas para evaluar factores de temperaturas de impresión, elasticidad, retracción, etc.													
	af														
	e	evaluar factores de temperaturas de impresión, elasticidad,													
	Se muestra un comentario general de la muestra.														

4.1.1.1. Análisis del filamento Flexfill 98A TPU Natural.



Imagen 58: Flexifill Fuente:(Filament2print)

Fabricante:

Fillamentum (República Checa)

Diámetro del filamento:

1.75 mm

Tempera de impresión extrusor:

220-240 °C

Temperatura de cama:

50-60°C

Tempetura de reblandecimiento:

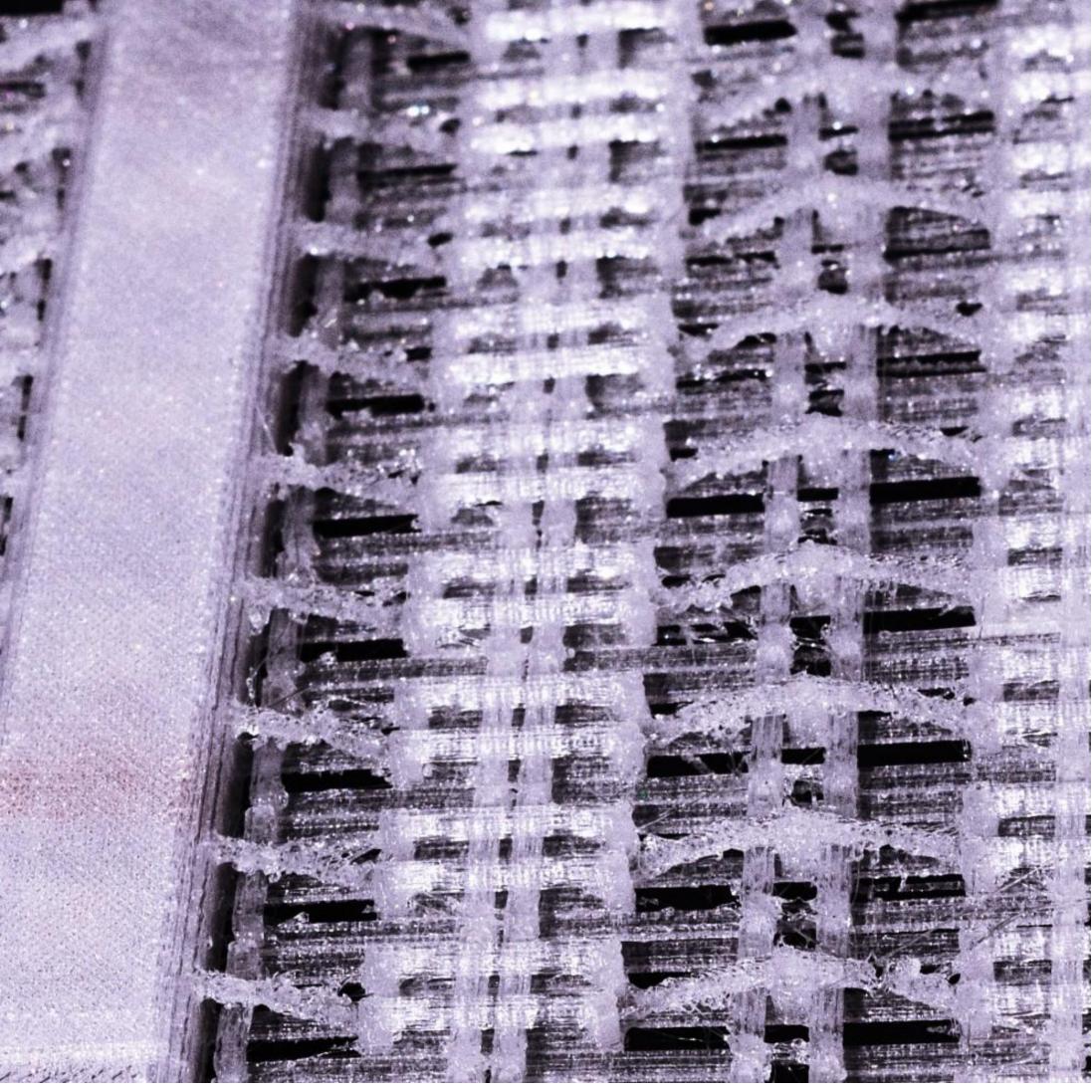
90°

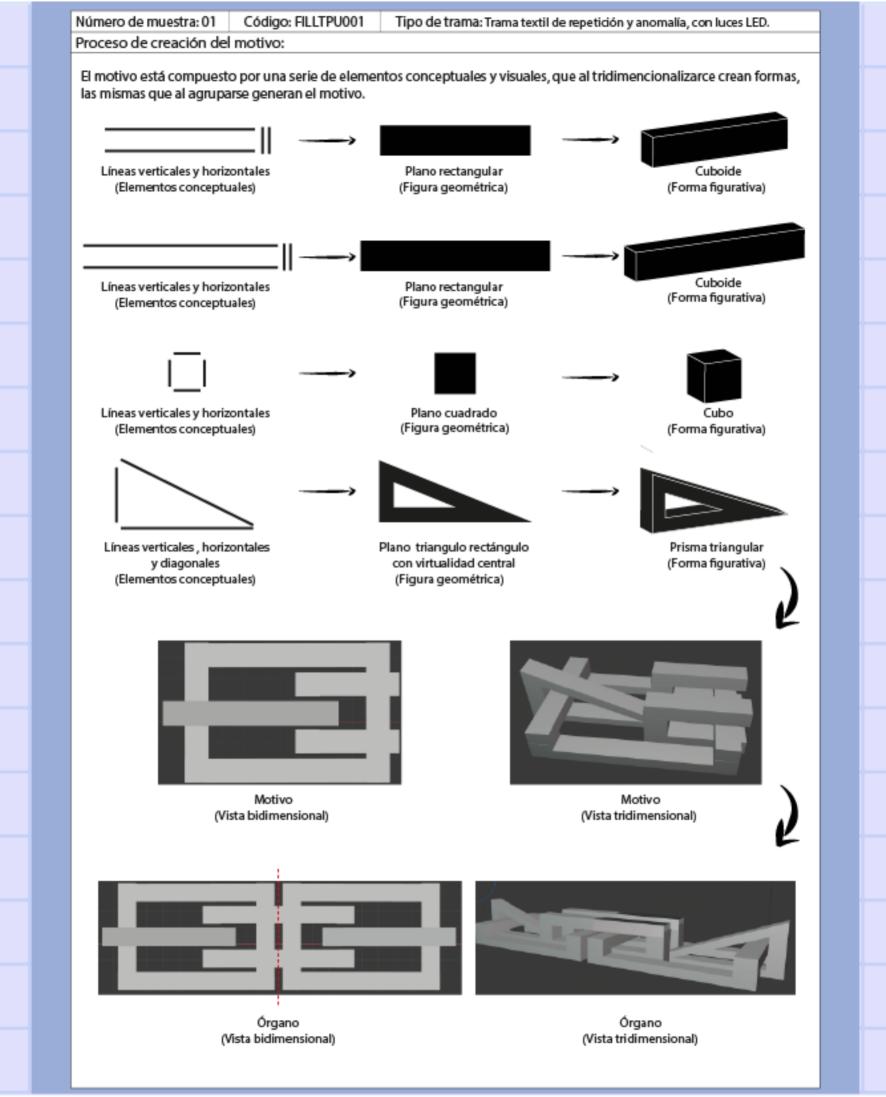
Temperatura de fusión:

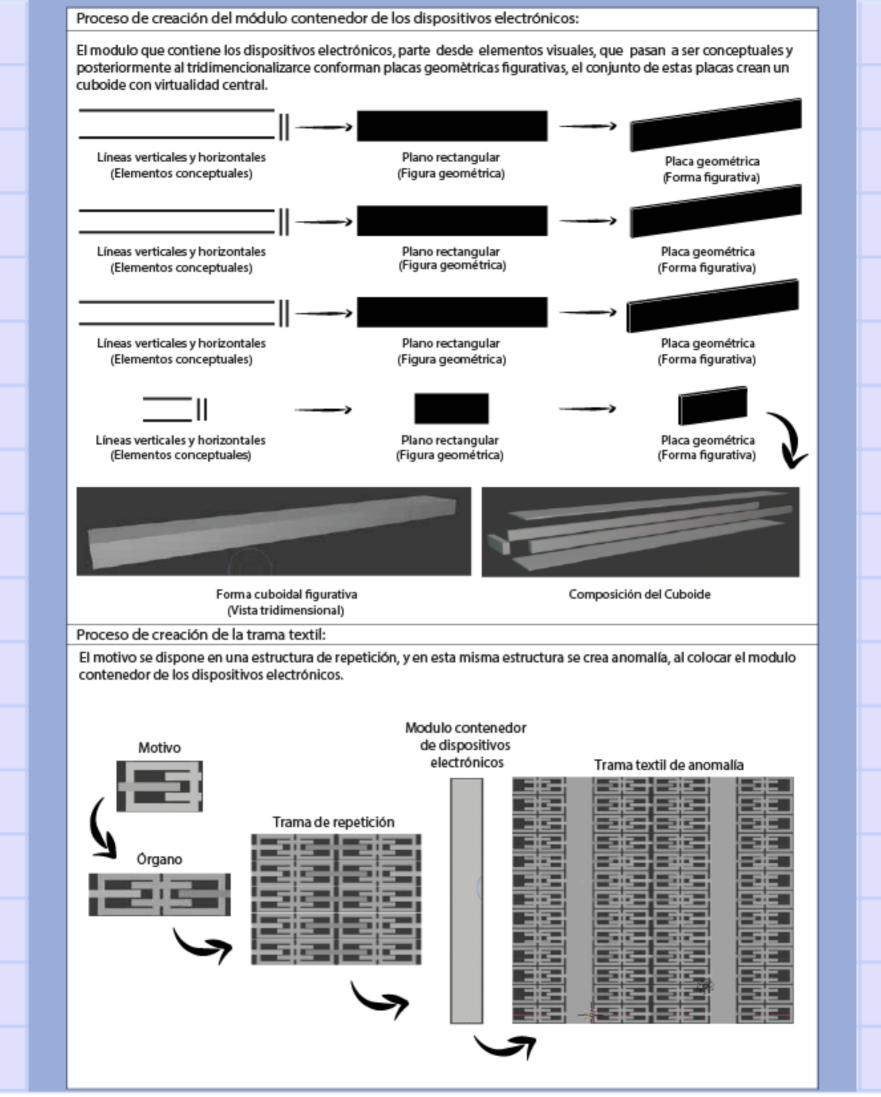
215°

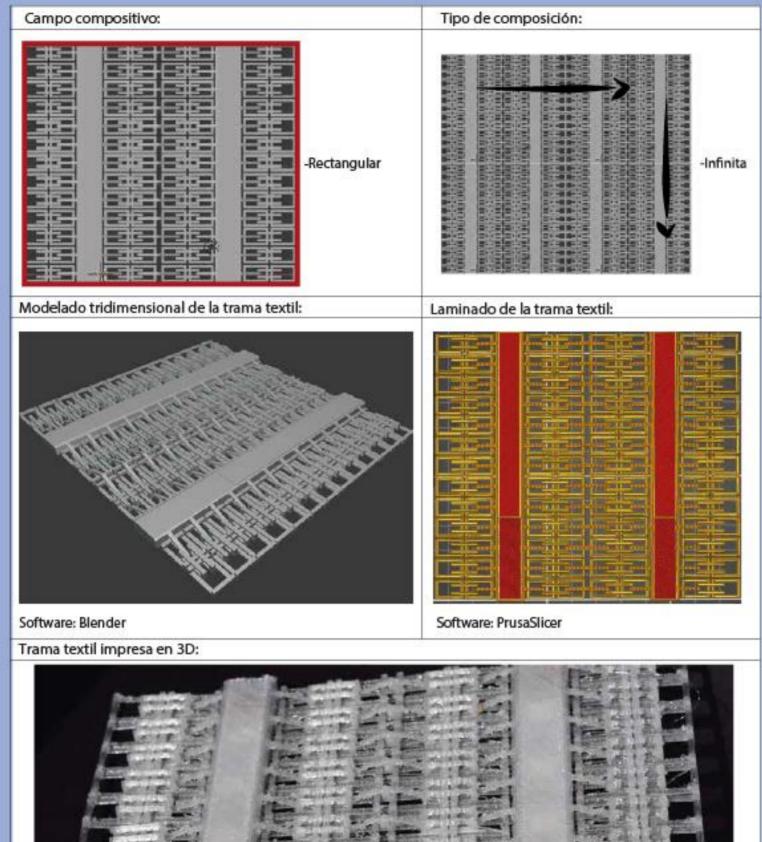
Filamento flexible con cierta elasticidad propiedad que conserva en temperaturas bajas, cuenta con aditivos que lo vuelven suave al tacto y resistente a la abrasión y rayos UV, presenta buena definición al imprimir al igual que cuenta con gran adhesión entre capas lo que permite realizar piezas que requieren mayor exactitud. Además, es resistencia a grasas, aceites y disolventes que lo convierten en un material adecuado para aplicaciones industriales. Es un filamento fácil de imprimir y no requiere extrusores especializados para materiales flexibles.

En cuanto a las temperaturas de impresión recomendadas por el fabricante son de 200 a 220 grados centígrados en el extrusor y 30 a 50 grados centígrados de temperatura en la cama. (filament2print, s.f.)















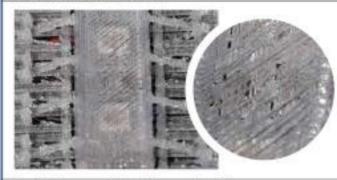
Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
Prusa MK3S Nozzle de 0,4mm	-Flexfill 98A TPU Natural de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 126mm -Largo: 110mm -Grosor: 4mm en su altura máxima, 1mm en su altura mínima.	- 0%	-Extrusor: 238° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 3h 25m

Textura:



-Textura táctil geométrica, homogénea.

Conductividad eléctrica:

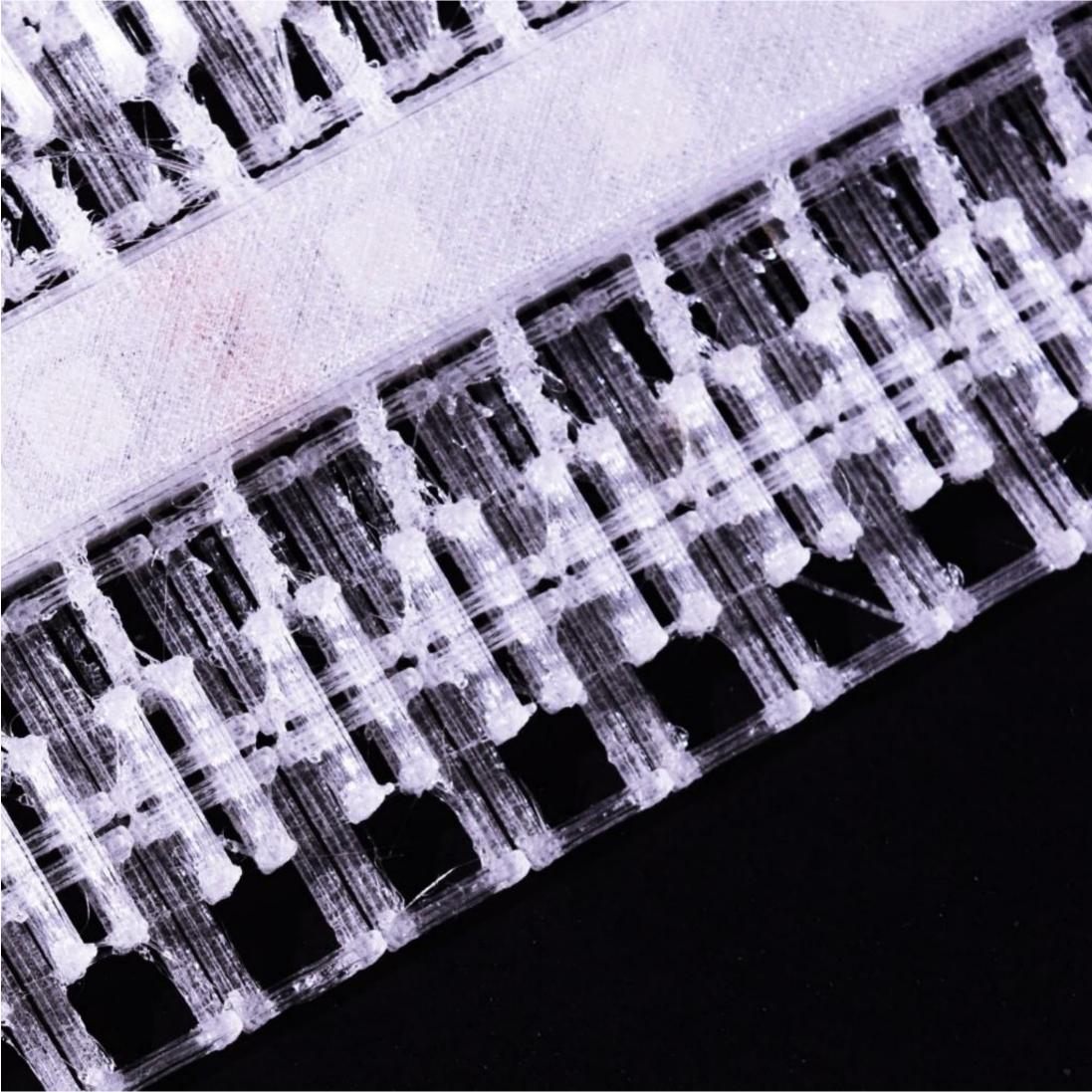


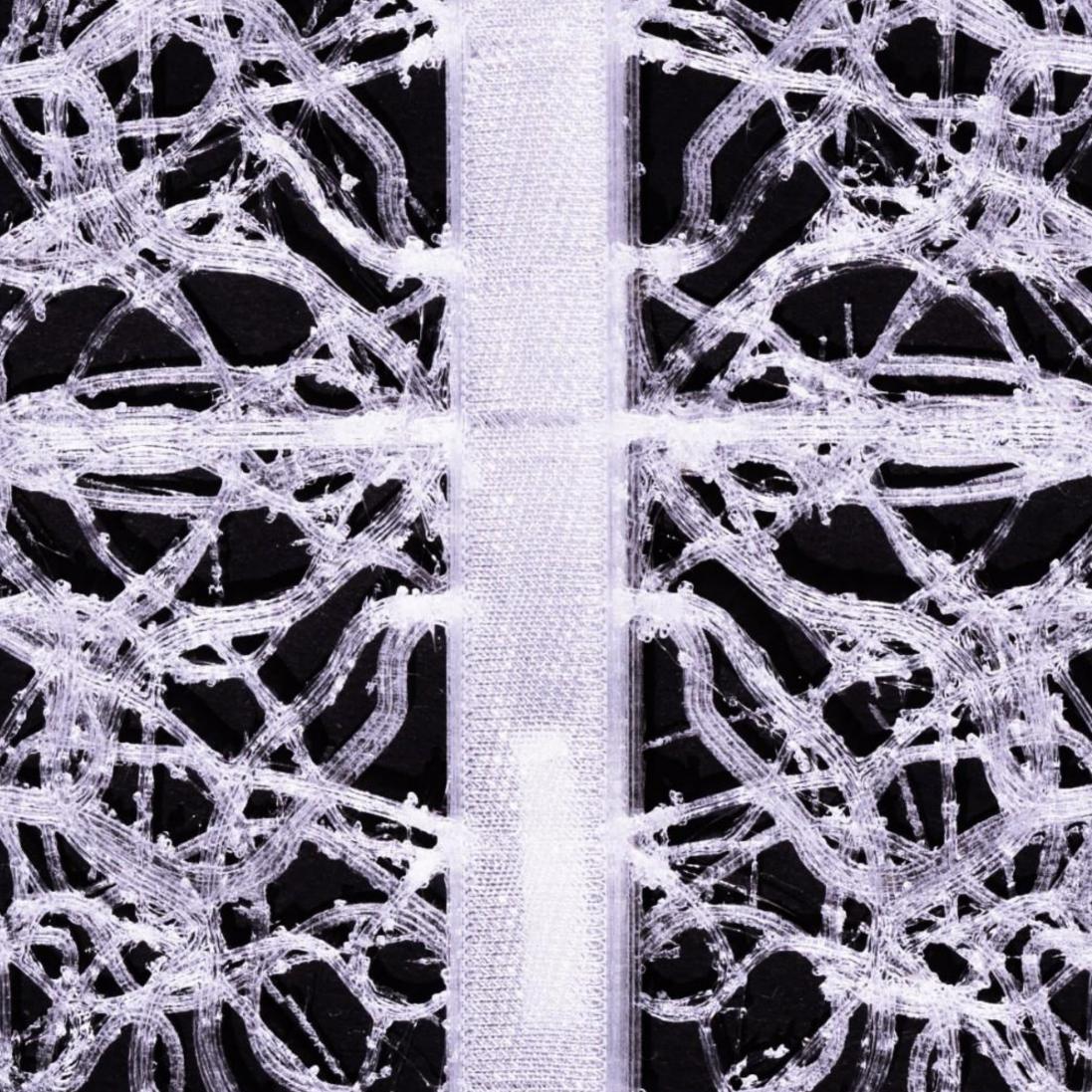
Por motivos estructurales, la muestra deja parte del circuito expuesto, por lo que representa una alta probabilidad de corto circuito al entrar en contacto con el agua, en caso de no tener contacto con el agua el circuito funciona de la manera óptima, pero este detalle estructural distorsiona la estética del tejido.

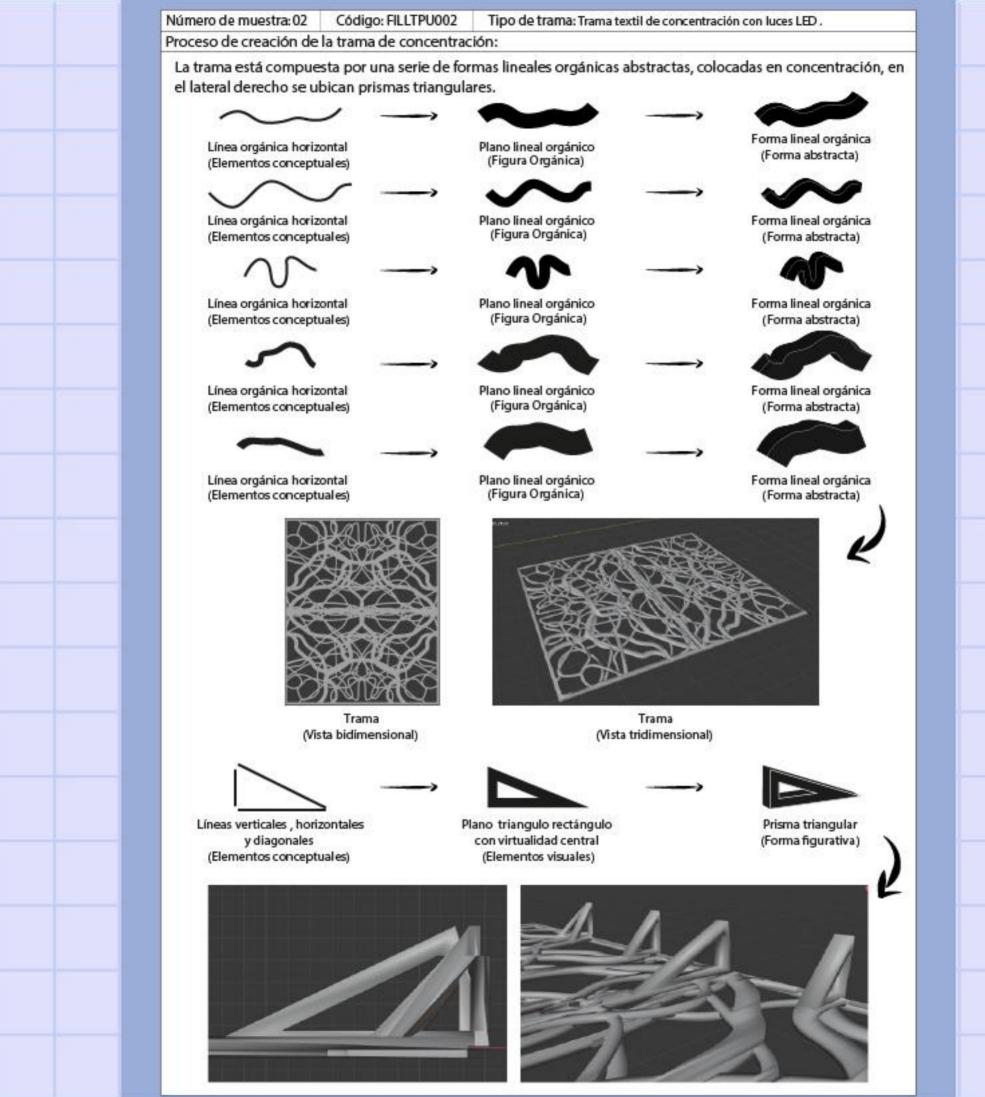
Análisis general de la trama textil:

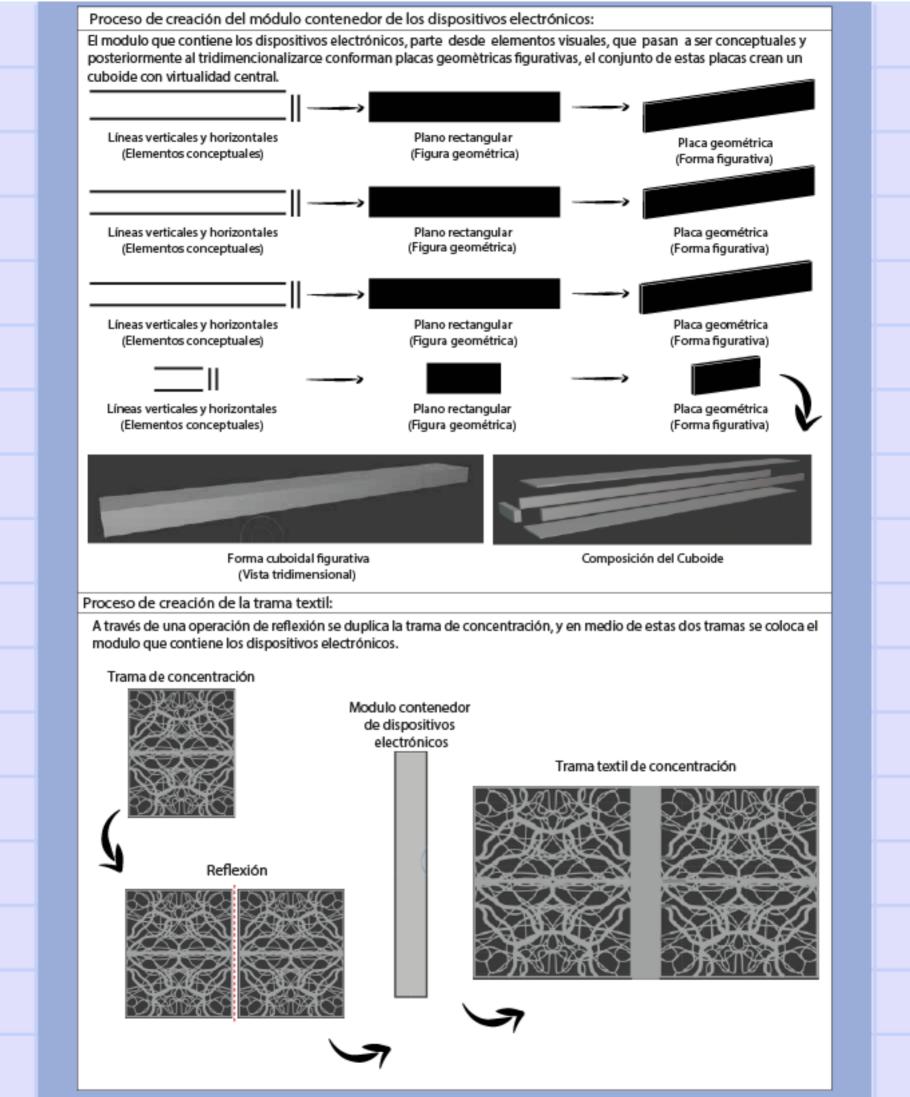


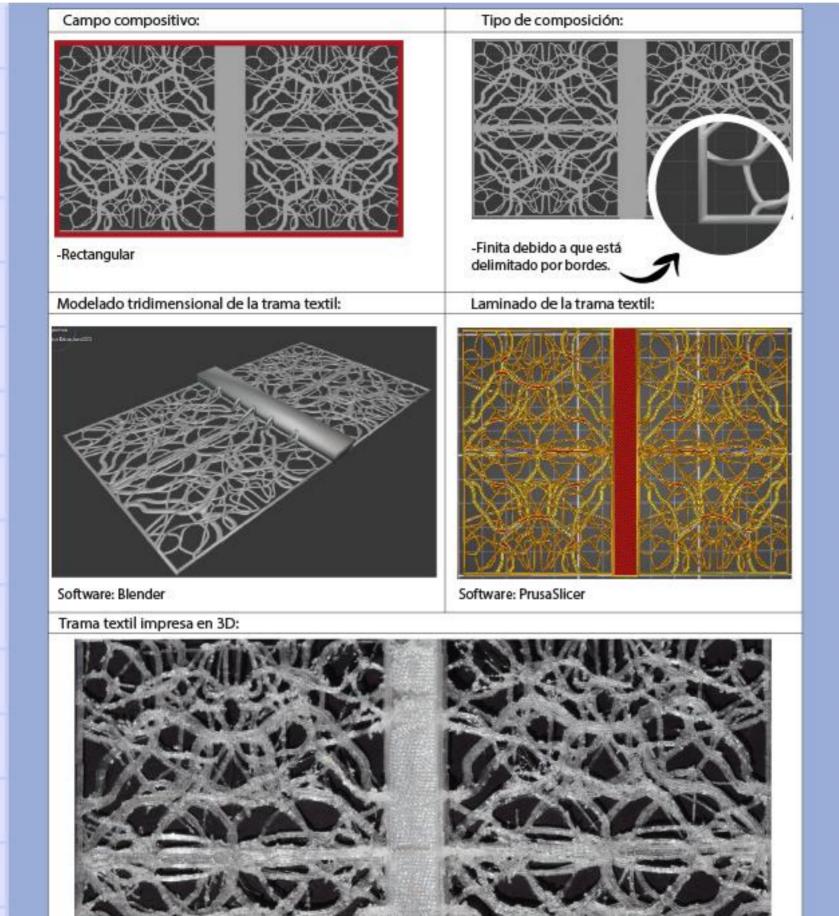
El Flexfill es un material que posee cierta elasticidad, pero esto no se evidencia en esta trama, debido a problemas de temperatura de extrusión, este material por su naturaleza flexible es bastante gomoso, y al ser impreso a una temperatura poco adecuada provoca que al moverse el extrusor deje sedimentos de material entre una forma y otra, haciendo que estas se unan entre si y no puedan estirarse, otro parámetro a tomar en cuenta en estos materiales flexibles es la retracción, que también puede provocar que se creen estos desechos de material y no obtengamos formas impresas limpias.

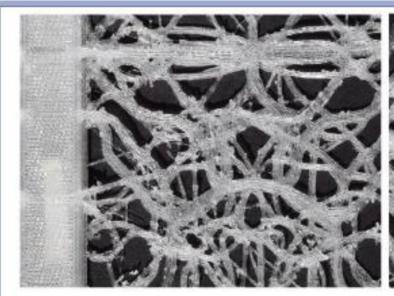


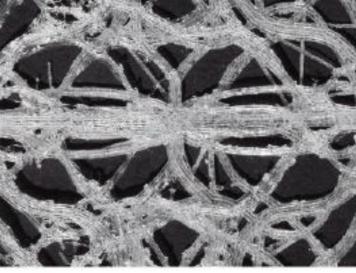






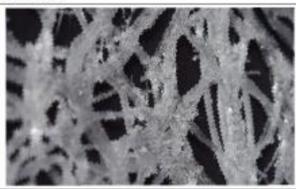






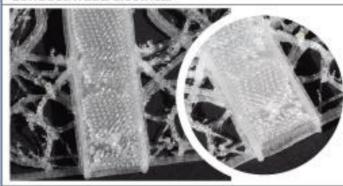
Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-Flexfill 98A TPU Natural de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 147mm -Largo: 102mm -Grosor: 3,8mm en su altura máxima, 1mm en su altura mínima.	- 2,04%	-Extrusor: 238° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	-1h 10m

Textura:



-Textura táctil orgánica, homogénea.

Conductividad eléctrica:

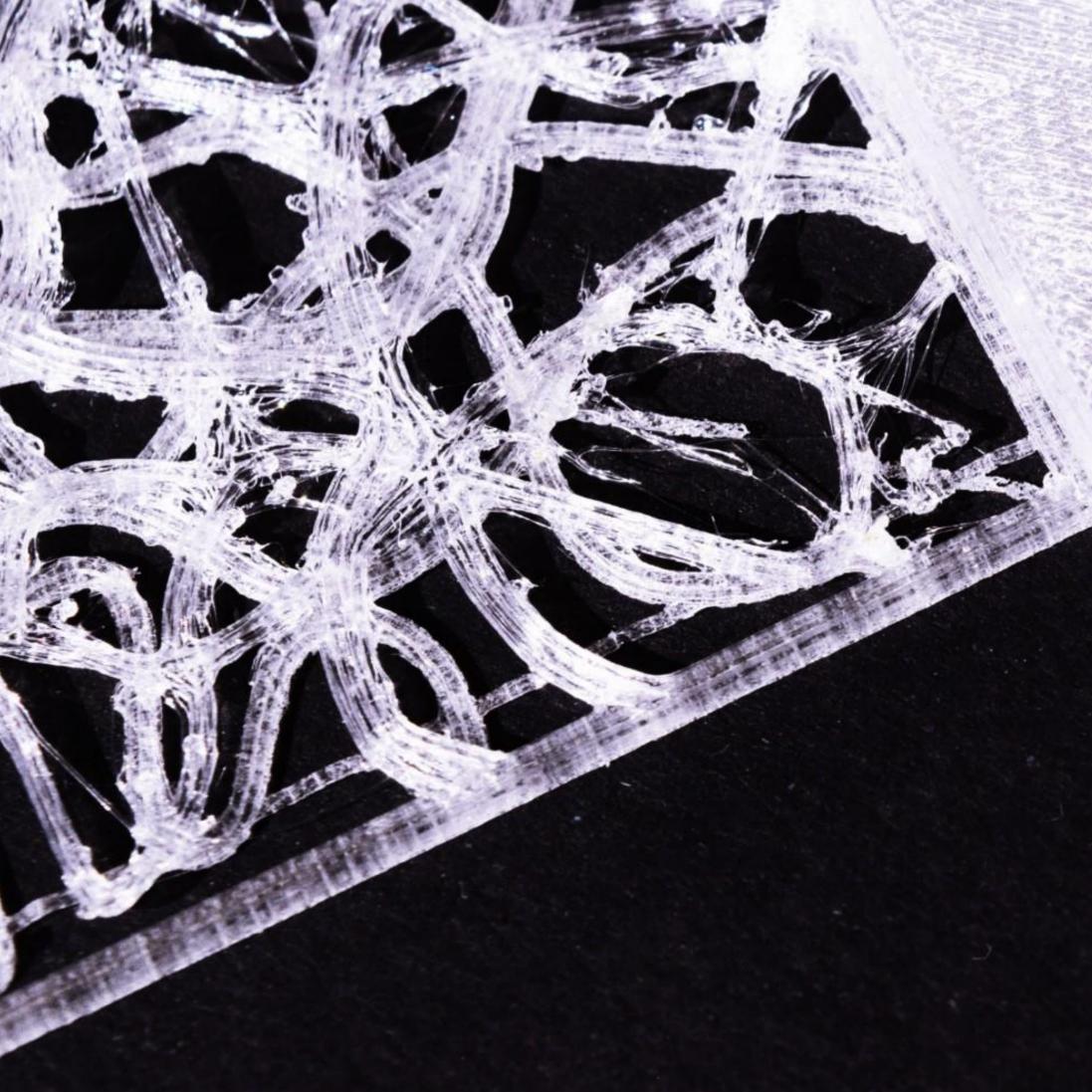


Las fallas en la lámina superior, causan problemas de conductividad eléctrica cuando la muestra es sumergida al agua, debido a que estas falencias crean espacios por donde el agua se cuela y afecta a los dispositivos electrónicos. Si la muestra no es expuesta a ningún líquido, su conductividad es óptima. Estos orificios, también afectan a la estética de la muestra textil.

Análisis general de la trama textil:



En general este tejido es bastante maleable, si bien su flexibilidad no es óptima, esto sucede por la disposición de las formas lineales orgánicas que lo componen. Otro factor a tomar en cuenta, son esas pequeñas esferas sobre algunas partes del tejido, esto sucede porque la temperatura de impresión no es la adecuada y al ser un filamento flexible también se debe de considerar la retracción para obtener una muestra de mejor calidad.



F --

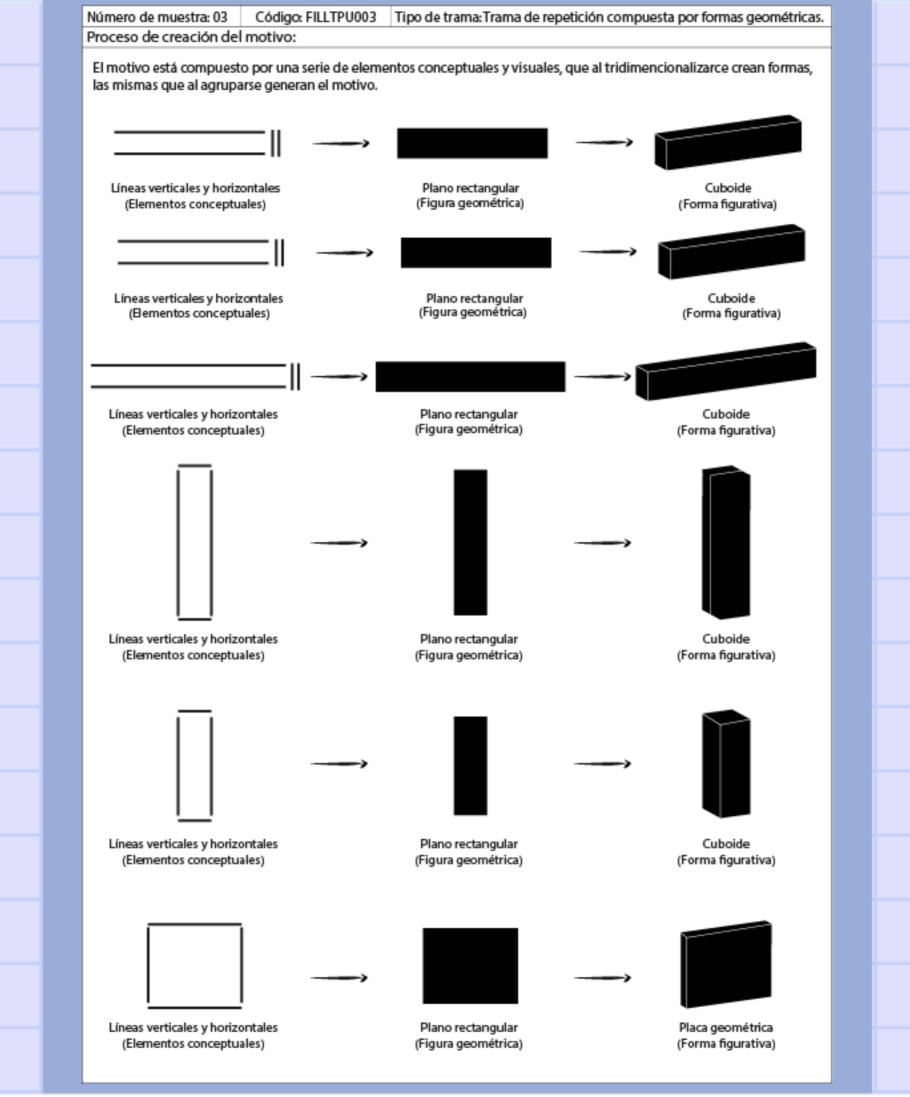
. Marc. 1

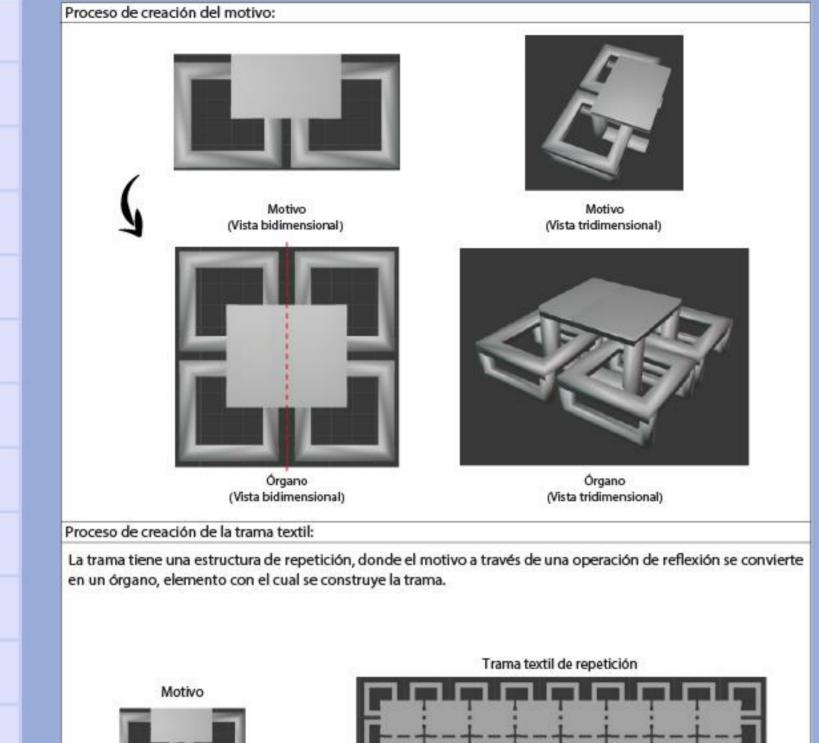
1

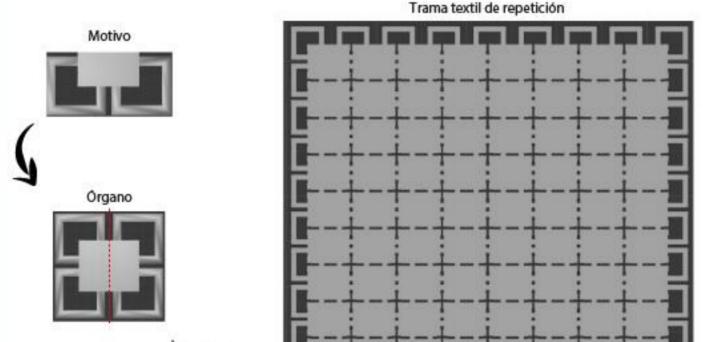
n

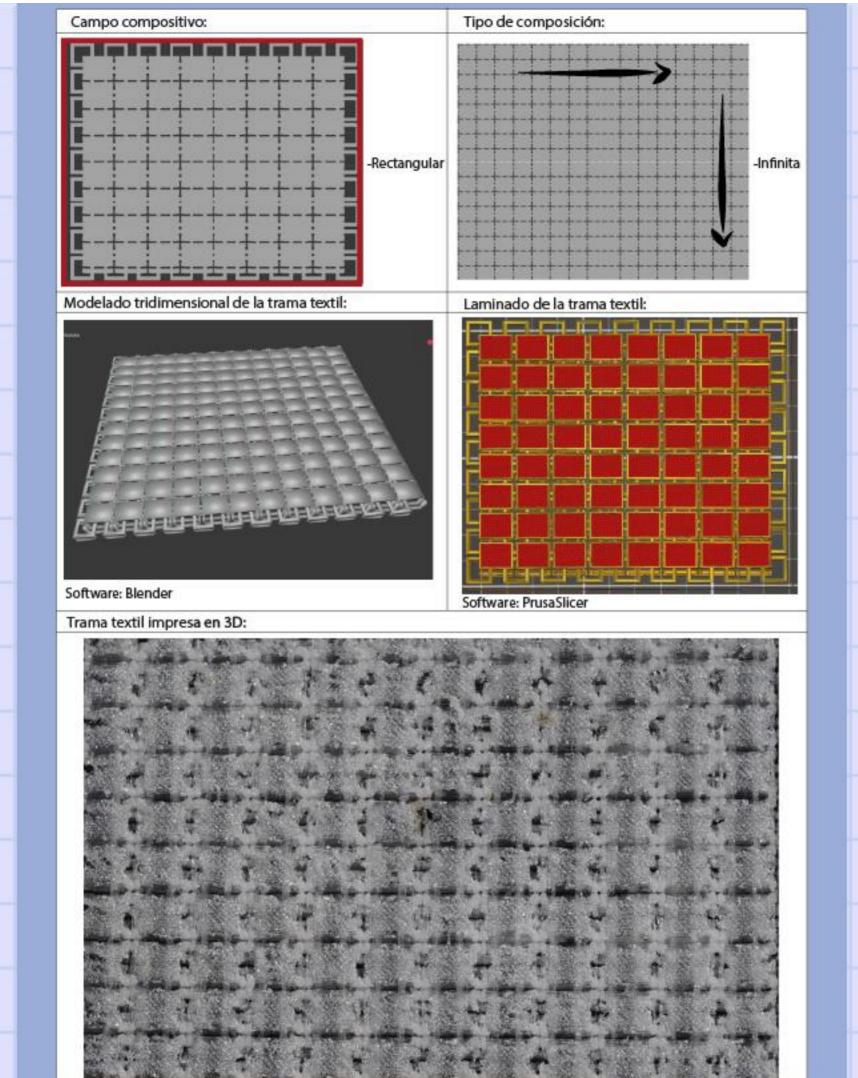
2

100





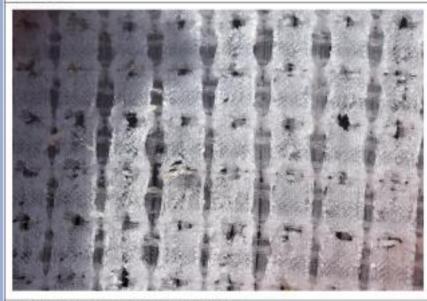








Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-Flexfill 98A TPU Natural de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 112mm -Largo: 134mm -Grosor: 3,2mm	-26,78%	-Extrusor: 238° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 1h 25m



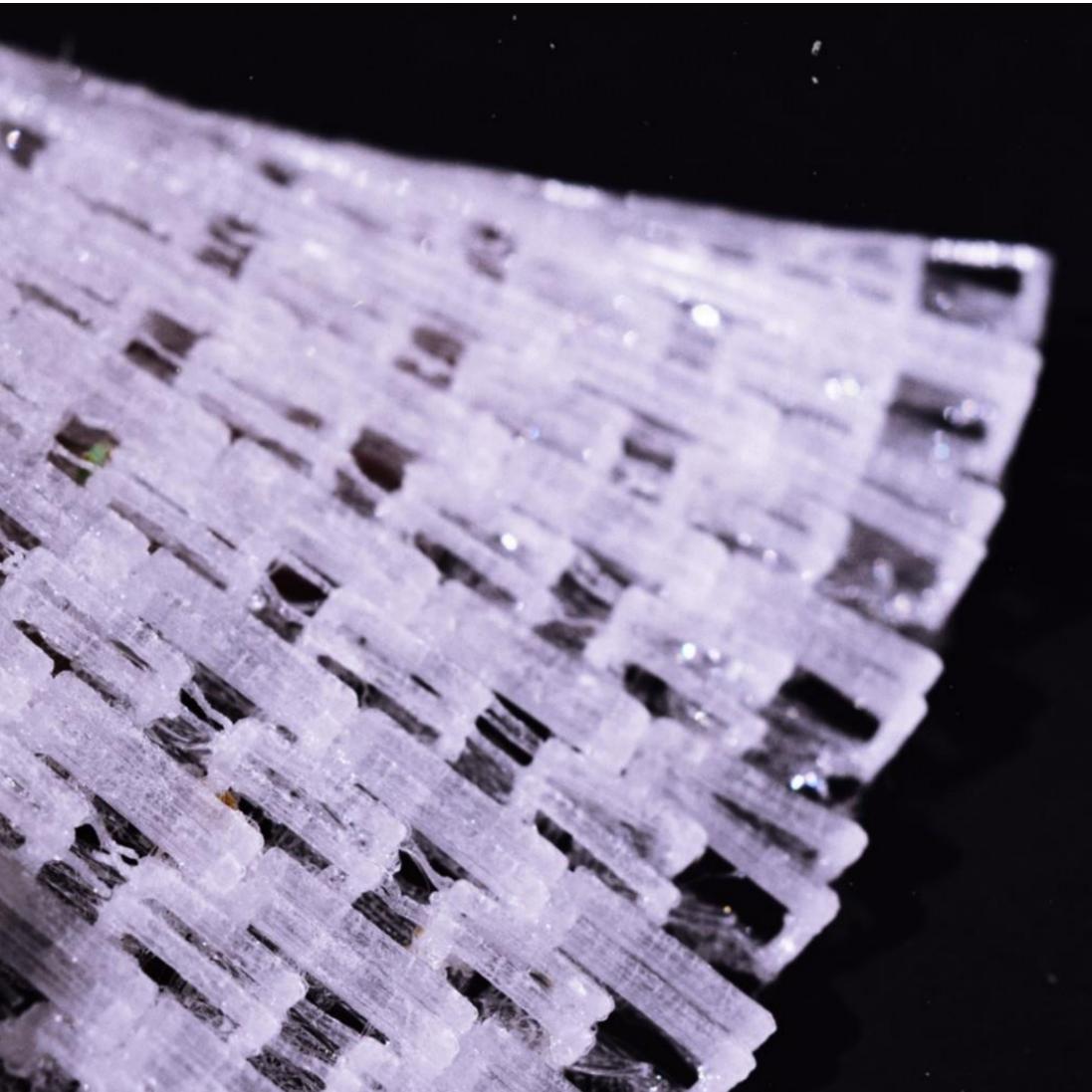
-Textura táctil geométrica, homogénea.

Análisis general de la trama textil:



Con respecto a las características generales de este tejido, presenta una elasticidad buena, y una adecuada flexibilidad, tiene dos lados; uno que se muestra como un conjunto de láminas rectangulares y el otro lado que se observan una especie de columnas.

En cuanto a los problemas de esta muestra, son los mismos con respecto a los sedimentos de las tramas anteriormente analizadas, y además se le agrega otro problema, el desprendimiento a la base de impresión, lo que genera que algunas partes de los elementos que la componen no se construyan bien y generen errores.



●●● Temperatura de impresión.

Para tener una muestra pulcra con buenos acabados es importante analizar la temperatura de extrusión del filamento, en este caso la temperatura recomendada por el fabricante es de 220-240 °C. Para realizar las pruebas se colocó a 238°C para no estar al límite de la temperatura establecida. Como se puede observar en las fotografías, las muestras presentan gran cantidad de pelillos y esferas alrededor de la trama, esto sucede cuando la temperatura está muy alta y hace que el filamento gotee mientras el extrusor se desplaza. Para solucionar este problema se puede optar por realizar una torre de temperatura o realizar variaciones de 2 en 2 grados hasta obtener un mejor resultado. En el caso de principiantes se puede realizar un proceso de limpieza de estos residuos con la ayuda de un cautín o pinza. Es importante puntualizar que no se puede establecer un valor de temperatura fija porque depende de las condiciones ambientales del lugar donde se realice la impresión así como también de la empresa fabricante del material. Desde mi experiencia puedo recomendar que la mejor opción es hacer la limpieza manual y así pulir el resultado de nuestro tejido.

••• Sujeción a cama.

La sujeción a cama hace referencia a la adherencia del material a la mesa de impresión, en este caso el fabricante sugiere una temperatura de cama de 50-60°C. Para la realización de la experimentación se optó por los 50°C ya que la temperatura ambiental rondaba entre los 27°C a 30°C además que la maquina se encontraba en un lugar cerrado sin presencia de corrientes de aire externas lo que ayuda a evitar el desprendimiento de las capas, en 1 de las 3 muestras realizadas se produce el levantamiento de una forma cuboidal, analizando la muestra esto sucedió porque en ese punto hubo estos residuos de material y al desplazarse el extrusor esta esfera se adhirió a la punta del extrusor lo que hizo que se levantara un elemento de la trama. Siguiendo lo planteado en el proceso de impresión 3D de tramas textiles en la fase 3: impresión, colocar cinta de papel ayuda a mejorar la adherencia del material, hay que prestar mucho cuidado a esto ya que estas impresiones no son de volúmenes grandes y las capas son bastante finas, y se puede correr el riesgo de que se levante alguna zona de la trama.

••• Flexibilidad.

Todas las muestra impresas presentan buena flexibilidad, se pueden doblar con facilidad, si bien son tejidos rígidos sin caída son bastante maleables y suaves al contacto con la piel.

••• Elasticidad.

En este punto se puede observar que un factor para generar elasticidad es el diseño de la trama, si bien este material en filamento pose una elasticidad del 2% en las 3 muestras realizadas obtuvimos porcentajes desde el 0% de elasticidad hasta el 26,78%. El mejor resultado es la muestra que entreteje los módulos que crea un efecto similar al tejido de punto. Depende también en que pensemos emplear el tejido para saber cómo configurar los elementos de la trama.

••• Lustre.

Por esencia este filamento es traslucido y brillante, lo que le da un acabado de brillo a la muestra.

4.1.1.2. Análisis del filamento Taulman PCTPE.



Imagen 59:Taulman Fuente:(Filament2print)

Fabricante:
Taulman (EEUU)
Diámetro del filamento:

Diametro del Filamento:

1.75 mm

Tempera de impresión extrusor:

235-242ºC

Temperatura de cama:

50°C

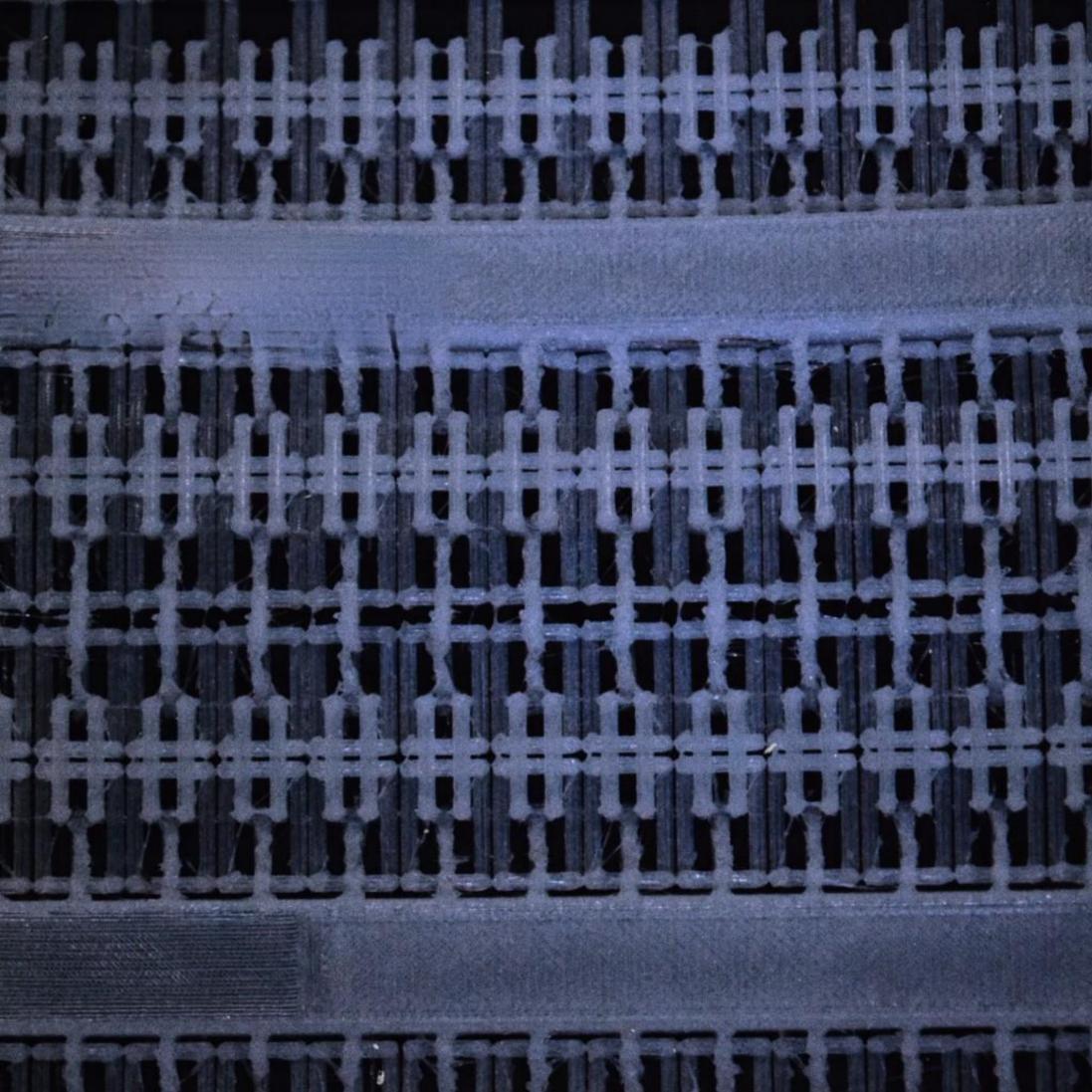
Temperatura de reblandecimiento:

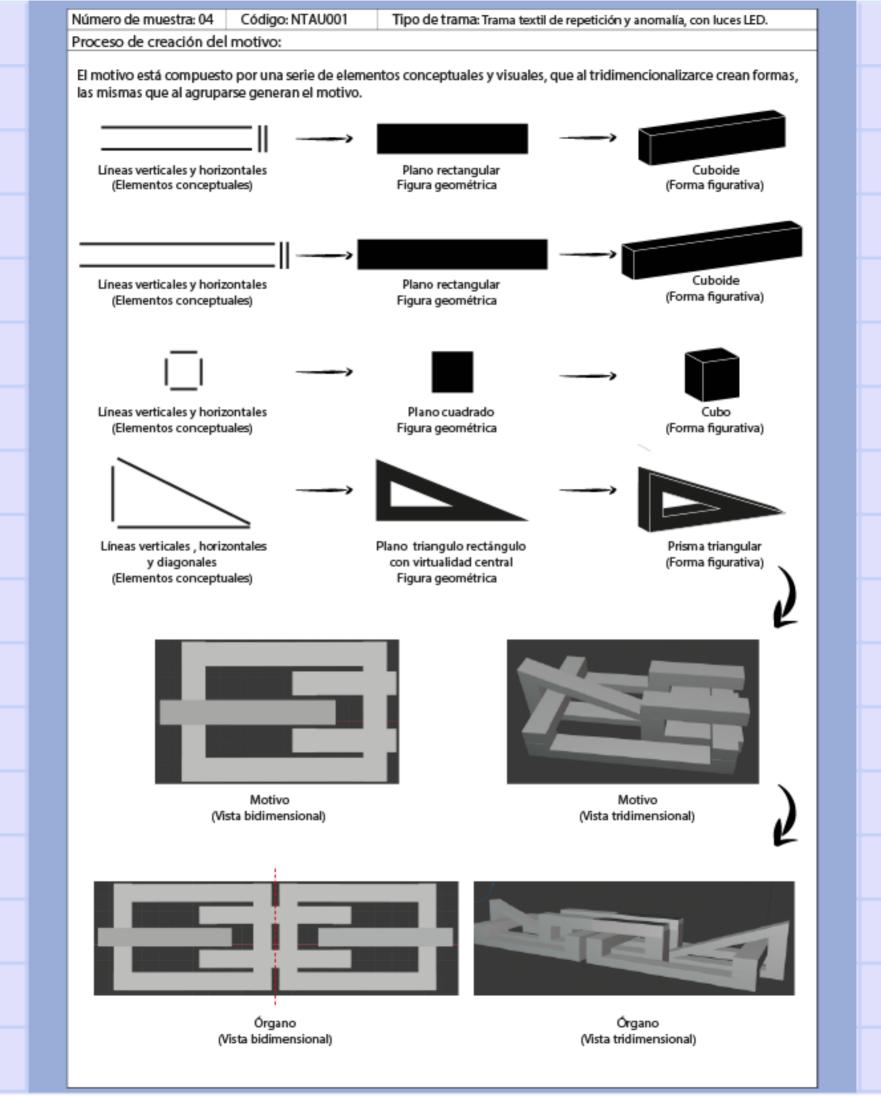
74°C

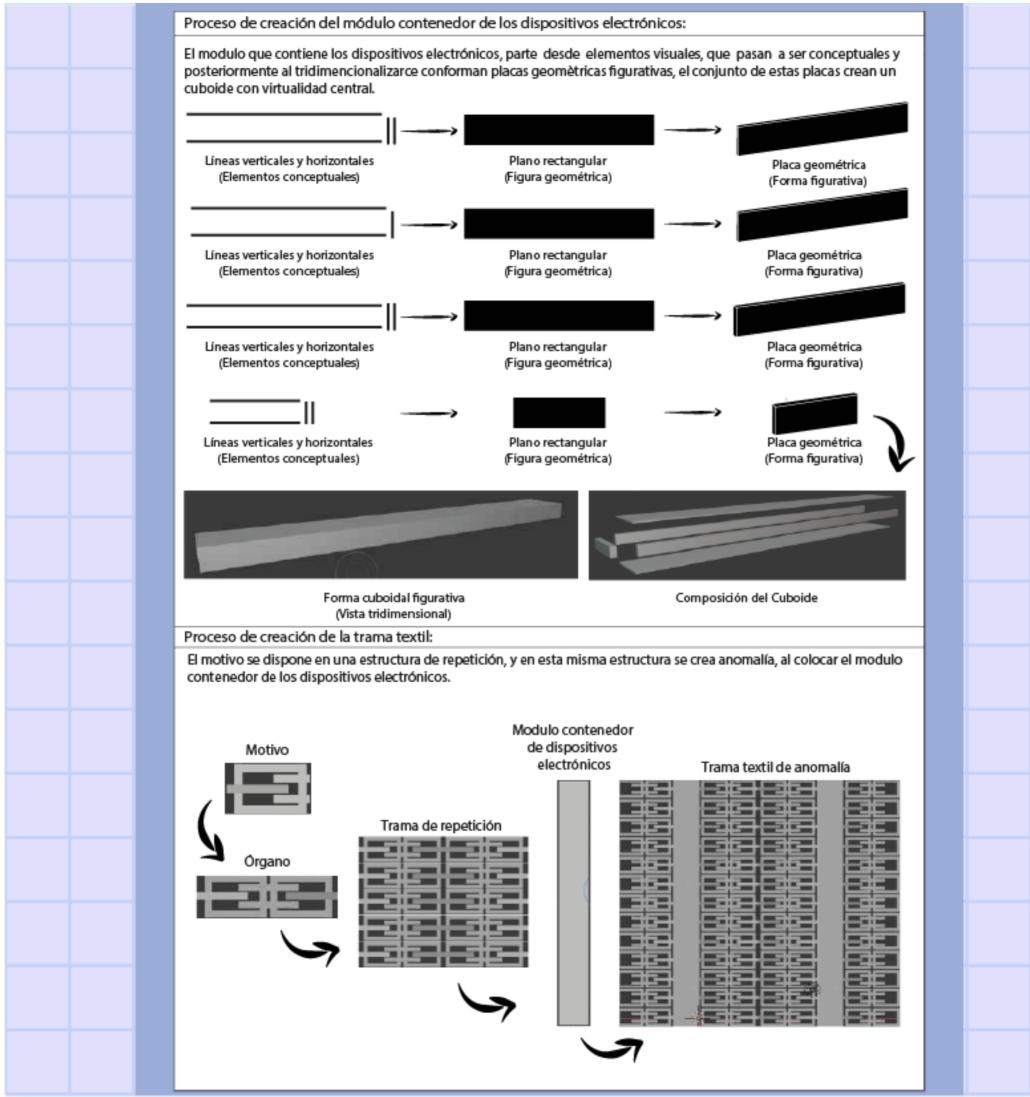
Temperatura de fusión:

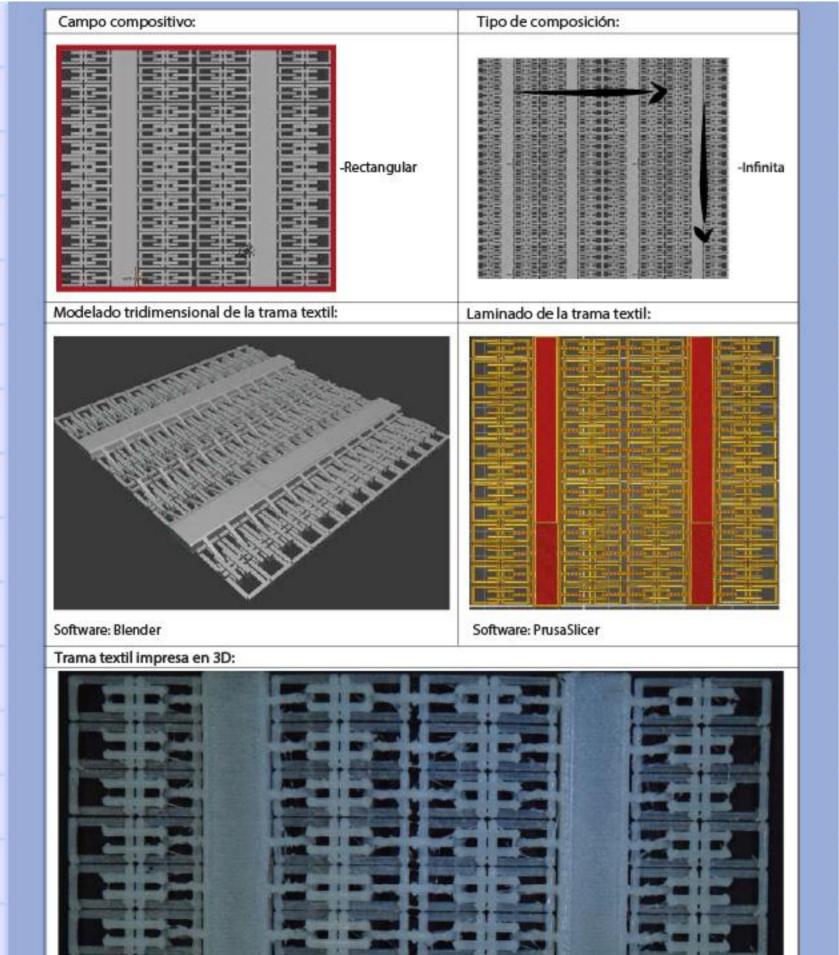
203°C

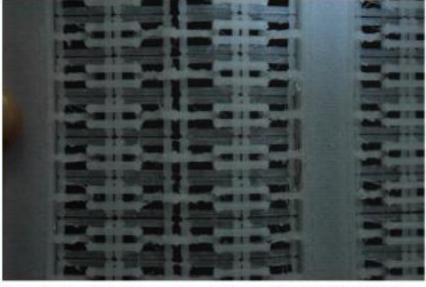
El Taulman PCTPE es un filamento flexible y resistente, poseedor de una textura usable debido a su base nilón, es agradable al tacto y una de sus varias aplicaciones es en el campo de la indumentaria. Tiene gran durabilidad y buena unión entre capas, su temperatura de impresión es baja, por ello presenta facilidades al imprimir. Si bien es altamente flexible, su elasticidad es muy poca. Absorbe con facilidad los colores al ser tintado, lo que permite crear una amalgama de tonos con un mismo rollo. El fabricante recomienda imprimir a 240°C en el extrusor y con la base de la impresora a una temperatura de 50°C (filament2print, s.f.).

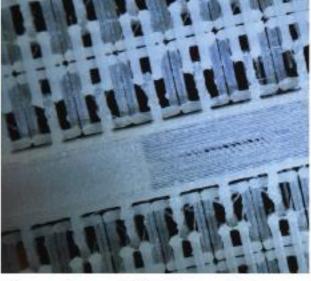




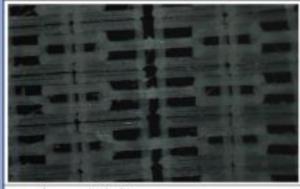






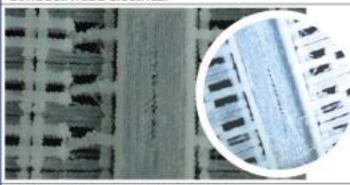


Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-Taulman PCTPE de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 126mm -Largo: 110mm -Grosor: 4mm en su altura máxima, 1mm en su altura mínima.	- 0%	-Extrusor: 236° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 3h 25m



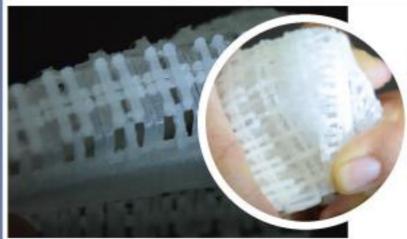
-Textura táctil geométrica, homogénea.

Conductividad eléctrica:



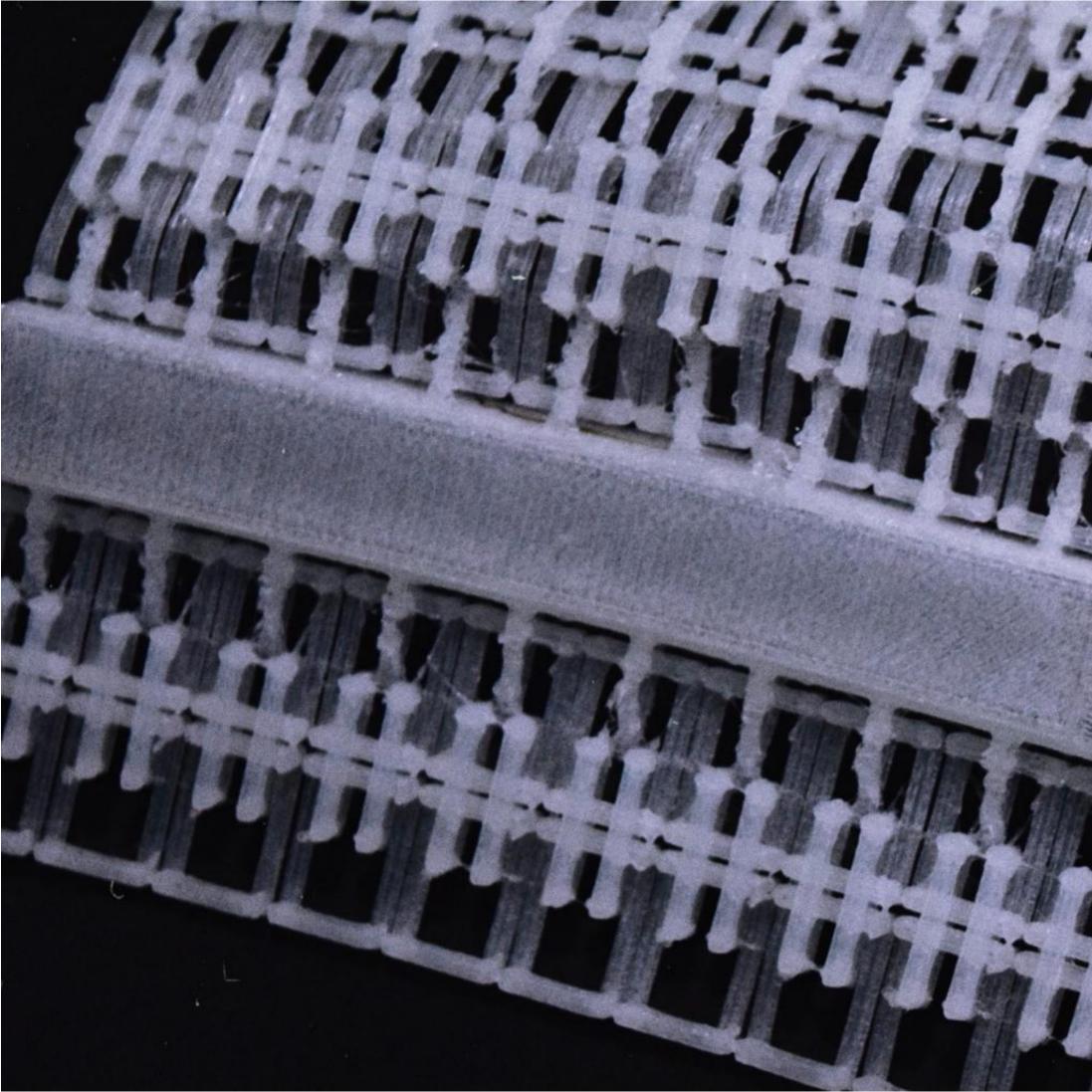
Si bien la muestra está diseñada para abarcar dispositivos electrónicos, estos no se pudieron embeber, debido a que la lámina posterior se desprende, dejando totalmente expuestos los componentes, esto sucede porque las paredes de la capsula no se fusionan adecuadamente con la base de la misma.

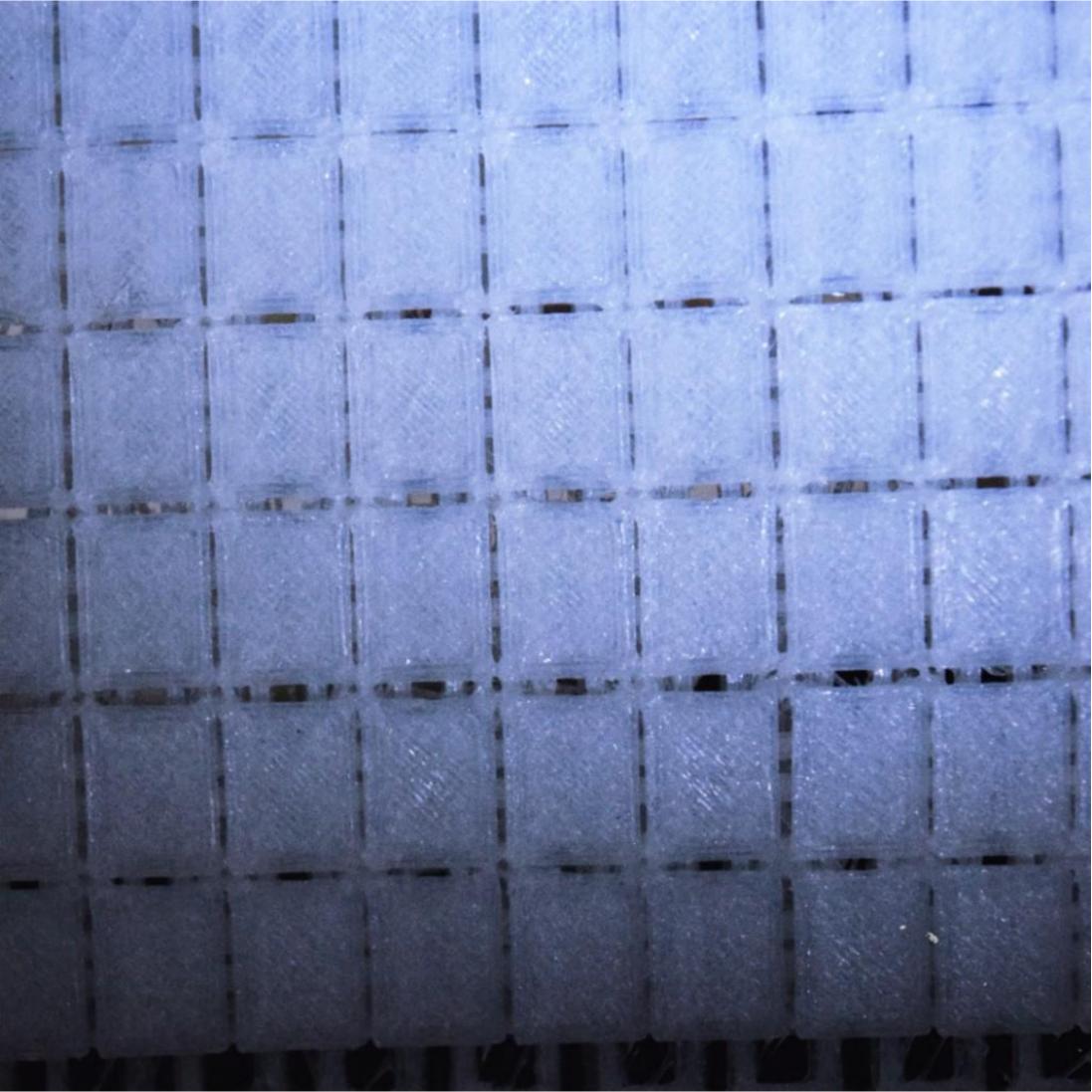
Análisis general de la trama textil:

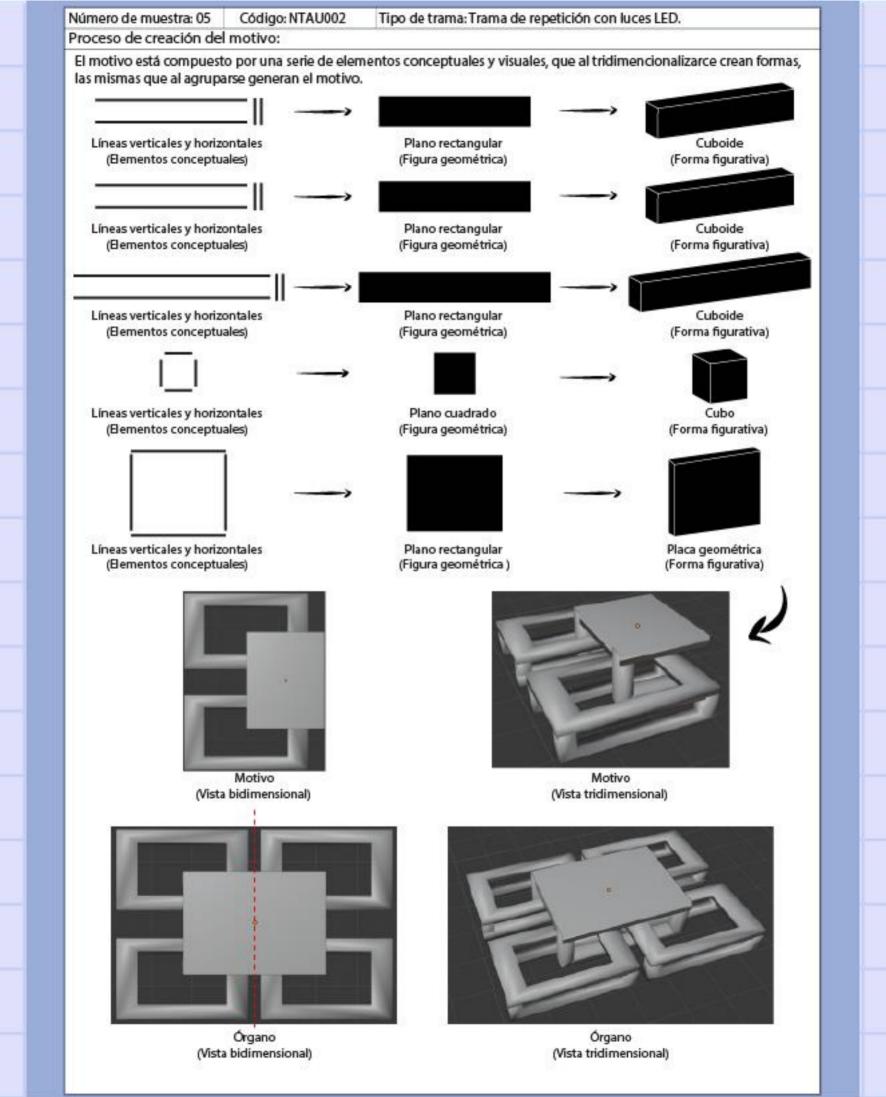


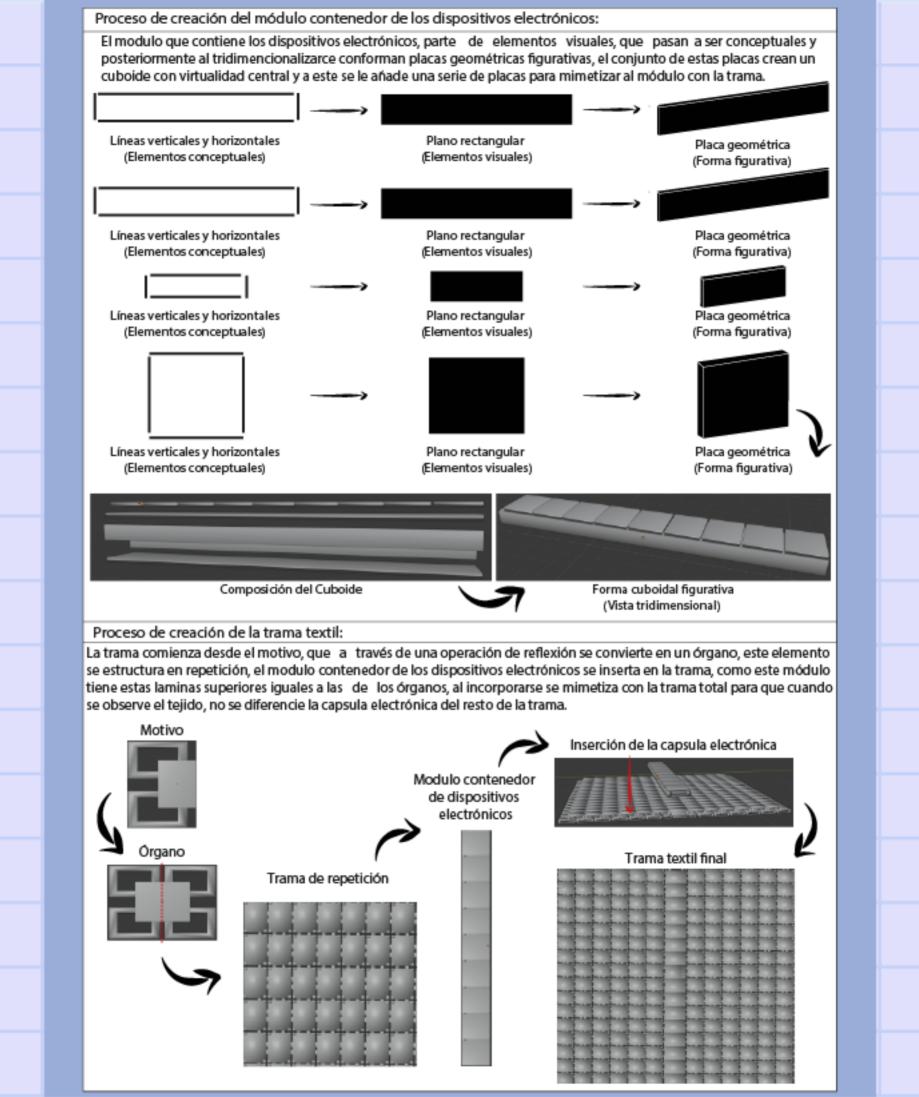
Este tejido no posee elasticidad, y su plegabilidad es comparable a la de una cartulina de hilo, no es totalmente rígido porque si posee flexibilidad, no presenta muchos residuos de material.

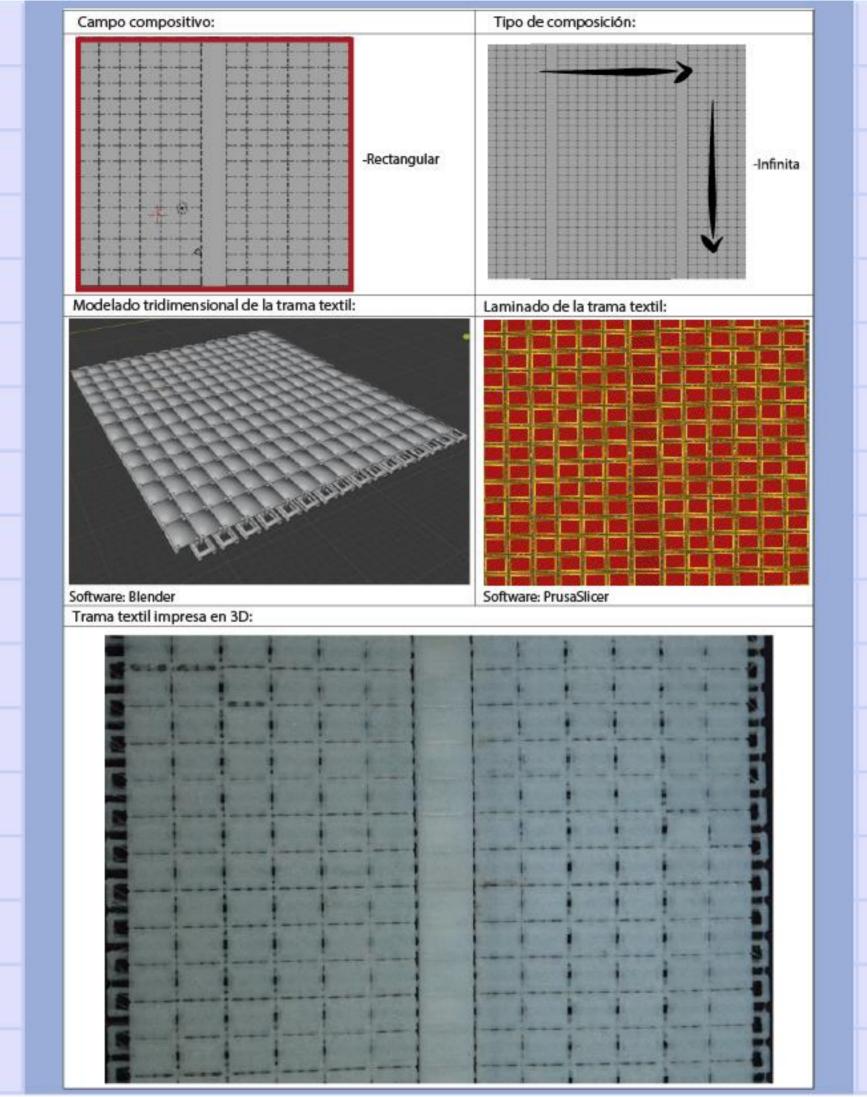
El problema de esta muestra es el desprendimiento de las placas que lo componen, esto puede suceder por el modelado, temperatura, o por el encendido del ventilador.















Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-Taulman PCTPE de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 127mm -Largo: 114mm -Grosor: 4mm en su altura máxima, 1mm en su altura mínima.	-0%	-Extrusor: 236° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 4h 05m



-Textura táctil geométrica, homogénea.

Conductividad eléctrica:

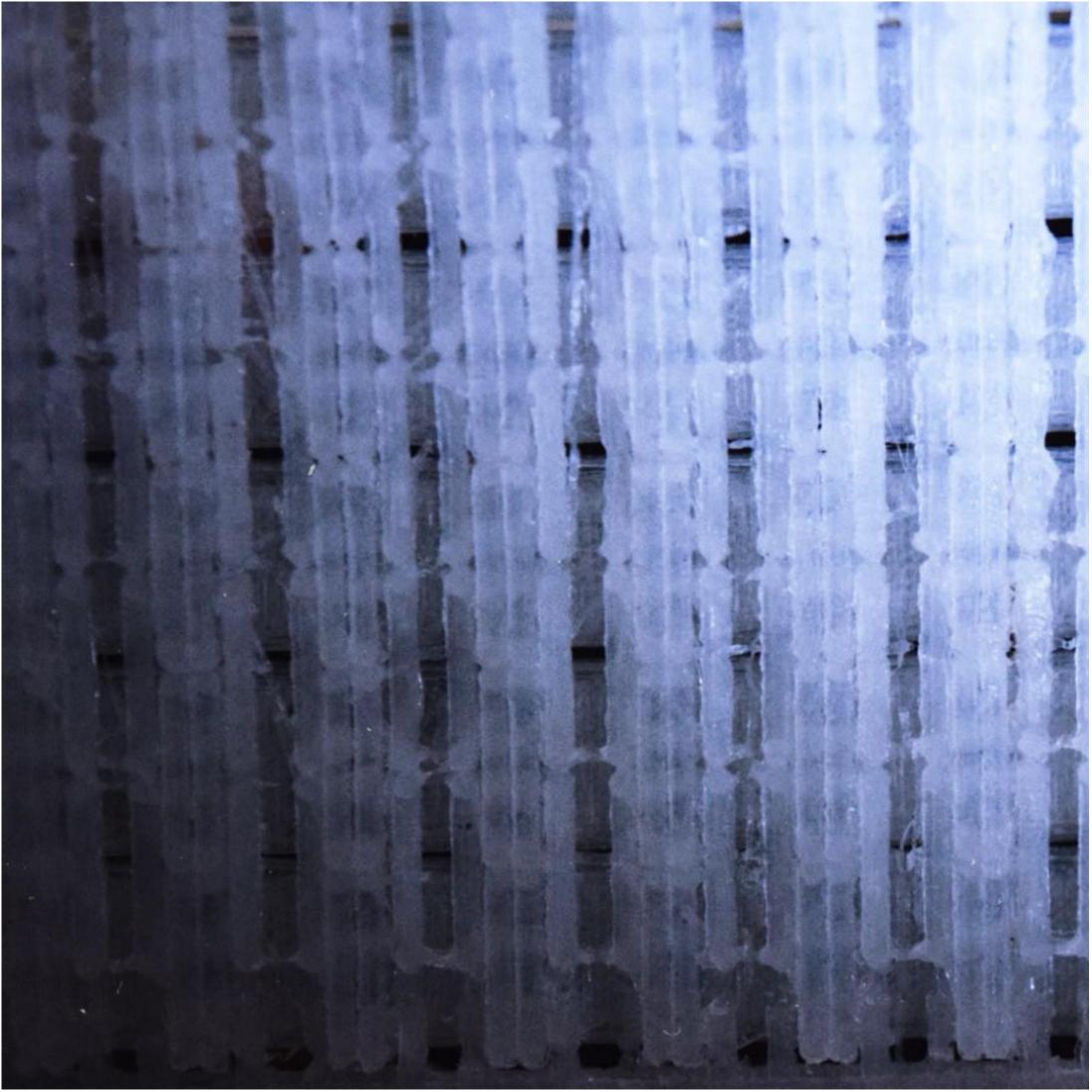


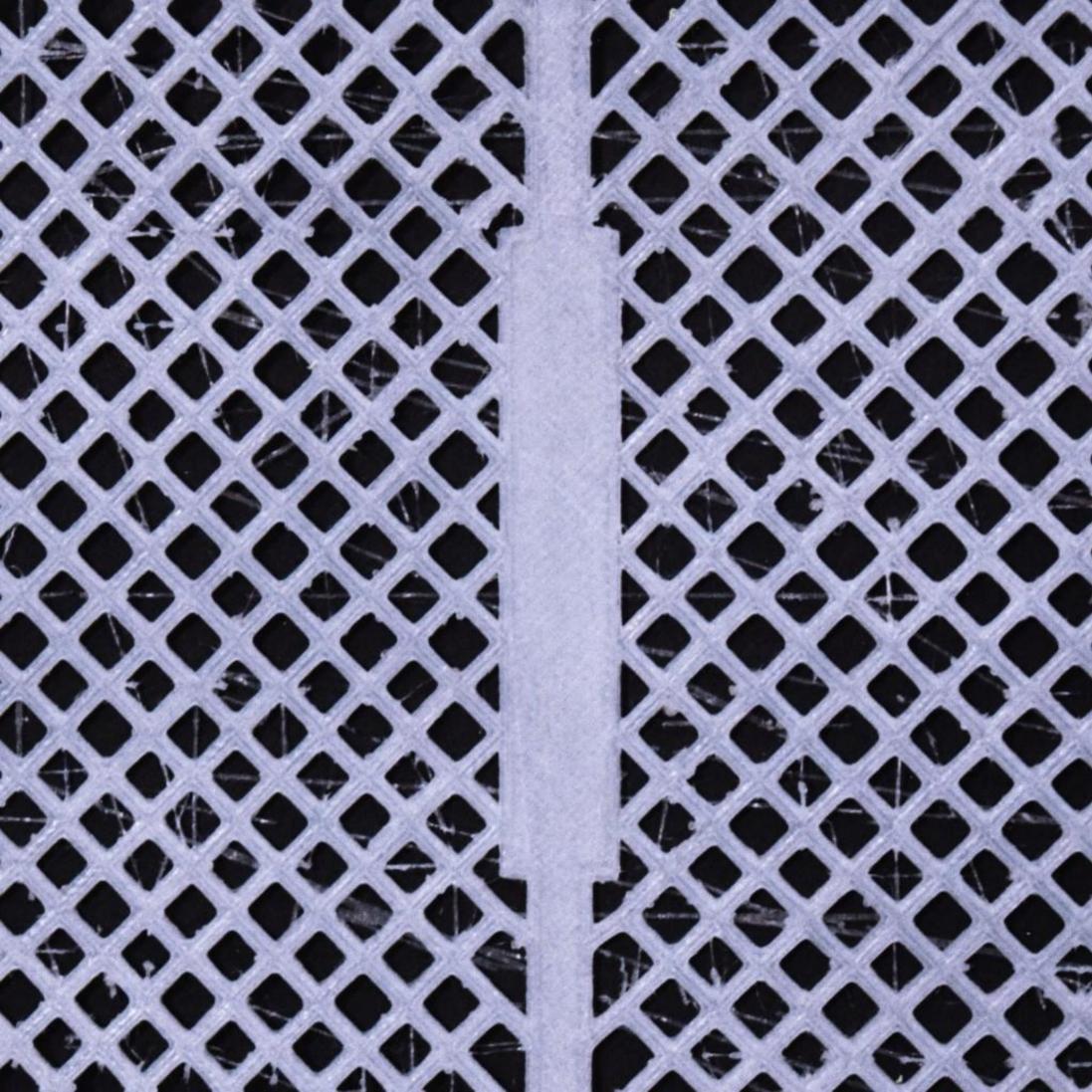
La conductividad eléctrica en esta muestra es óptima, es completamente sumergible, se puede plegar o doblar y la señal eléctrica no se afecta.

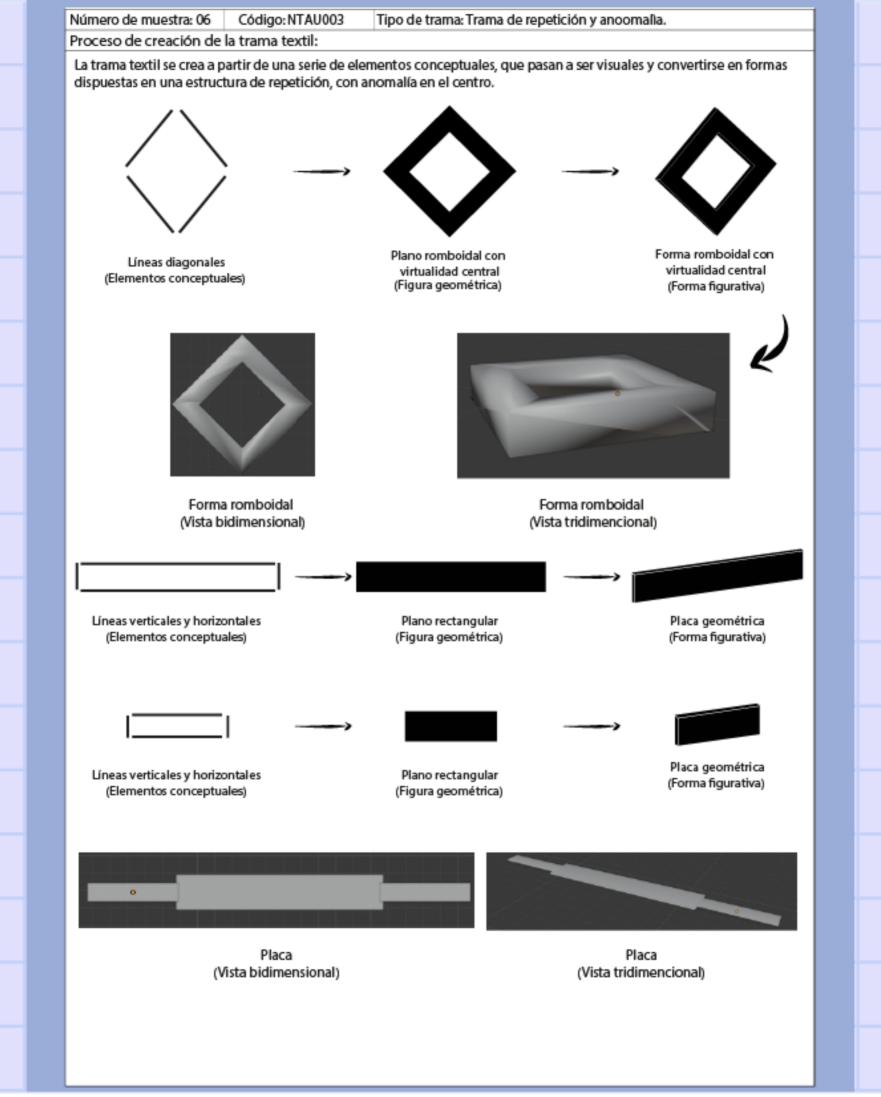
Análisis general de la trama textil:

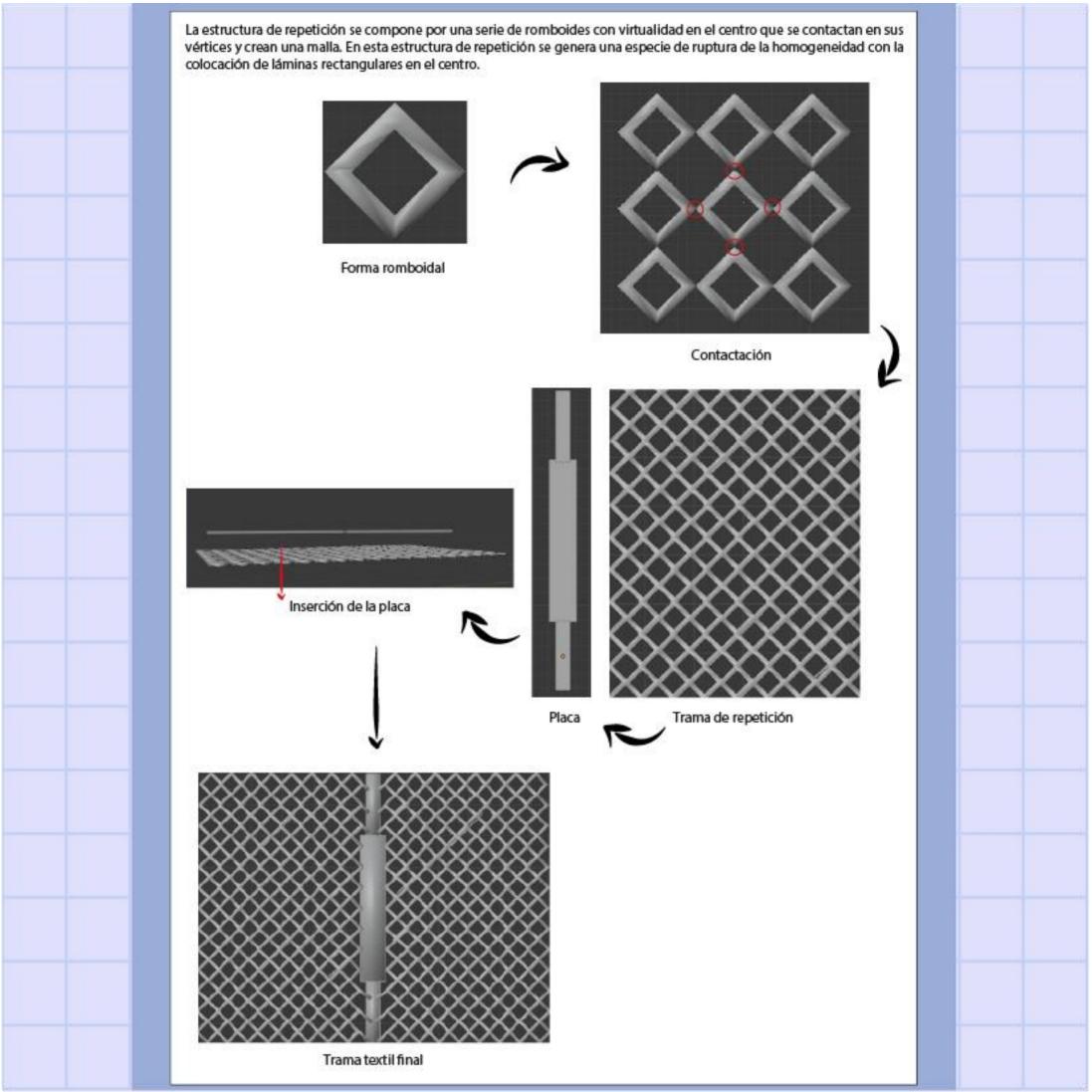


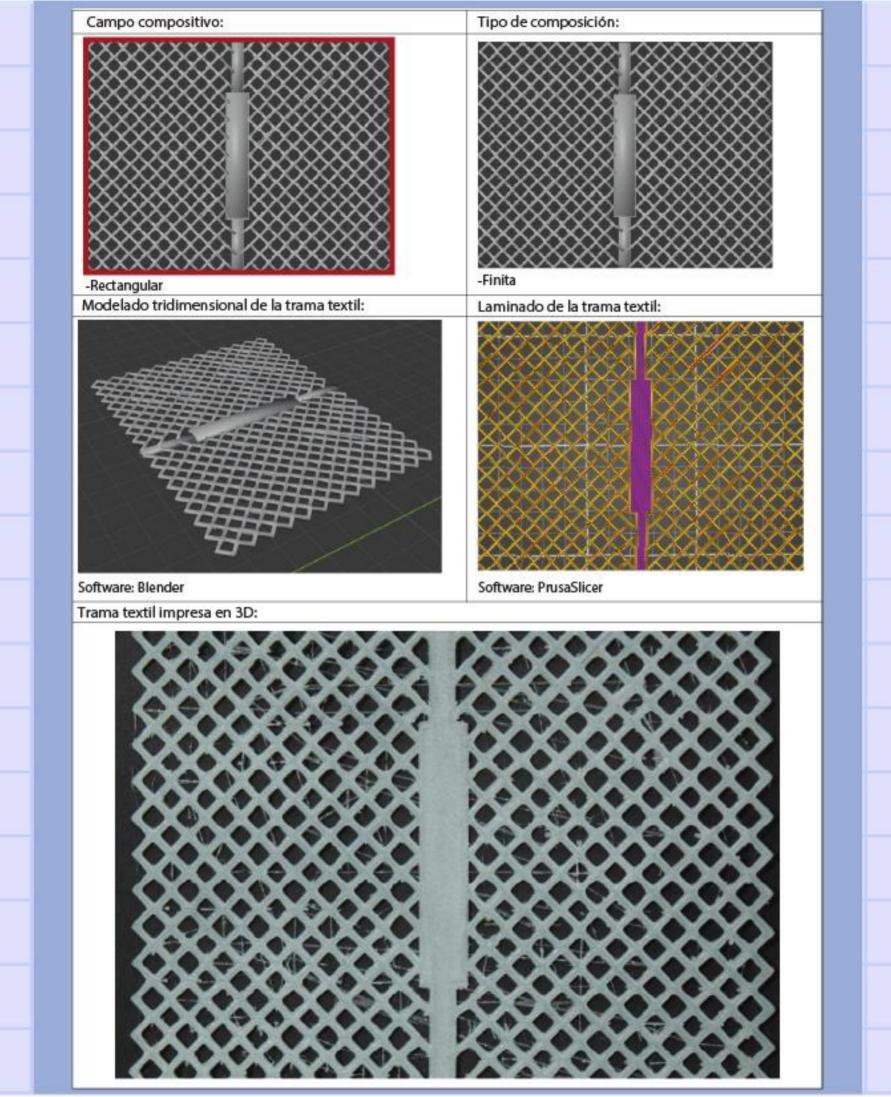
Este tejido es un poco rígido, aunque si se puede doblar y plegar, su elasticidad es nula por ello no es adecuado para el uso en zonas donde se necesite elongaciones o flexiones. El error en esta trama es la fragilidad de los cubos que unen a la placa superior con los cuboides, lo que provoca que esta placa se desprenda desmoronando la muestra.

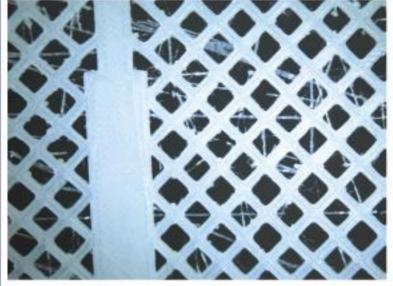






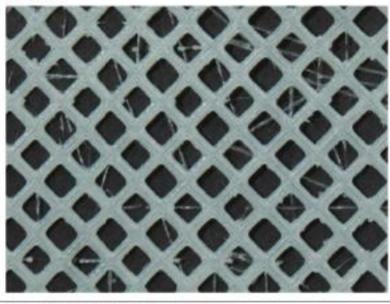








Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-Taulman PCTPE de 1,75mm de diametro.	-Ancho: 160mm -Largo: 120mm -Grosor: 1mm	- 0%	-Extrusor: 236° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 48m



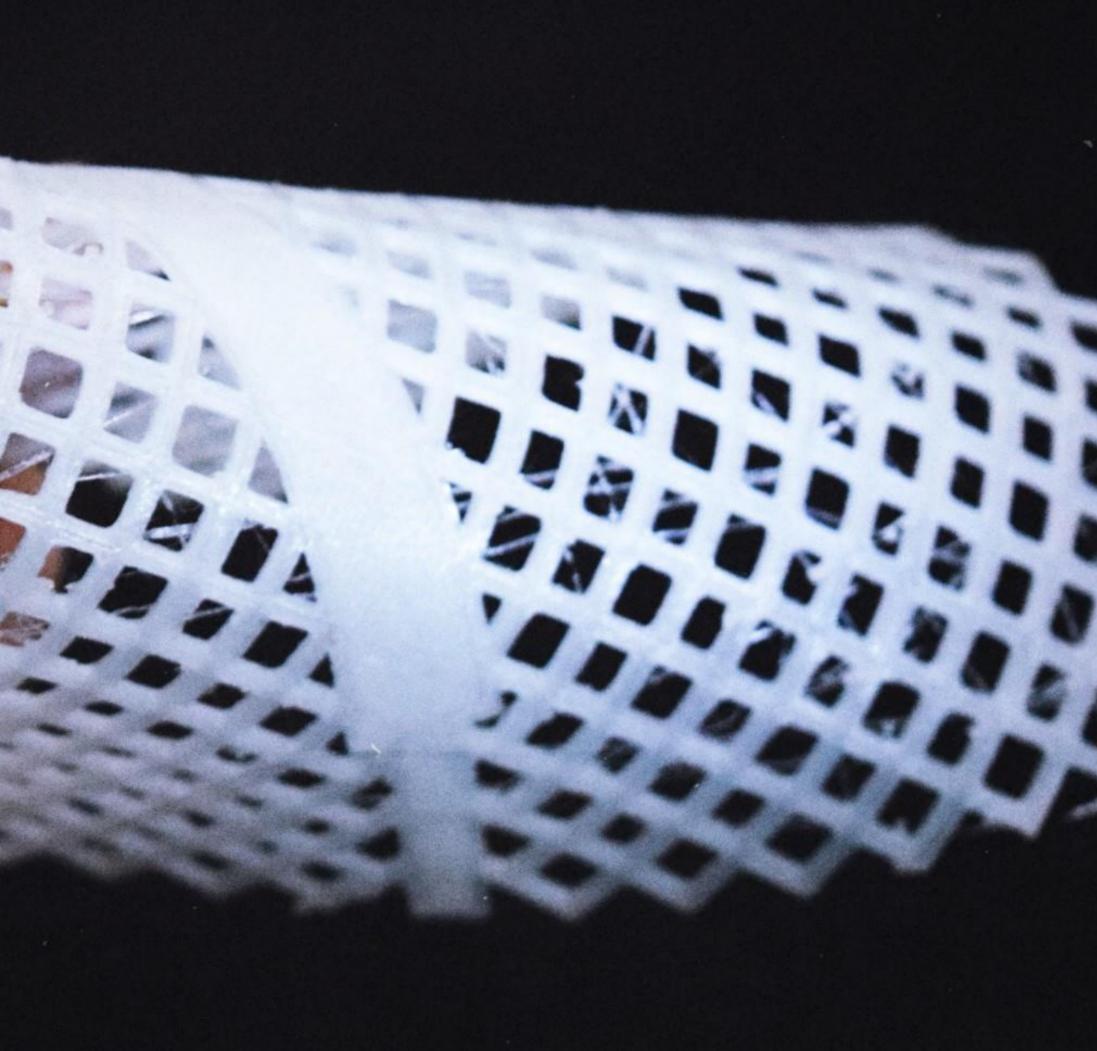
-Textura táctil geométrica, homogénea.

Análisis general de la trama textil:



Este tejido, es una malla con calados romboidales, es plegable y flexible, pero no posee elasticidad, si bien es una impresión sin esferas de residuo de filamento, si encontramos bastantes pelillos los cuales se generan por una temperatura incorrecta de impresión o fallas en la retracción.

La nula elasticidad se debe al grosor de la muestra en sí.



● ● ● Temperatura de impresión.

Para imprimir Taulman PCTPE el fabricante recomienda usar temperaturas entre los 235 a 242°C, en esta experimentación se optó por imprimir a 236°C, dos grados menos que la temperatura que se usó para imprimir Flexfill 98A TPU Natural. Se tomó esa decisión ya que estos dos materiales tienen rangos similares de temperatura y como en las muestras anteriores la temperatura estaba muy alta lo que provocaba gran cantidad de residuos sobre la muestra que estaba imprimiendo, se decidió bajar la temperatura a 236°C para observar que sucedía con este material y así ir armando un rango de temperatura promedio. Si bien aún existen restos de material no son en gran cantidad como en las muestras anteriores y no hay la presencia de estas esferas que quedaban en el tejido después de imprimir. Probar temperaturas ayuda a determinar cuál es la más adecuado y así conseguir mejores resultados, se debe mencionar que los residuos no son solo son por la temperatura, se pueden producir tambien por la retracción del extrusor, por ello es importante cuidar de cada detalle para desarrollar un buen trabajo.

••• Sujeción a cama.

Al imprimirse este material parece un poco seco, no tiene la misma consistencia gomosa que el anterior, pero aun así se adhiere bien a la base de impresión. Anqué se presentaron problemas de desprendimientos de las capas al retirar el tejido de la mesa de trabajo, esto puede su ceder por fallas en el modelado o enfriamiento excesivo entre capas. Para enmendar este problema se sugiere revisar el modelado 3D de la trama para, comprobar si ahí no se están funcionando bien las formas, o si no imprimir con el ventilador apagado para que la temperatura entre capa se mantenga y así se pueda funcionar mejor la una con la otra.

●●● Flexibilidad.

En cuanto a la flexibilidad de este material, varía según la cantidad de capas que tenga la impresión, así como el grosor. Un punto a tomar en cuenta es que el grosor entre estas muestras y las anteriores es similar, por ende por la materialidad del filamento se recomienda usar menos capas y manejar grosores entre el milímetro y milímetro y medio. Por su suavidad y sensación al tacto se podría usar para la construcción de calzado, accesorios o en prendas estructuradas en zonas donde no se necesite elongación; como en la espalda, o si no para crear vestuarios como armaduras o trajes de ciencia ficción.

•••Elasticidad.

En cuanto la elasticidad, en estas muestras es nula a pesar de que en una se utilizó un tramado similar al de la muestra FILLTPU003 la cual presento una elasticidad del 26,78%.

••• Lustre.

Este material en filamento si presenta brillo pero al imprimirlo se matifica.

4.1.1.3. Análisis del filamento FilaFlex.

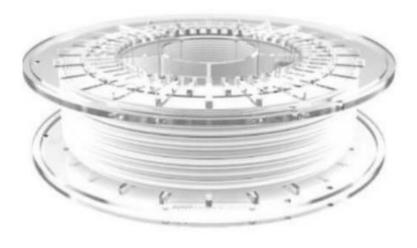
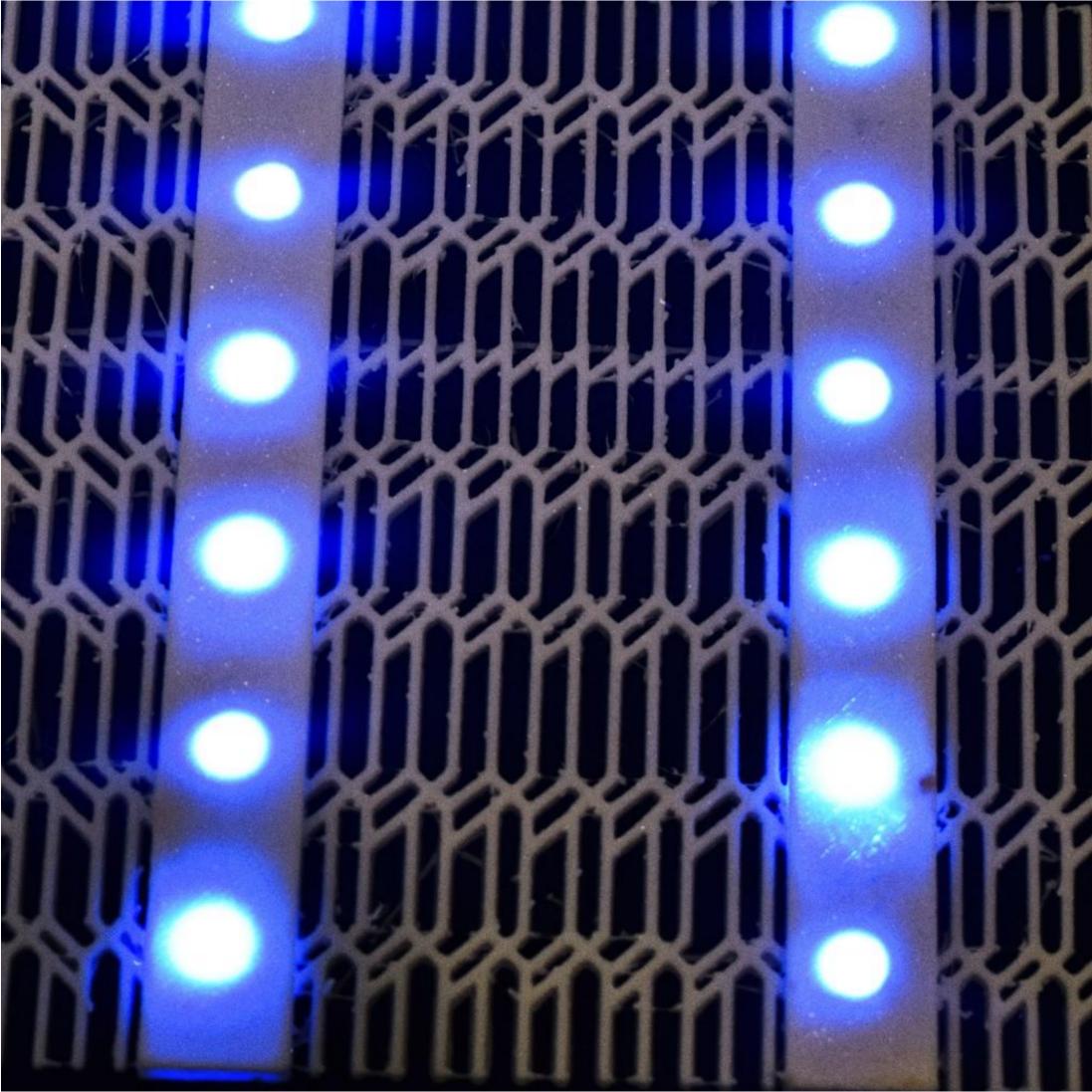
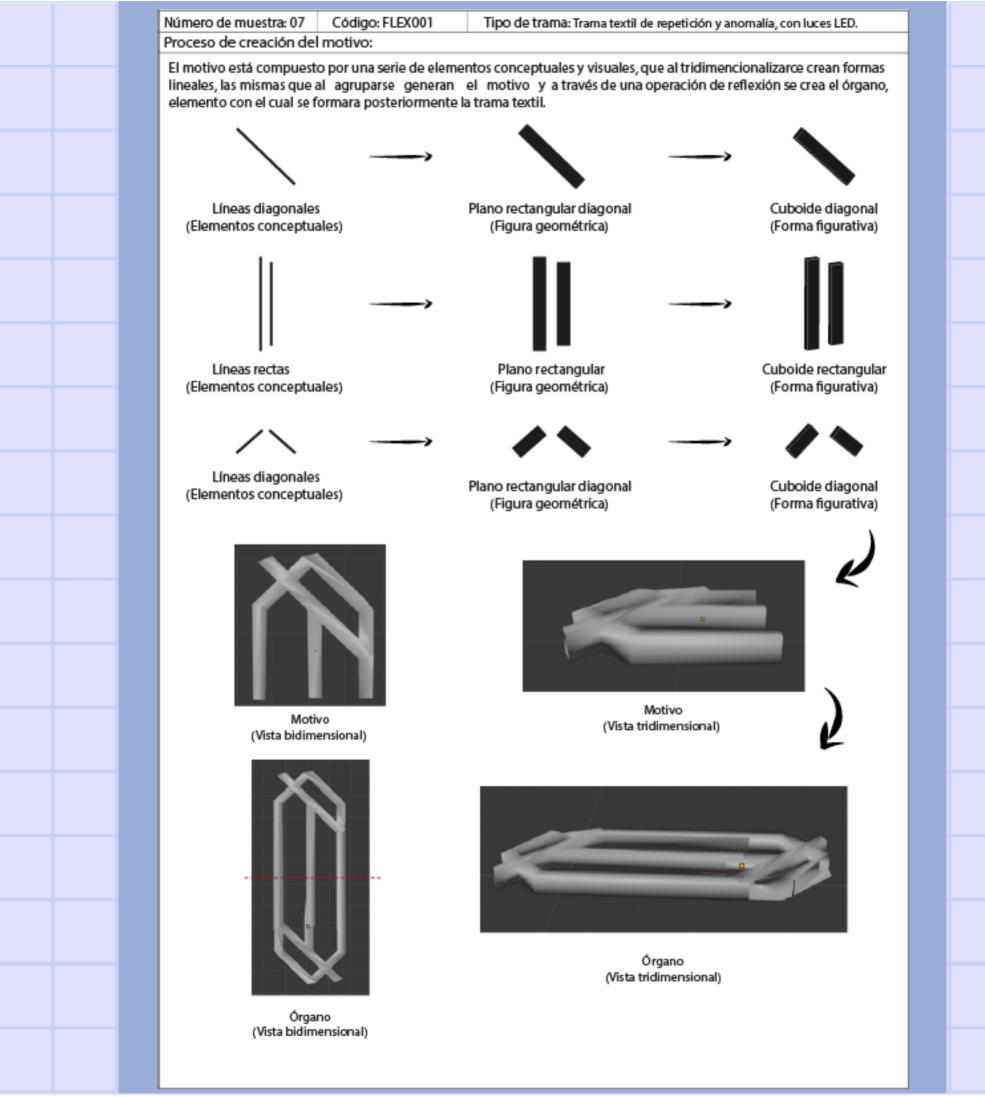


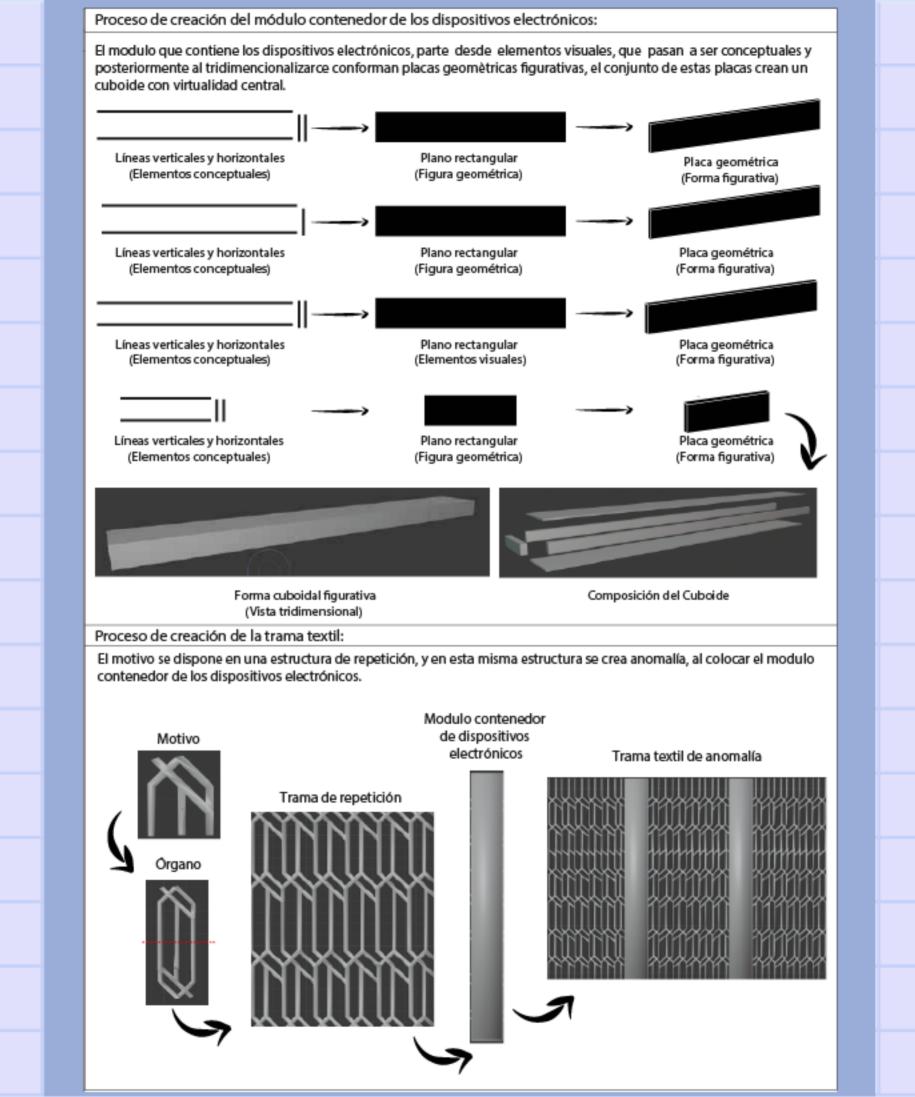
Imagen 60: Filaflex Fuente:(filament2print)

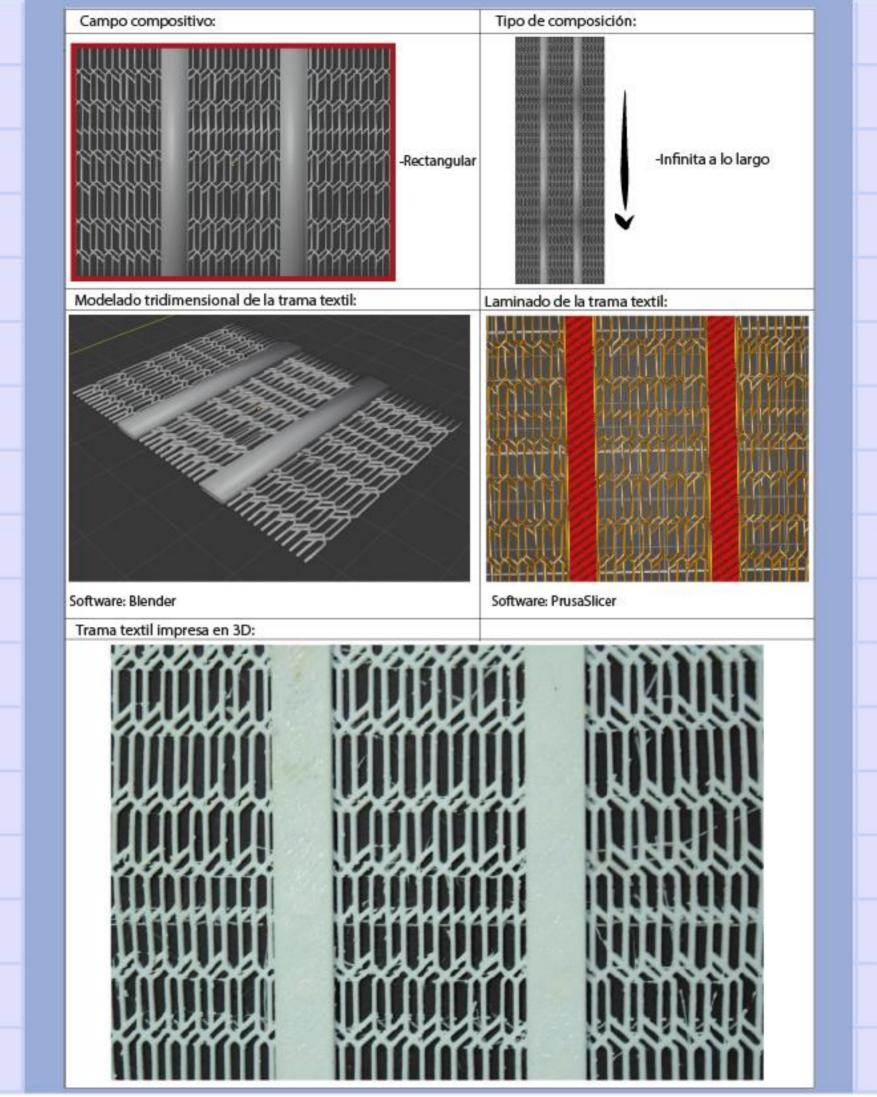
Fabricante:
Recreus 3D (España)
Diámetro del filamento:
1.75 mm
Tempera de impresión extrusor:
215-250°C
Temperatura de cama:
No necesaria
Temperatura de reblandecimiento:
105°C
Temperatura de fusión:
220°C

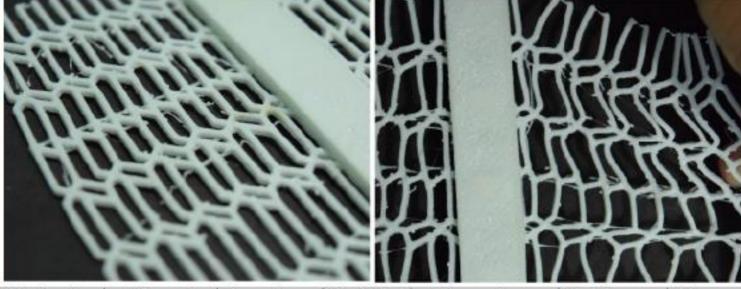
El Filaflex (Termoplástico Elastómero) es el filamento más elástico disponible para impresión 3D, a base de poliuretano, este filamento presenta una gran elasticidad y es bastante suave es excelente para la elaboración de textiles e indumentaria, es resistente a la gasolina, disolventes y a la acetona, no es toxico y está aprobado para el uso médico y alimentario. Por su naturaleza elástica y flexible es bastante complicado de imprimir. (filament2print, s.f.).



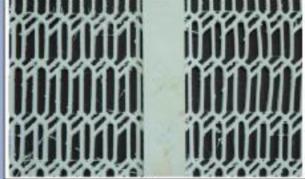








Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-FilaFlex 82A Blancode 1,75mm de diametro.	-Ancho: 152mm -Largo: 111mm -Grosor: 4mm en su altura máxima, 1mm en su altura mínima.	-26,33%	-Extrusor: 240° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 4h 45m



-Textura táctil geométrica, homogénea.

Conductividad eléctrica:



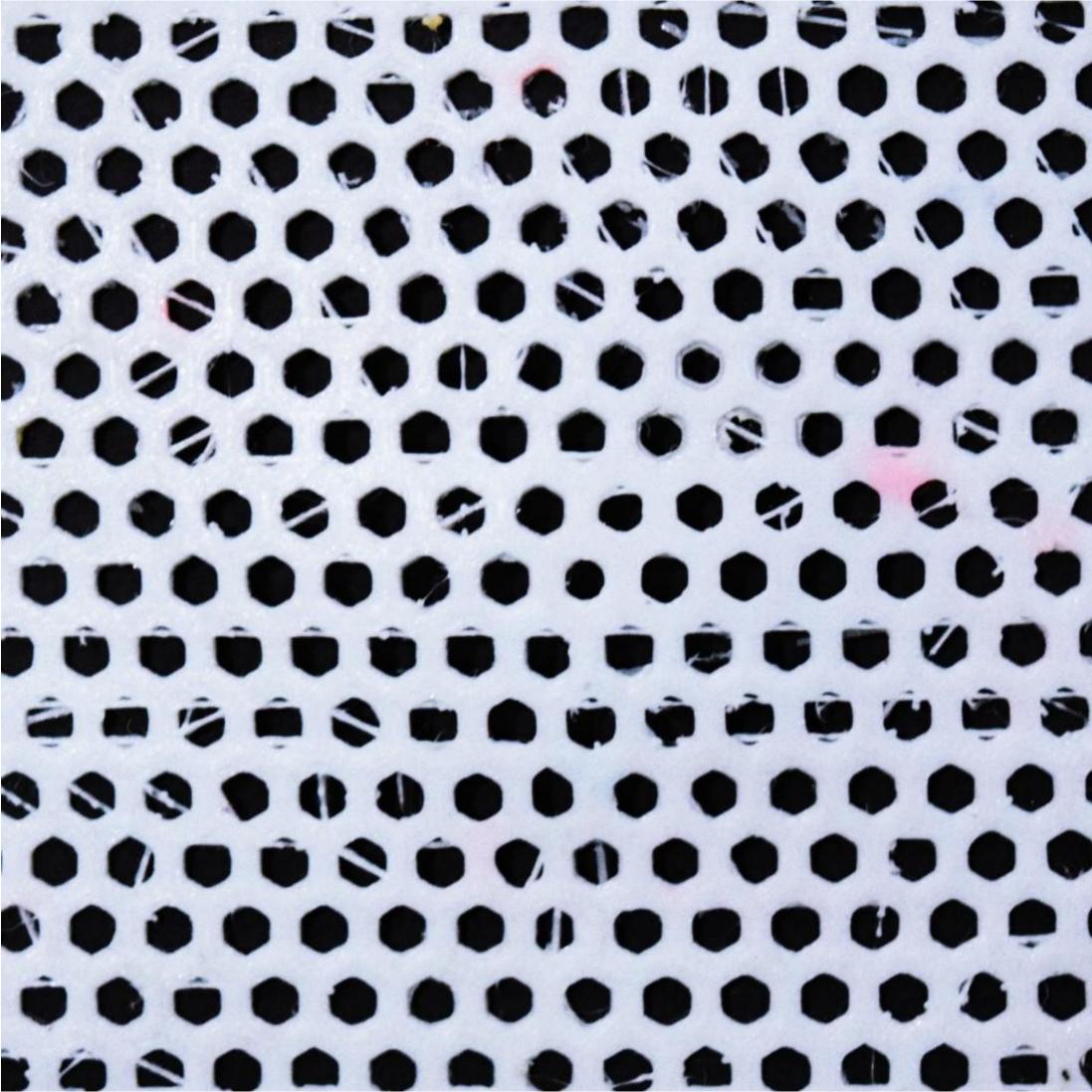
La conductividad eléctrica en esta muestra es excelente, puede doblarse y plegarse sin sufrir ningún inconveniente y es totalmente sumergible.

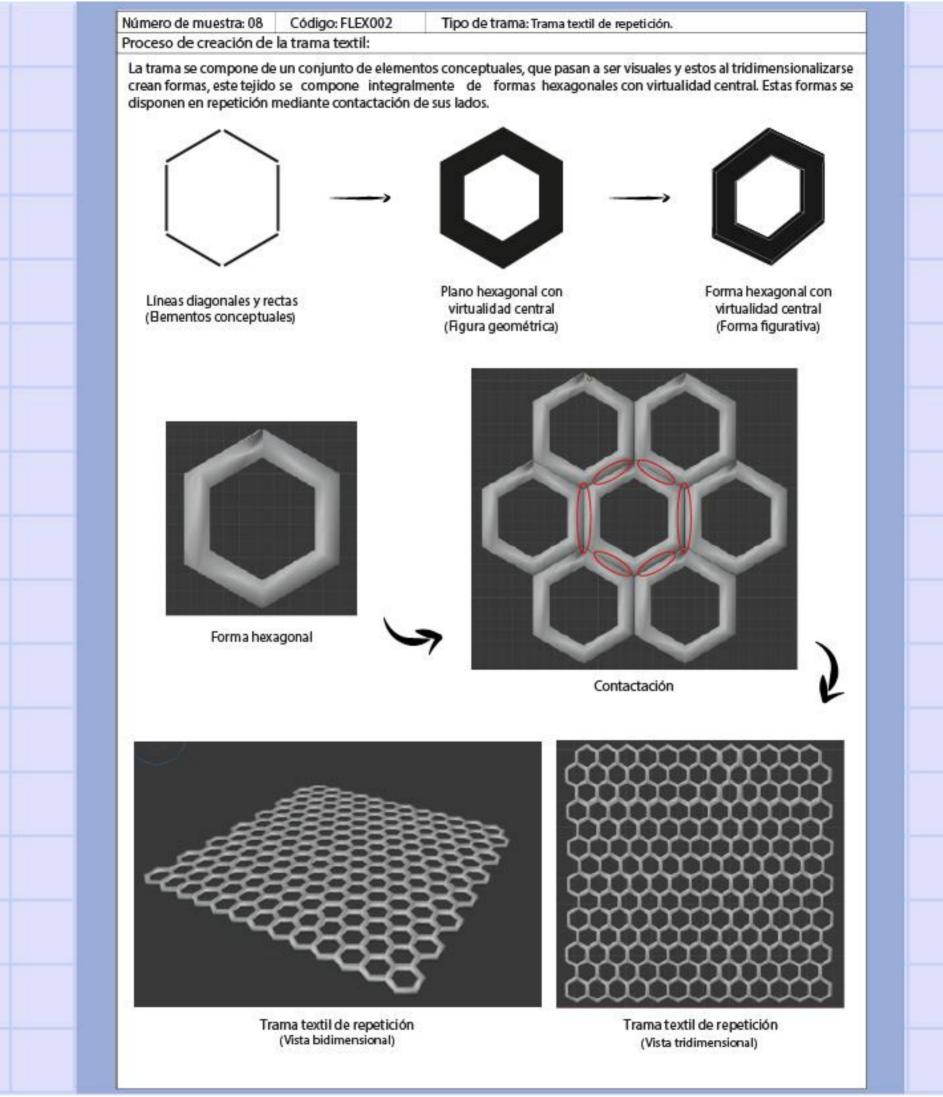
Análisis general de la trama textil:

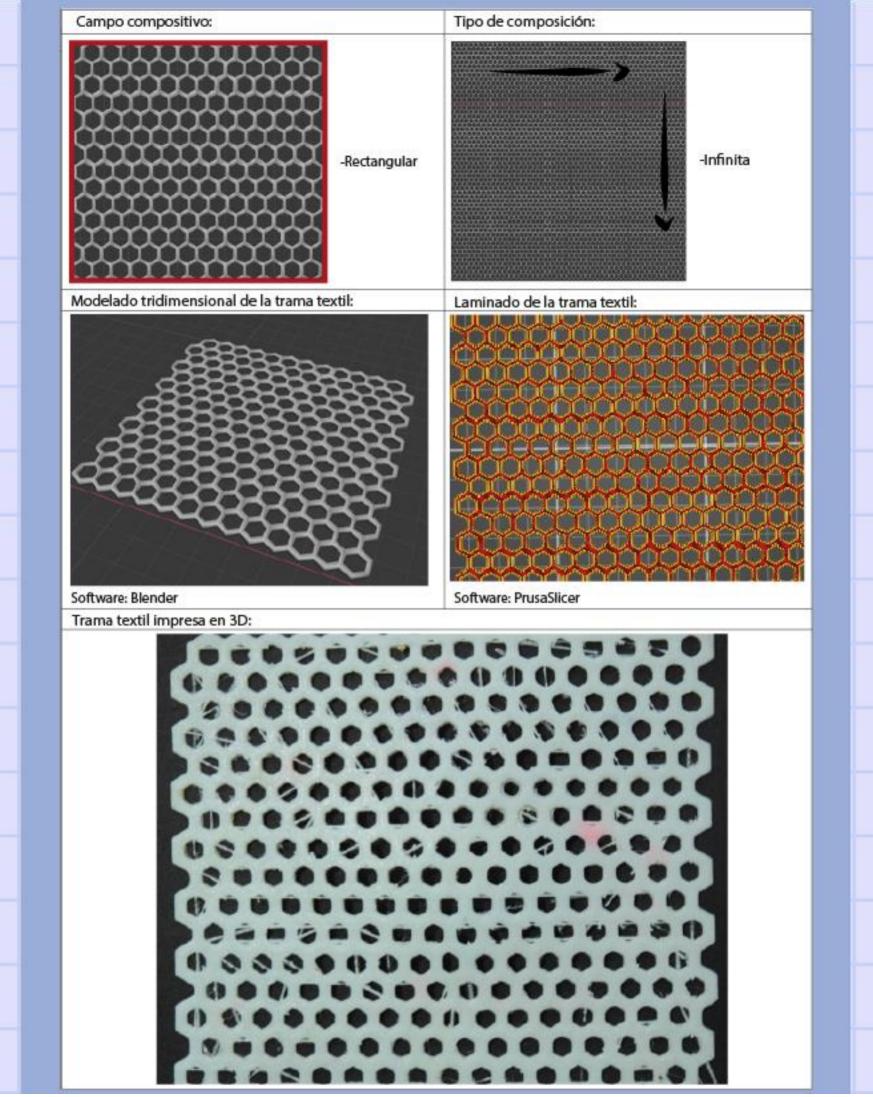


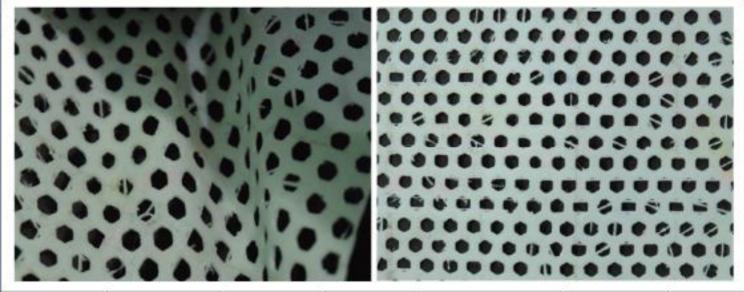
En general este tejido es de muy buena calidad, posee una elasticidad del 26,33%, es bastante maleable y flexible, se puede emplear en un sinfín de prendas. Si se baria su espesor su flexibilidad y maleabilidad puede aumentar, el único problema en esta muestra son los residuos de material al ser impreso, para mejorar se debe calibrar la temperatura y retracción.





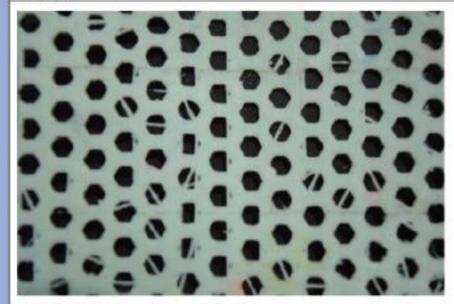






Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-FilaFlex 82A Blancode 1,75mm de diametro.	-Ancho: 110mm -Largo: 85mm -Grosor: 1mm	- 15%	-Extrusor: 240° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	-45m

Textura:

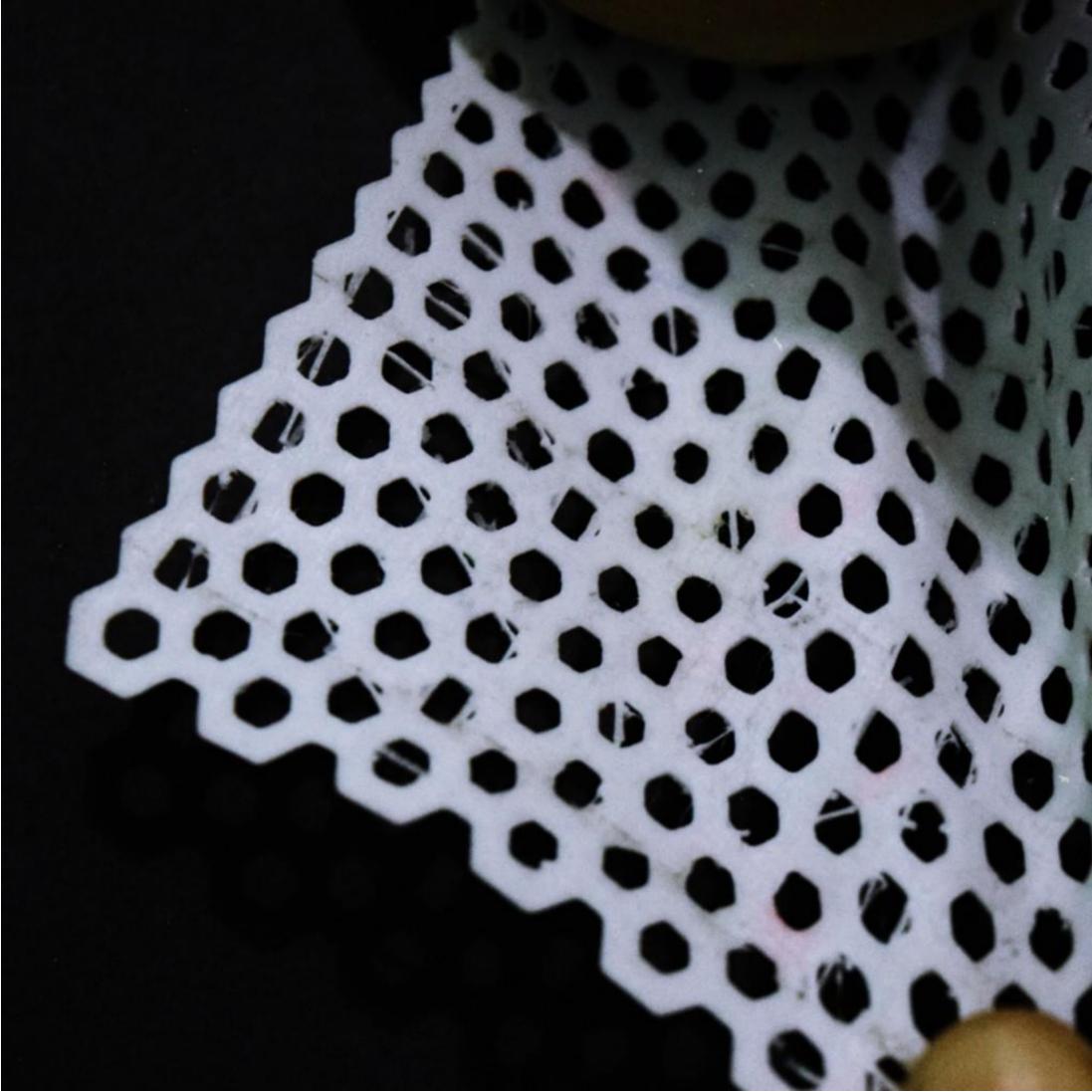


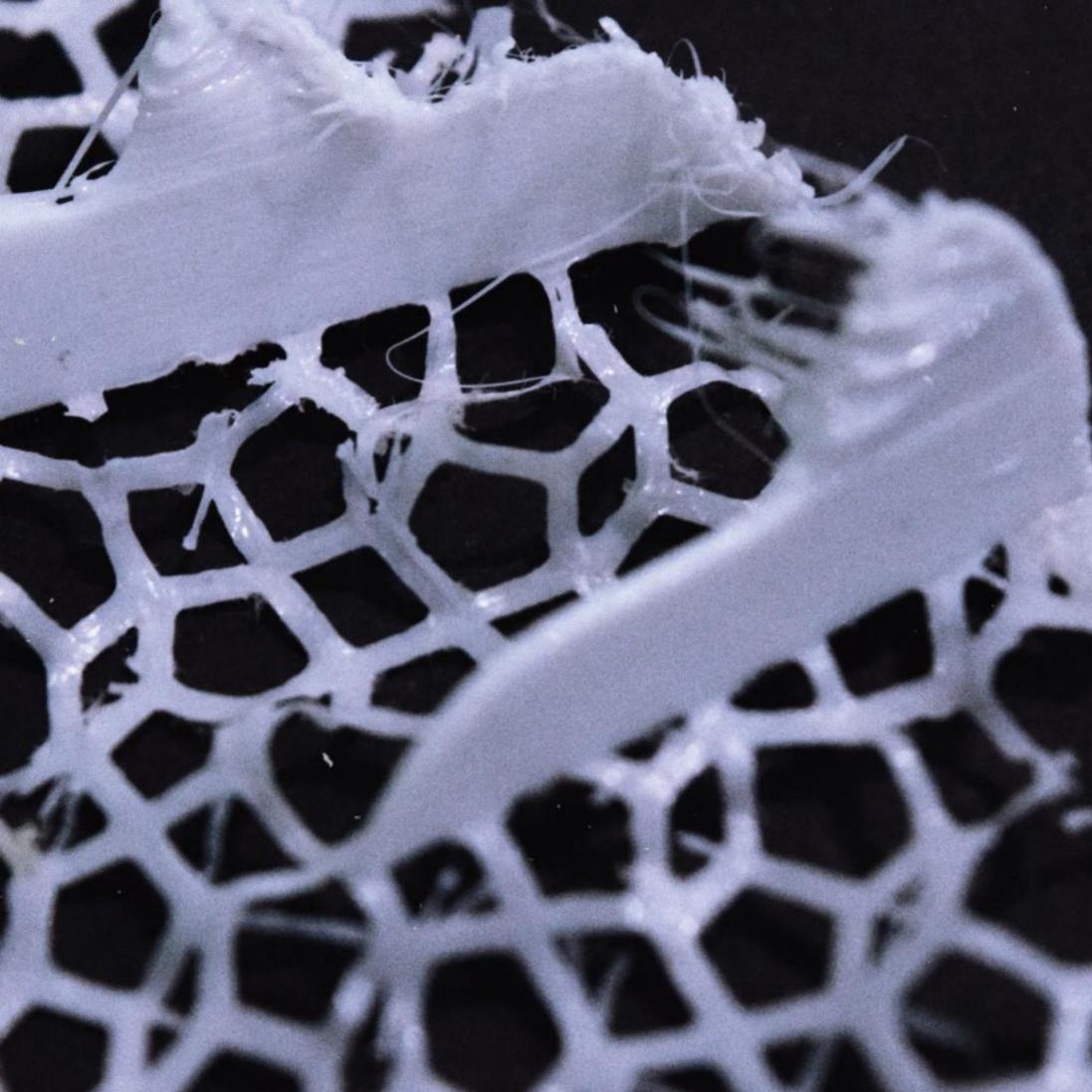
-Textura táctil geométrica, homogénea.

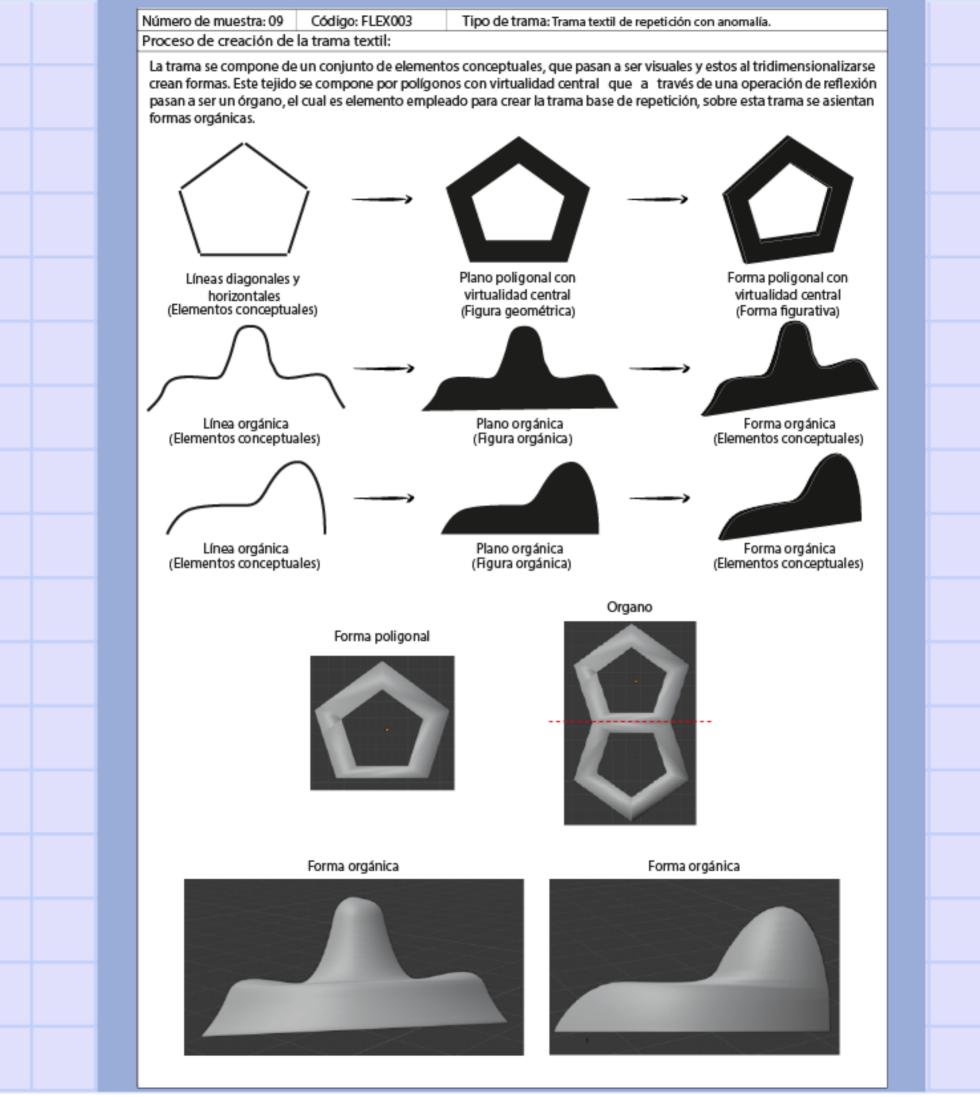
Análisis general de la trama textil:

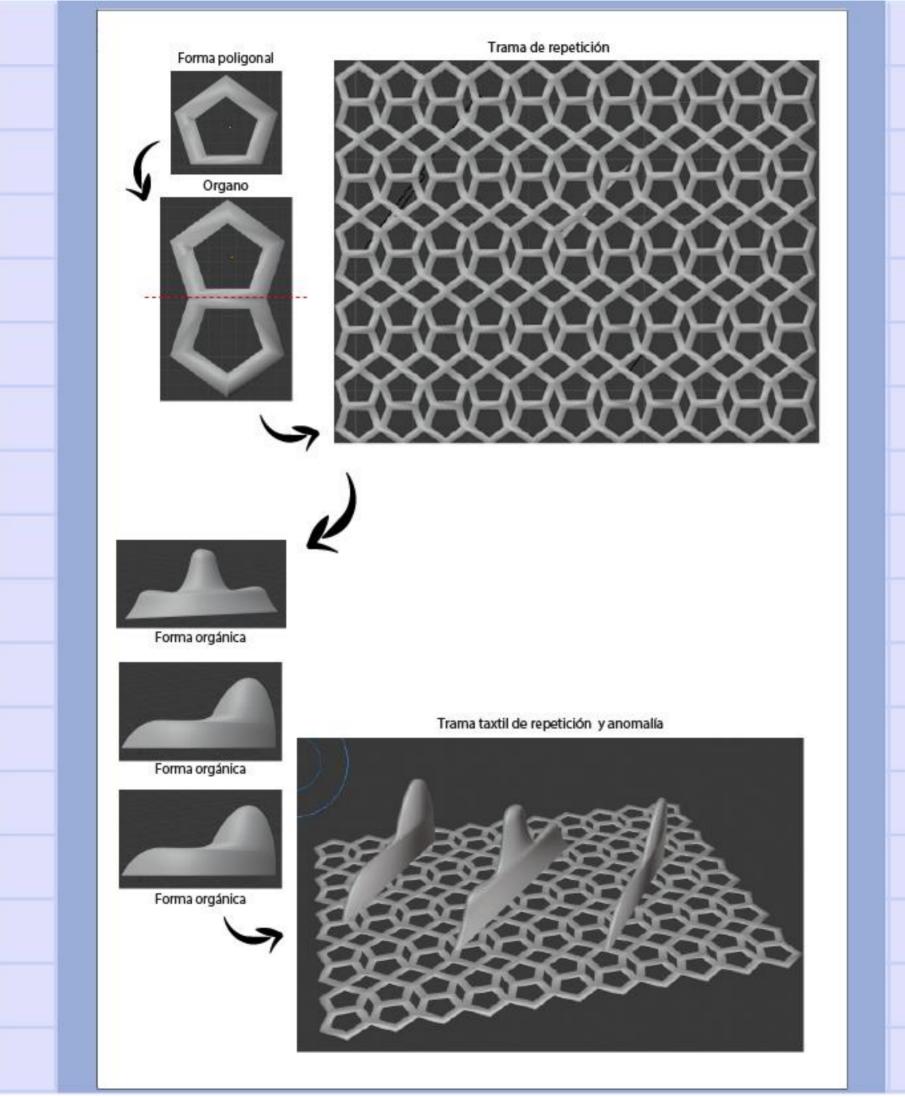


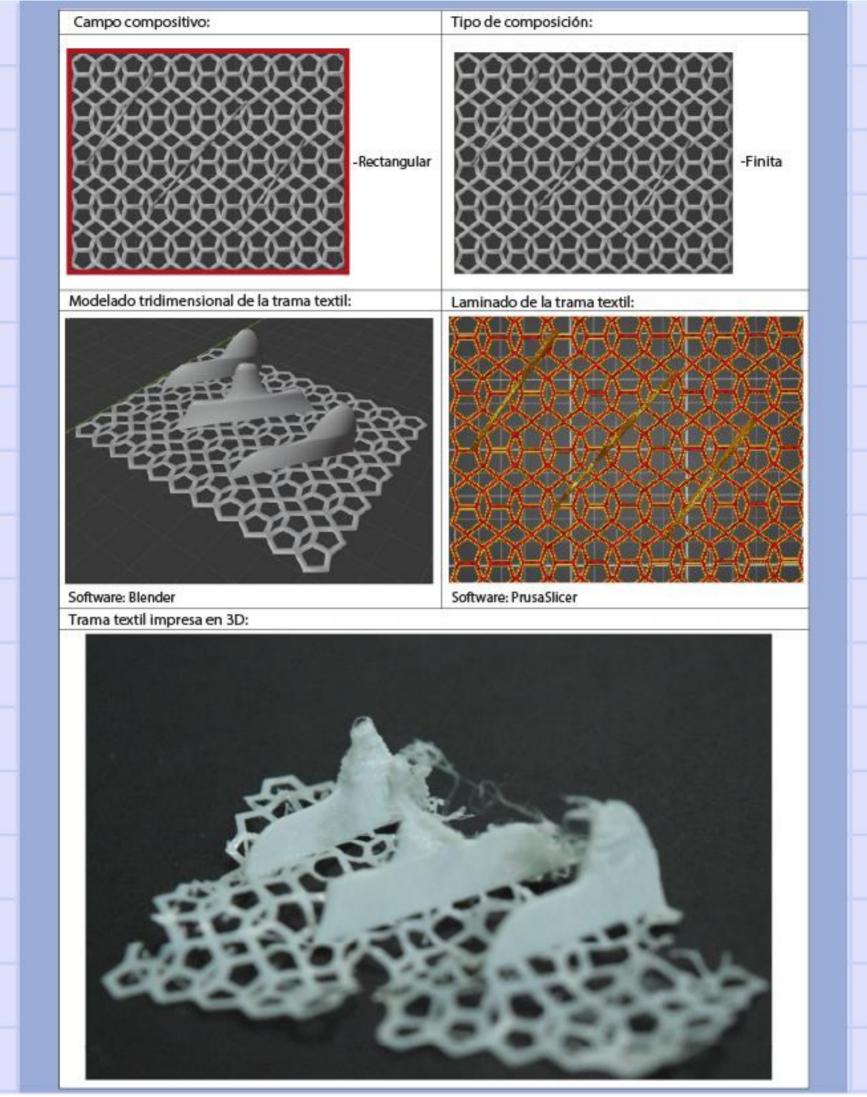
La muestra textil tiene un tacto agradable, es bastante maleable, se dobla con facilidad y posee un 15% de elasticidad, para mejorar este aspecto se puede minimizar el grosor de la trama o bajar la densidad del tejido. El problema en esta muestra al igual que en las otras, son los restos de material que se generan con el desplazamiento del extrusor.

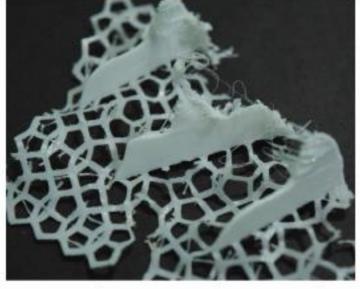








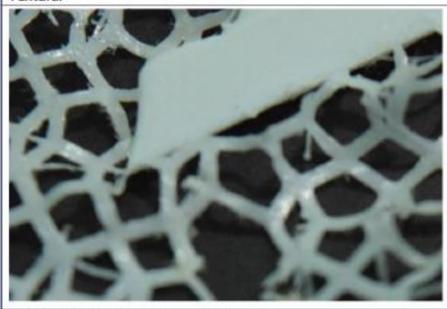






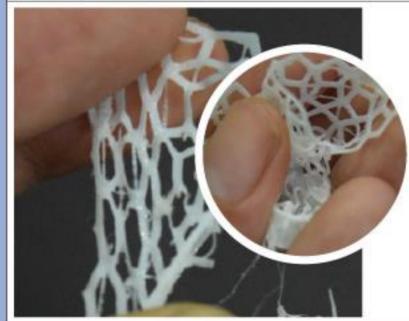
Maquinaria	Filamento	Dimensiones	Elasticidad	Temperatura	Nivel de cama	Tiempo
-Prusa MK3S -Nozzle de 0,4mm	-FilaFlex 82A Blancode 1,75mm de diametro.	-Ancho: 70mm -Largo: 55mm -Grosor: 3mm en su altura màxima.	-55%	-Extrusor: 240° C -Cama: 50° C -Temperatura ambiente: Entre 27° C a 30° C	1.435 mm	- 45m

Textura:

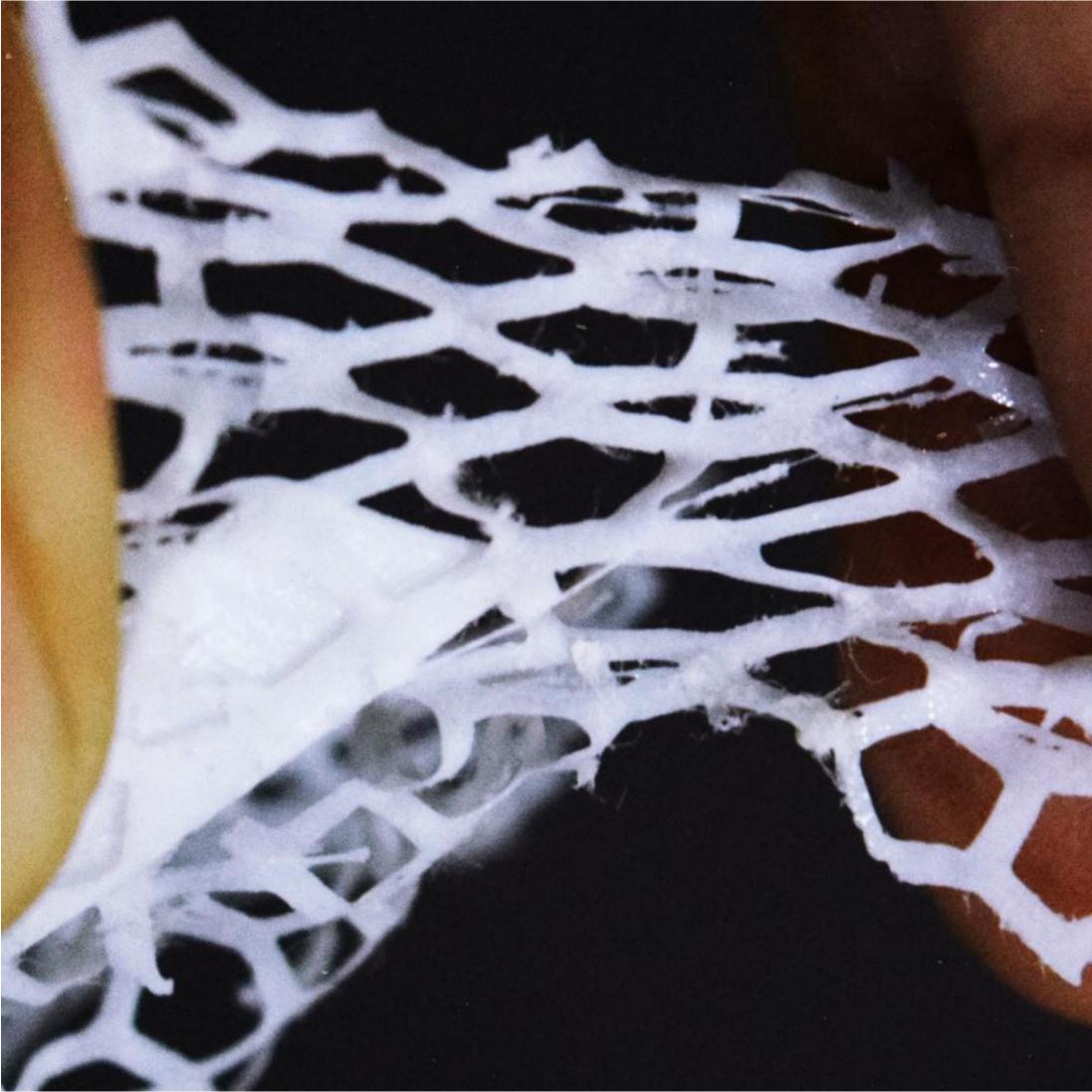


-Textura táctil geométrica y orgánica.

Análisis general de la trama textil:



La trama en general es bastante elástica y flexible, al ser muy fina se adhiere mucho a la mesa y al momento de despegarla se rompe, el grosor adecuado es un punto medio de un milímetro, las formas que sobresalen de la trama están llenas de pelillos y esferas producto de las fallas en temperatura y retracción.



Análisis general de las primeras muestras impresas en Flexfill 98A TPU Natural

● ● ● Temperatura de impresión.

El filamento Filaflex es uno de los materiales que se considera difícil de imprimir, el filamento que se está probando es el original de la casa fabricante Recreus 3D, por recomendación sugieren imprimir el material entre los 215 a 250°C por ello para la realización de las experimentaciones se optó por imprimir a 240 grados centígrados. En su estado de filamento es tal cual un cordón sintético, pero flexible. Al imprimir a los 240 grados el material es bastante gomoso y deja residuos de material al momento de desplazarse el extrusor, este problema puede ser generado porque la temperatura es incorrecta, lo que provoca que gotee y deje residuos sobre la muestra.

●●● Sujeción a cama.

Por la naturaleza del filamento cuando es extruido no es necesario altas temperaturas en la base de impresión, por ello para evaluar su adherencia a la cama se configuro su temperatura de base a 50° grados. La adherencia del material llega a un punto en que resulta difícil desprenderlo de la base, especialmente en zonas con formas delgadas, o tramas muy finas, como es el caso de la tercera experimentación con este material, donde se rompió la muestra por la alta adherencia a la base. Para evitar este tipo de contratiempo es recomendable de jar enfriar la impresión y despegar con una espátula y hacerlo de filos a centro, o si no imprimir directamente a la base.

Análisis general de las primeras muestras impresas en Flexfill 98A TPU Natural

● ● ● Flexibilidad.

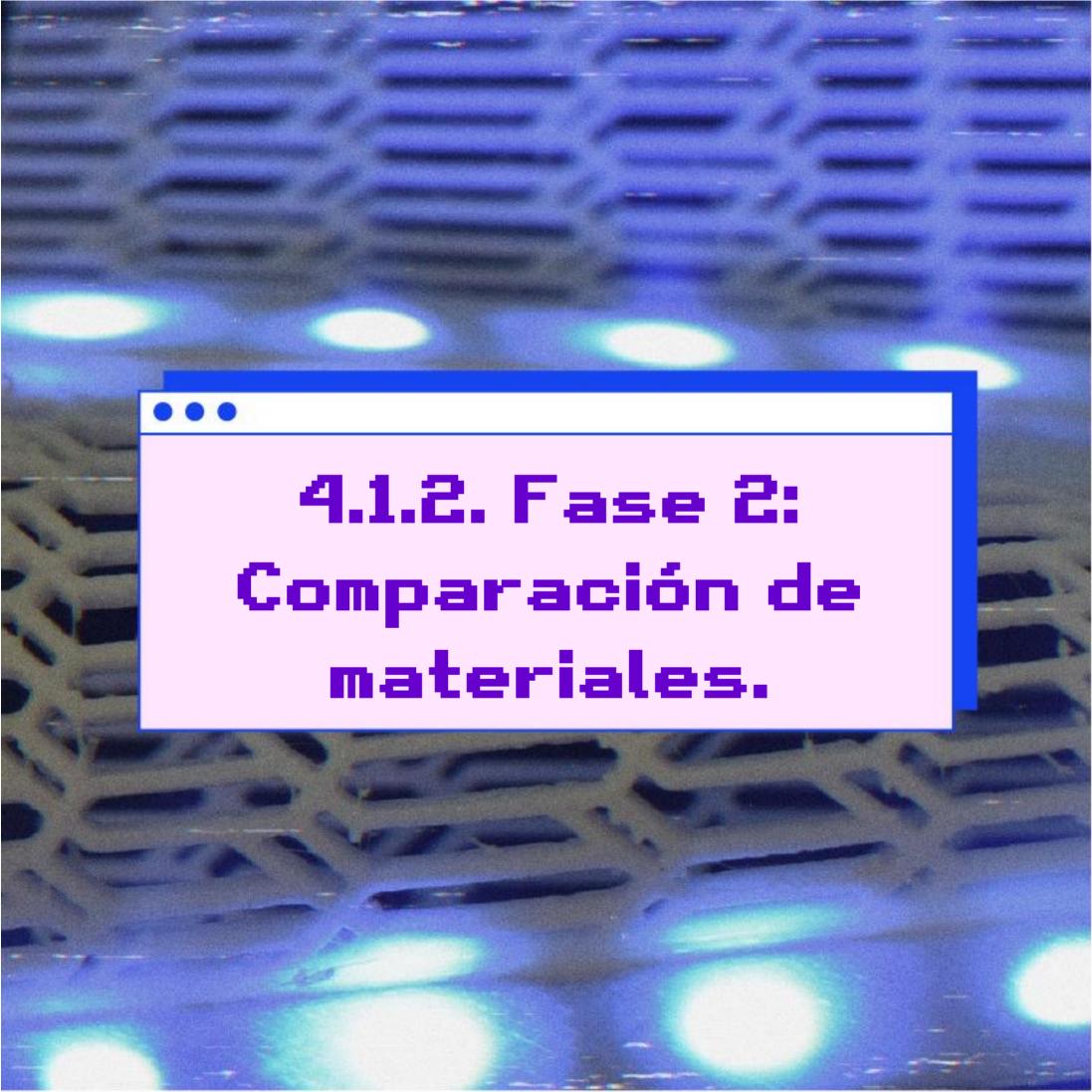
En cuanto a la flexibilidad de este material, varía según la cantidad de capas que tenga la impresión, así como el grosor. Un punto a tomar en cuenta es que el grosor entre estas muestras y las anteriores es similar, por ende por la materialidad del filamento se recomienda usar menos capas y manejar grosores entre el milímetro y milímetro y medio. Por su suavidad y sensación al tacto se podría usar para la construcción de calzado, accesorios o en prendas estructuradas en zonas donde no se necesite elongación; como en la espalda, o si no para crear vestuarios como armaduras o trajes de ciencia ficción.

• • • Elasticidad.

En cuanto a elasticidad del material, esta se encuentra presente desde el estado de filamento, según la trama, se puede alcanzar porcentajes de elasticidad superiores al 50%. Es un material de alta calidad y muy adaptable.

• • • Lustre.

En filamento e impreso el resultado de los tejidos es mate.



En esta fase se realiza una comparación entre materiales, para ello se utiliza las mismas tramas y parámetros para imprimir los tres materiales.

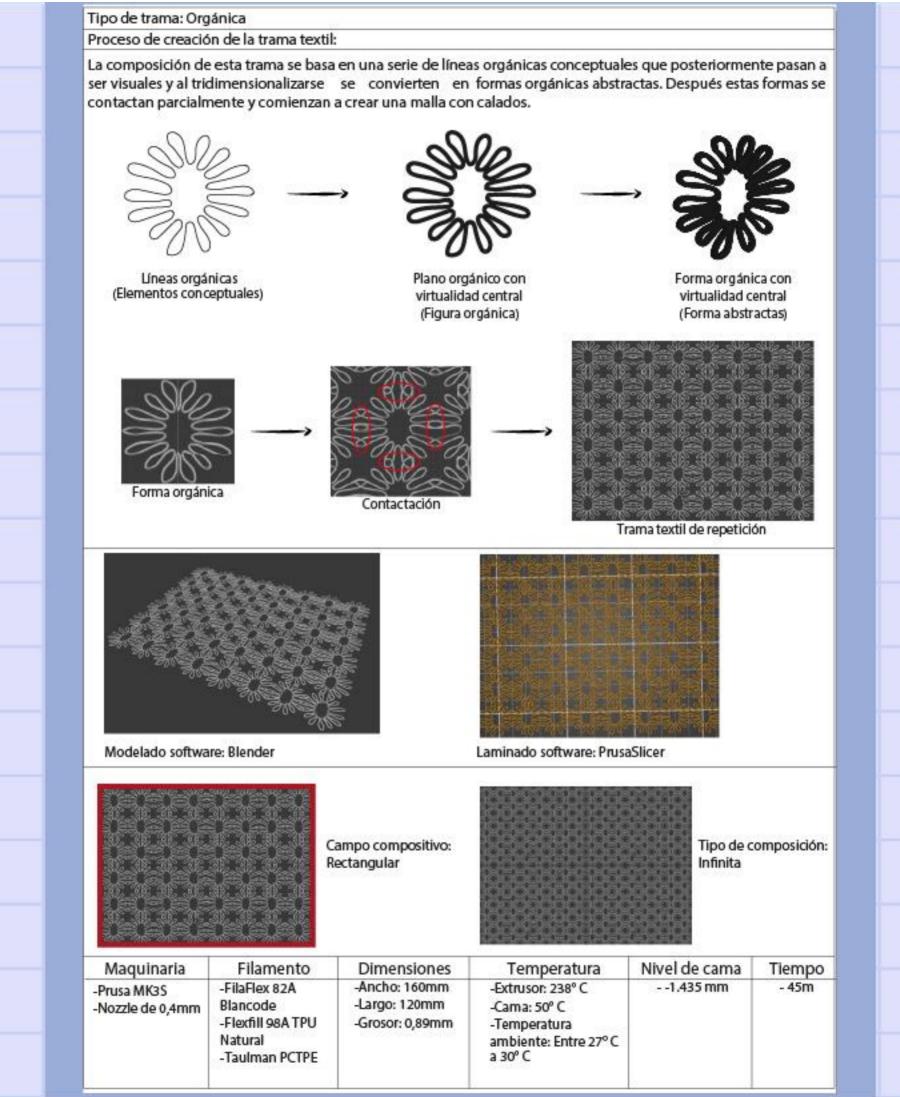
Las pruebas realizadas son: impresión con trama orgánica, impresión con trama geométrica, tinturado en filamento, tinturado en muestra impresa, impresión sobre otra base textil en tejido plano y de punto, y finalmente prueba de conductividad eléctrica.

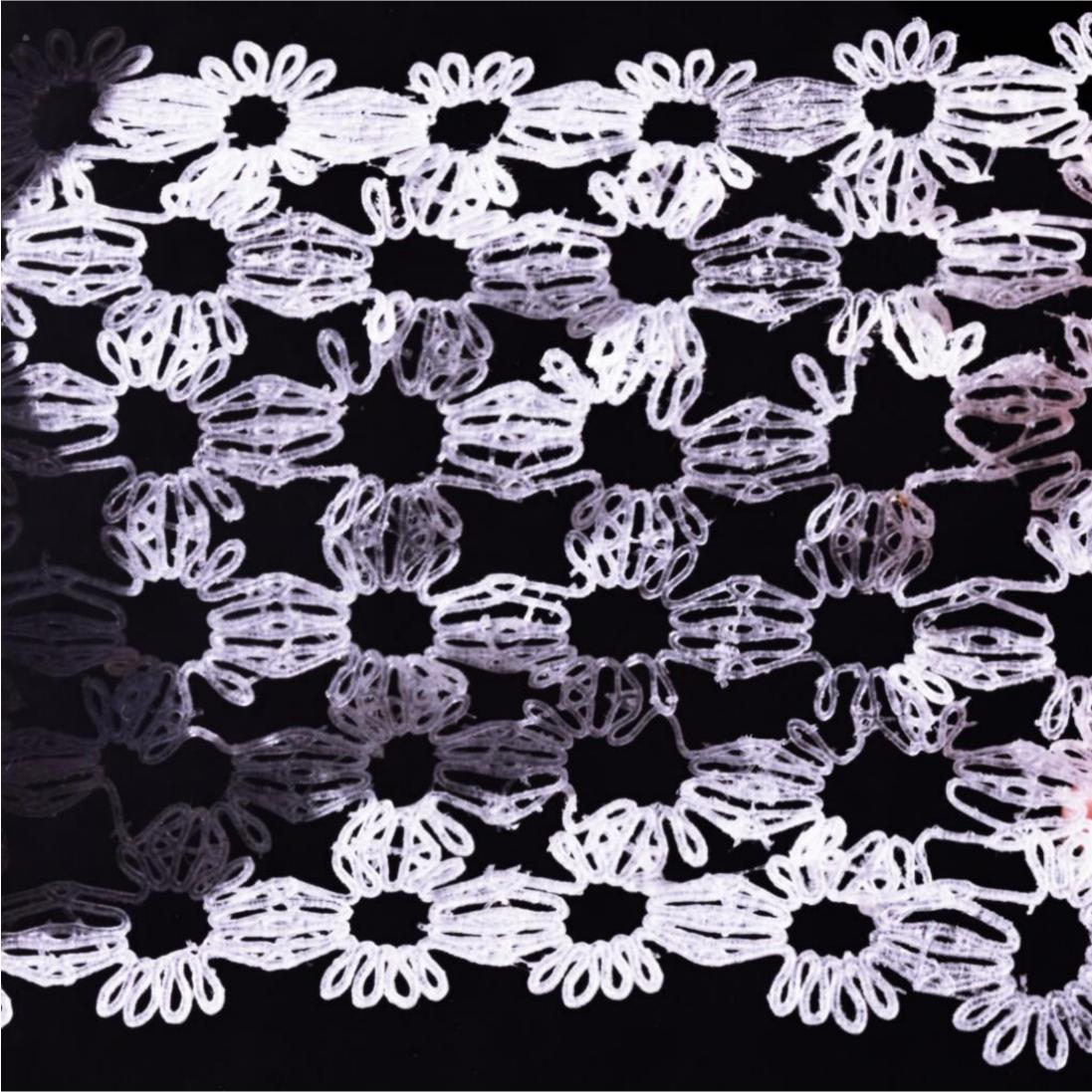
Estas muestras nos permiten analizar grosores, temperatura, tramados, tinturados, manipulación del material, elasticidad, flexibilidad y conductividad eléctrica.

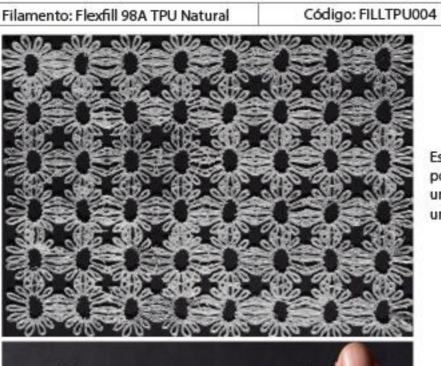
Además con estos resultados se puede sugerir posibles aplicaciones de cada uno de ellos y de qué manera sacarles mayor provecho.

Trama textil orgánica.

...

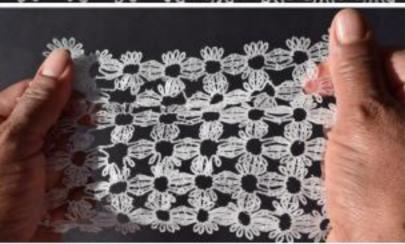






Esta es una trama textil orgánica, compuesta por figuras abstractas que se configuran en una estructura de repetición, y se asemeja a un encaje.

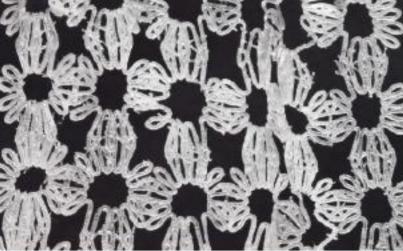
Numero de muestra: 10



Posee un porcentaje de elasticidad de 38%, si bien este material no es muy elástico, se consigue esta elongación gracias a la forma, ya que las curvas que la componen al alar la muestra, estas se abren asemejando un efecto resorte, lo que dota al tejido de elasticidad.

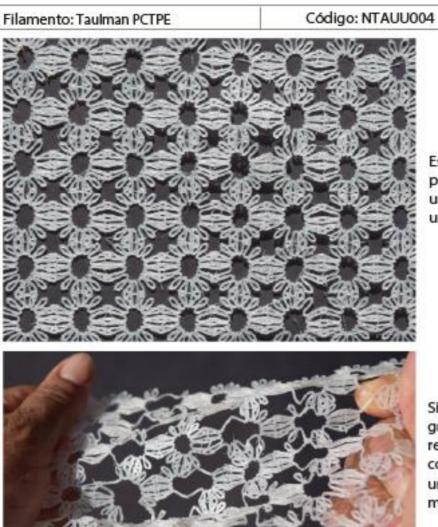


En cuanto a su plegabilidad y flexibilidad son muy a semejables al de un tejido convencional, por ejemplo aun crepe. Esta cualidad se logra gracias al grosor de la muestra de alrededor de 0,89mm y a las características del filamento.



La textura de este tejido es visual táctil abierta y homogénea, por el tipo de material, también es traslucida y presenta un poco de brillo, basten suave al tacto y fácil de manipular. No es una impresión totalmente limpia, al ser una estructura orgánica y abierta, al desplazamiento del extrusor deja estos residuos, aunque son mínimos, es importante tenerlos en cuenta.





Esta es una trama textil orgánica, compuesta por figuras abstractas que se configuran en una estructura de repetición, y se asemeja a un encaie.

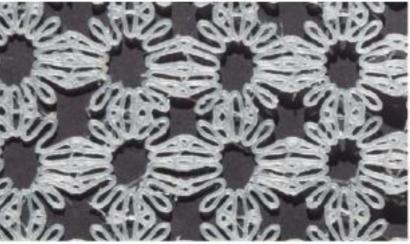
Numero de muestra: 11



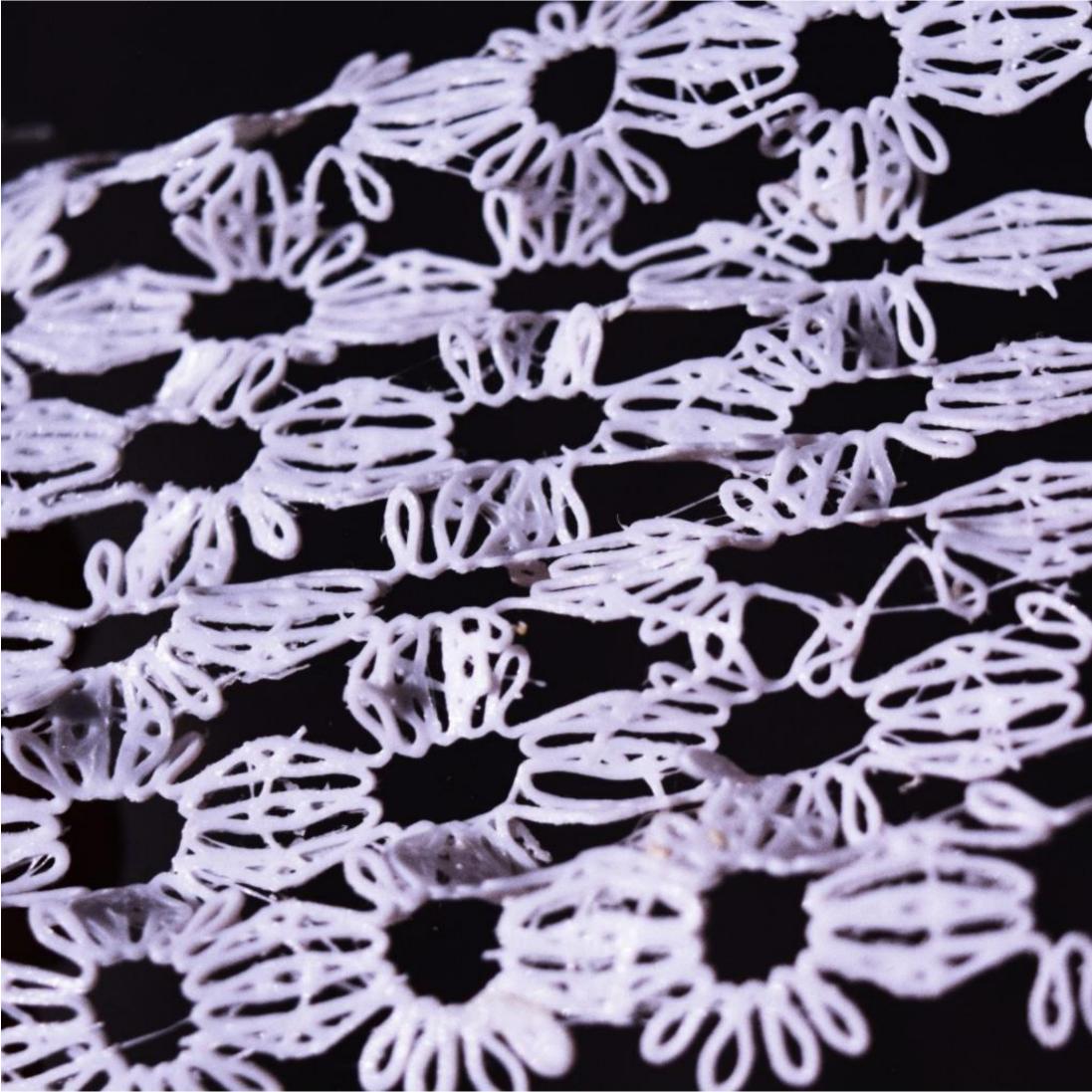
Si bien el taulaman no es un filamento elástico, gracias al diseño de las formas y este sistema resorte que permite hacer las curvas que la componen, el tejido puede estirarse, llegando a un porcentaje de elongación de 31%, muchísimo más que en las muestras anteriores.



Su flexibilidad y plegabilidad es comparable al de un lienzo engomado ya que a pesar de tener un grosor de 0,89mm se siente un poco rígido.



Al ser impreso con un filamento blanquecino traslucido, hereda esta cualidad al tejido, a diferencia del flexfill que también es traslucido, este tejido tiene un acabado mate. De textura abierta visual táctil y homogénea, al ser un poco rígido su tacto no es tan agradable para estar en contacto con la piel en zonas delicadas directamente, al venir del nylon su sensación no se siente tan plástica. Esta muestra es bastante limpia esto puede deberse a que este material no es tan gomoso como los otros.



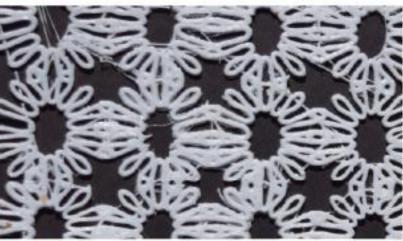
Esta es una trama textil orgánica, compuesta por figuras abstractas que se configuran en una estructura de repetición, y se asemeja a un encaje.



El FilaFlex en filamento es bastante elástico, por ente el resultado en cuanto a su en elongación es mayor al de los otros dos materiales con un porcentaje del 50% de elasticidad, ayuda mucho también a este resultado el grosor de la muestra.



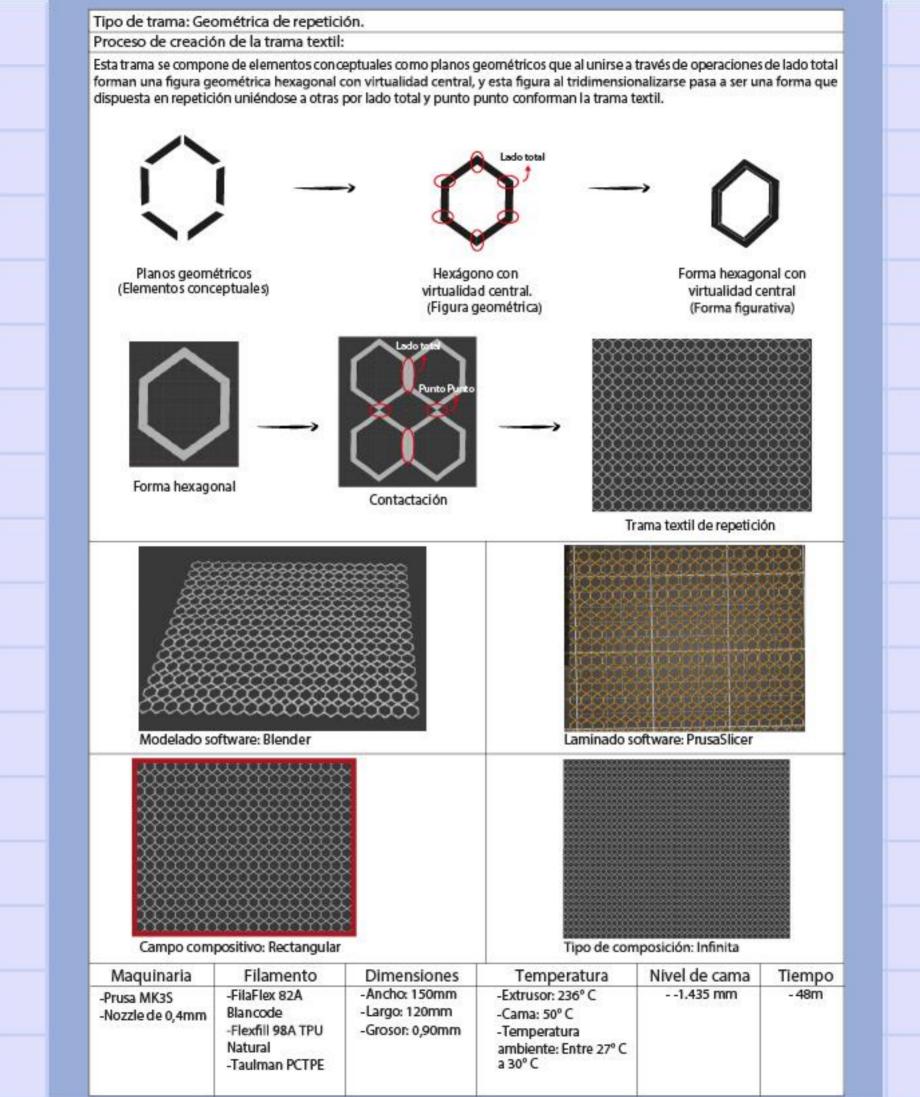
Este tejido es bastante maleable, flexible y pagable, es el que más se acerca a un tejido, comparable con una tela pacific, a diferencia de los otros dos, este tejido también tiene caída y movimiento.

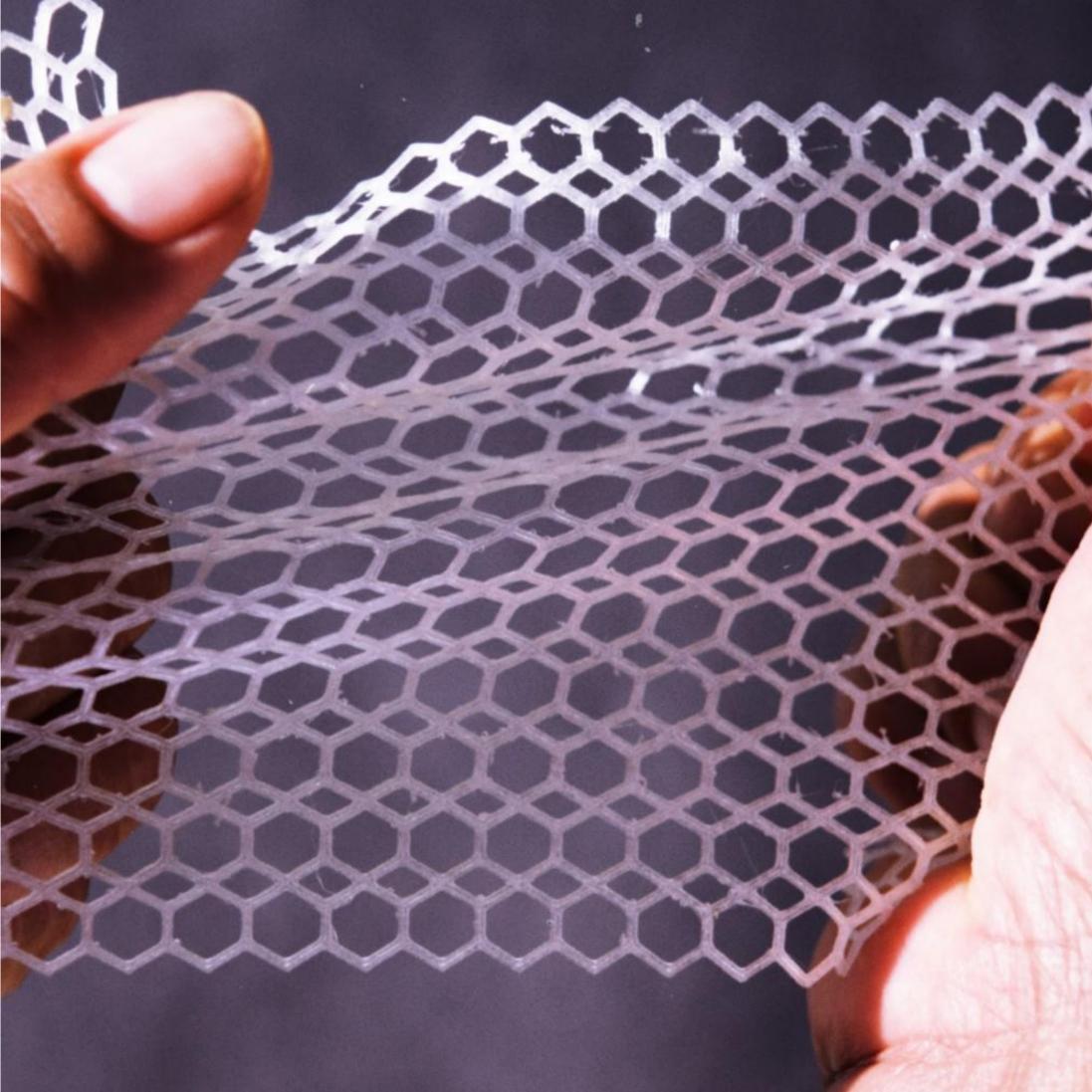


Su textura visual táctil abierta y homogénea con un terminado semi brillante al derecho y mate al revés, tiene una sensación al tacto bastante agradable, sus usos en indumentaria son ilimitados, ya que se puede usar en cualquier lugar del cuerpo. El más grande problema es la dificultad para imprimir, esta es la muestra entre las 3 que presenta más residuos de material, debido a factores de temperatura y retracción.

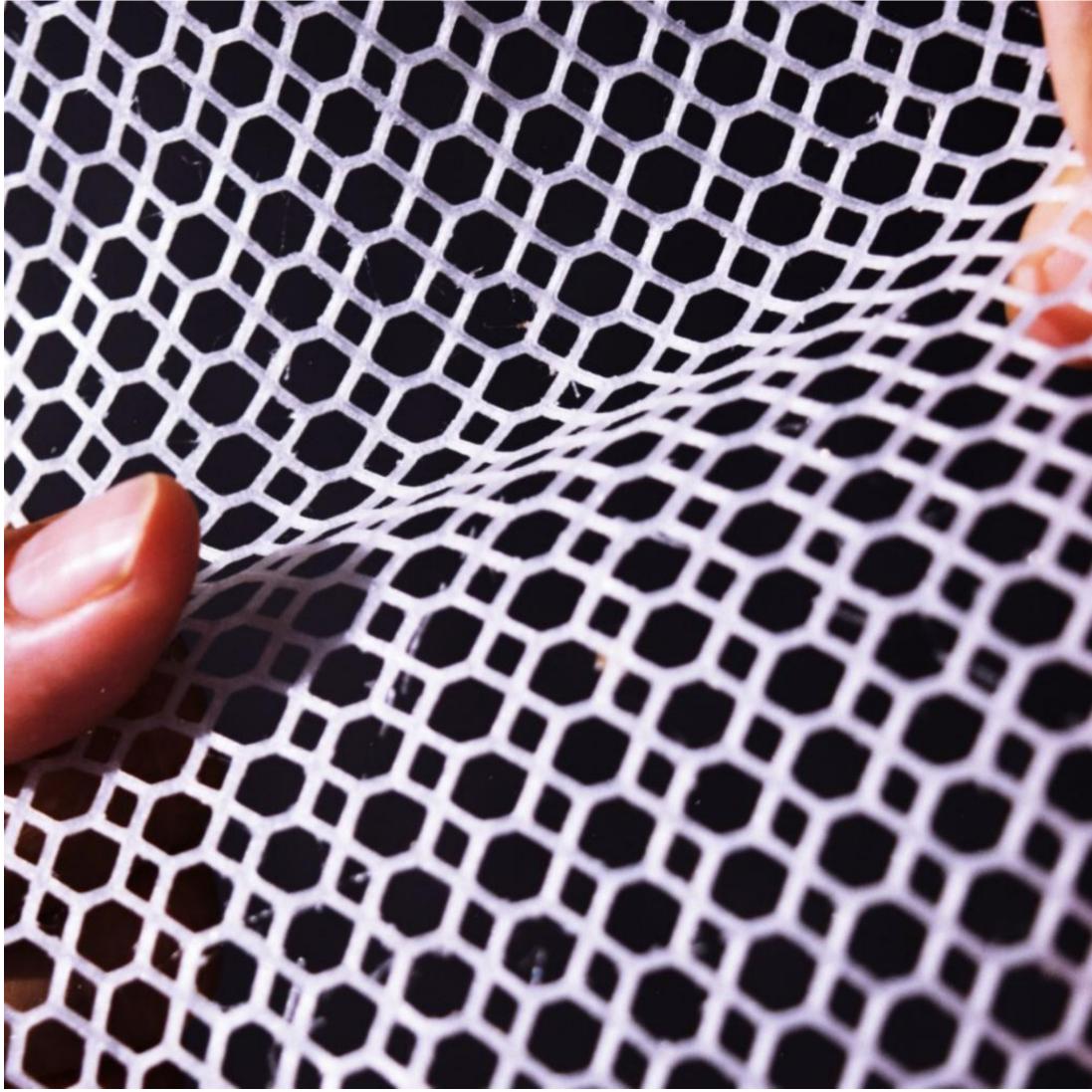
Trama textil geométrica.

...

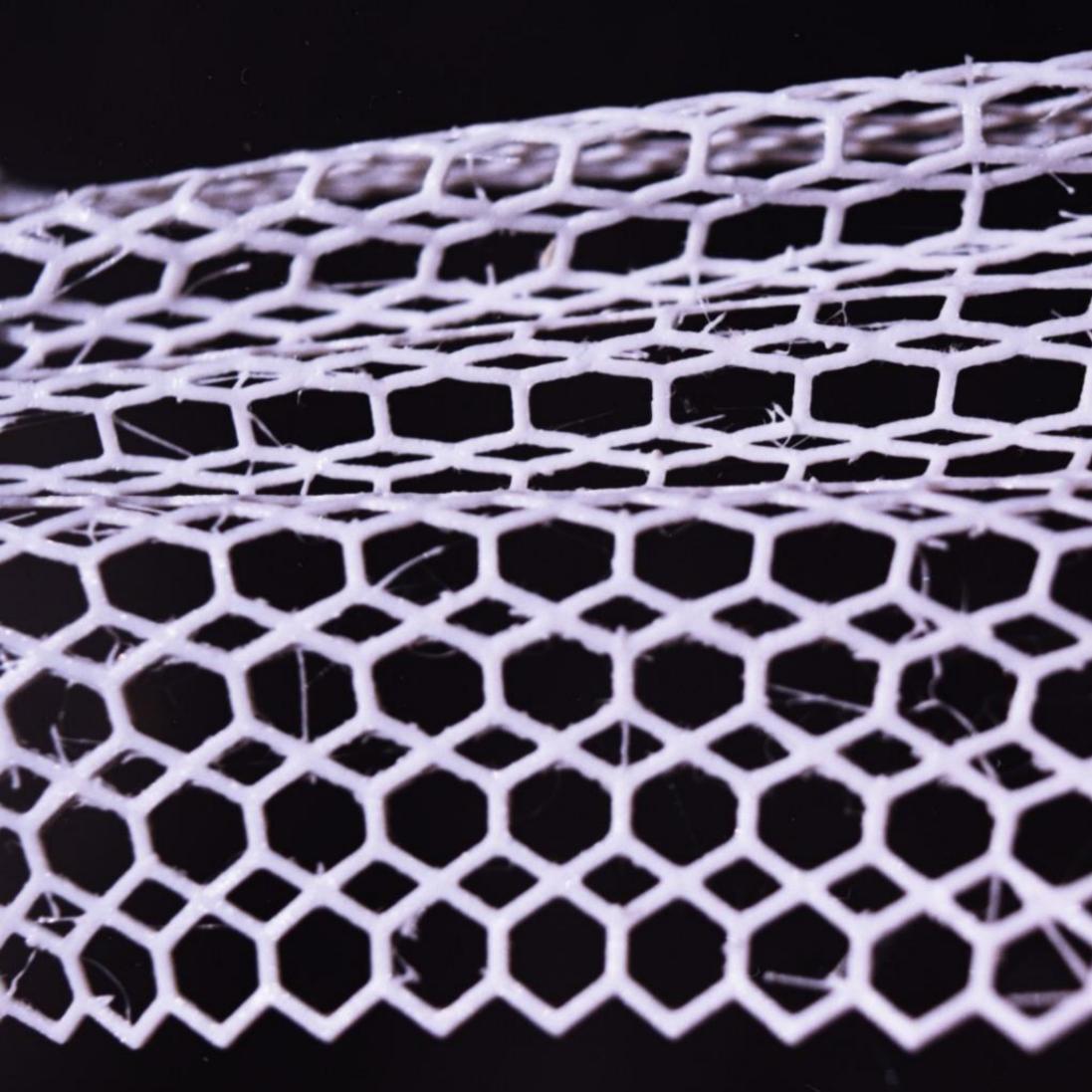


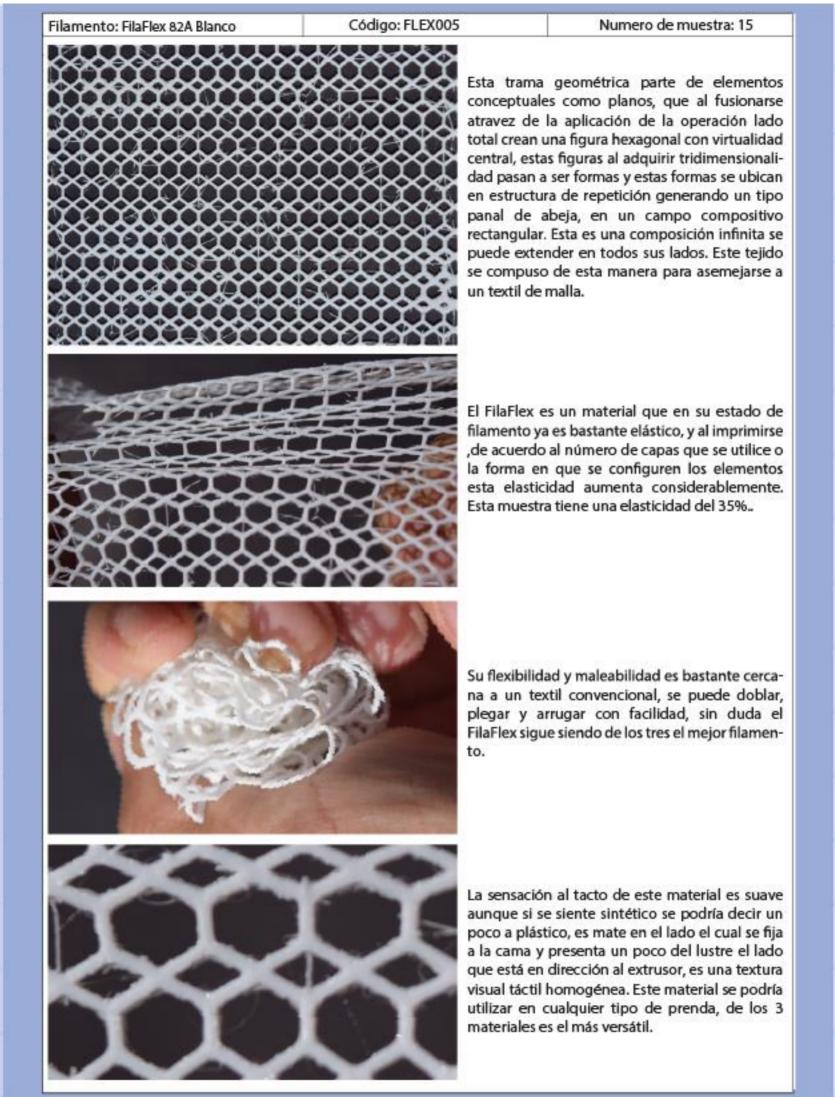




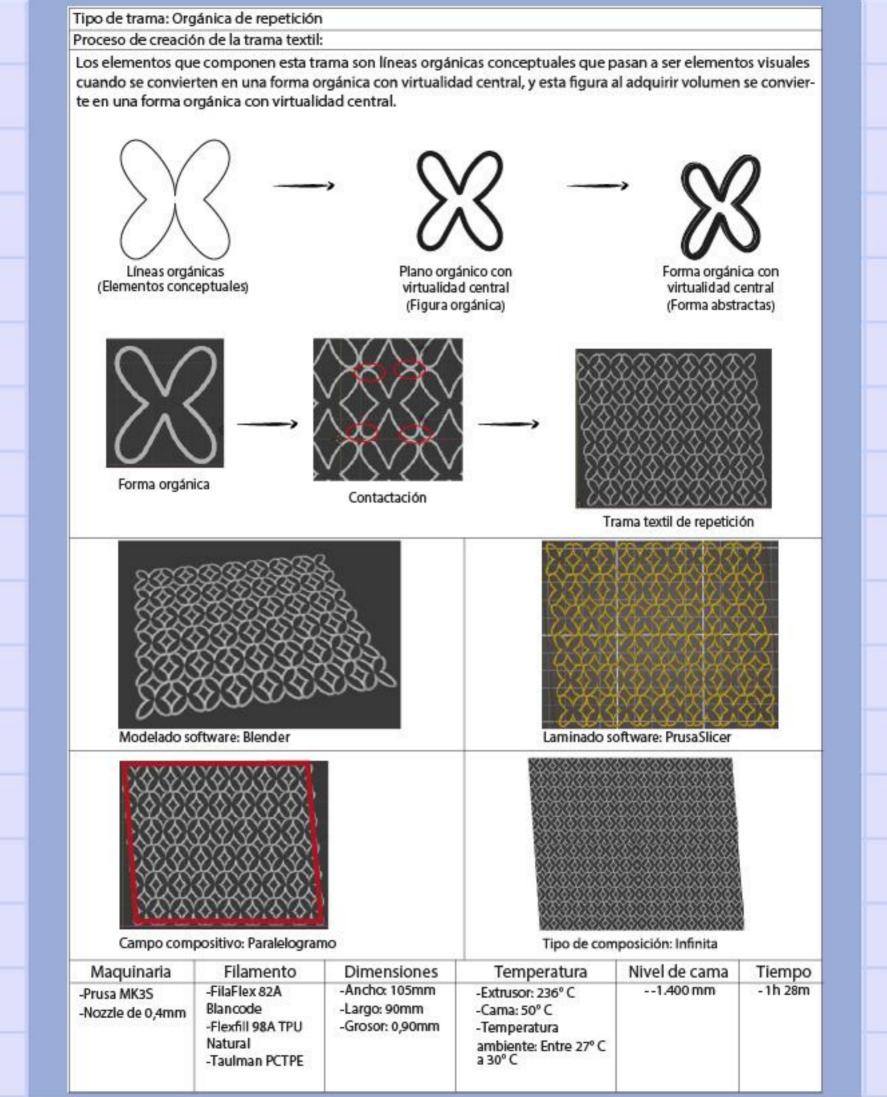








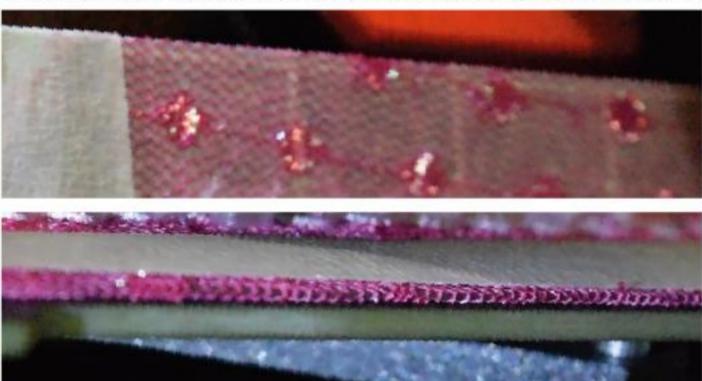
Trama textil impresa sobre tejido plano y de punto.



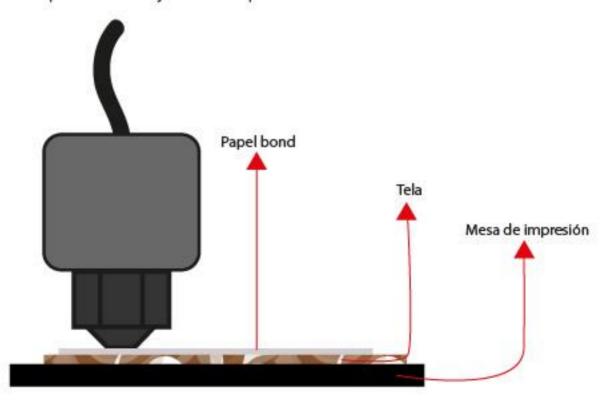
Proceso de impresión:

Para realizar estos tejidos, se modifica el proceso de impresión que planteamos anteriormente, a continuación describimos los pasos a seguir para la realización de estos tejidos:

En esta ocasión, además de colocar la cinta de papel a la cama se añade el trozo de tela a imprimir, dependiendo del resultado que se desee se puede estirar la tela y pasarla detrás de la base o si no, colocar el trozo de tela tal cual y sujetarlo muy bien con cinta de papel para que no se desprenda al momento de imprimir. Otro punto a considerar es el nivel de cama, y esta modificación se realiza según el grosor de la tela sobre la cual se va a imprimir, en este caso son telas finas, por ello la variación del nivel de cama es mínimo, no podemos establecer un nivel a seguir genérico, ya que todo depende de la máquina y telas que se esté utilizando.



Pero para comprobar si es el nivel correcto, se puede realizar el siguiente procedimiento: Colocar una hoja de papel bond entre la punta del extrusor y la base con la tela colocada, esta hoja no tiene que estar ni presionada ni floja si no en un punto medio.









El material se adhiere muy bien a la capa de tejido, no se desprende con facilidad se fusiona muy bien con el textil base y hacen uno solo con el filamento.



En cuanto a su plegabilidad y flexibilidad, es buena pero tiene esa sensación de ser una tela engomada. Como esta sobre un textil plano, no se percibe elasticidad.



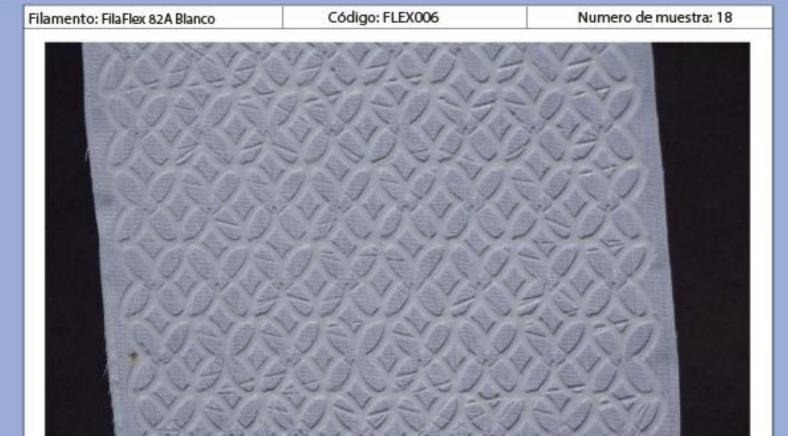


A pesar de este ser el filamento menos gomoso de los tres, el taulman también se adhiere perfectamente al tejido base.



De las tres muestras esta es la más rígida, esto se debe por la naturaleza del material, aunque su plegabilidad y maleabilidad es bastante buena, su sensación es igual al de un tejido engomado como en la muestra anterior pero bastante suave.





Al igual que en los otros dos casos, la adherencia es de gran calidad, podría decirse que queda como una aplicación de vinil térmico.



De las tres muestras esta es la más plegable y manipulable, la sensación que da es suave y es similar al acabado que da cuando se aplica vinil térmico sobre un tejido.

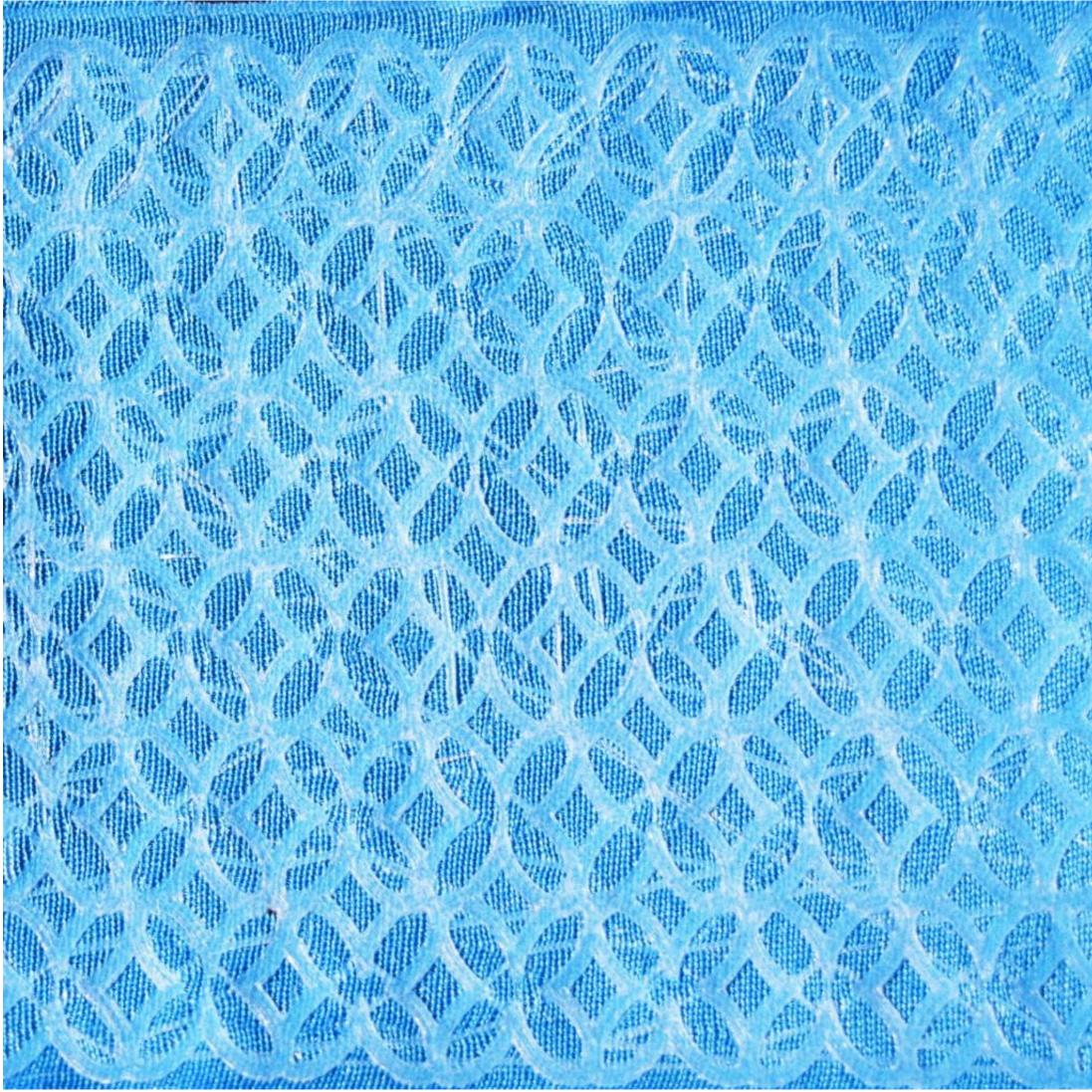


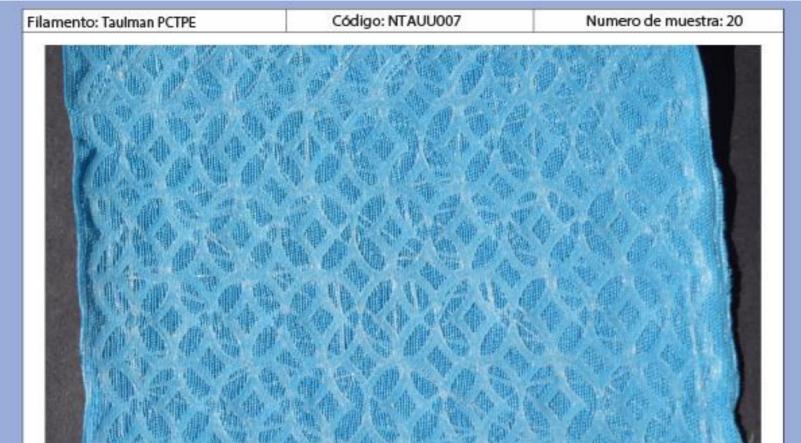


La fijación al tejido receptor es buena, el único problema es los residuos de material, esto se produce ya que la tela se levanta un poco y al moverse el extrusor deja residuos de material.



La elasticidad del tejido si se ve afectada al imprimir sobre el ya que sin impresión posee una elasticidad del 75% y en muestra impresa esta elasticidad baja al 20%, en cuanto a su plegabilidad y maleabilidad es buena, una textura suave.

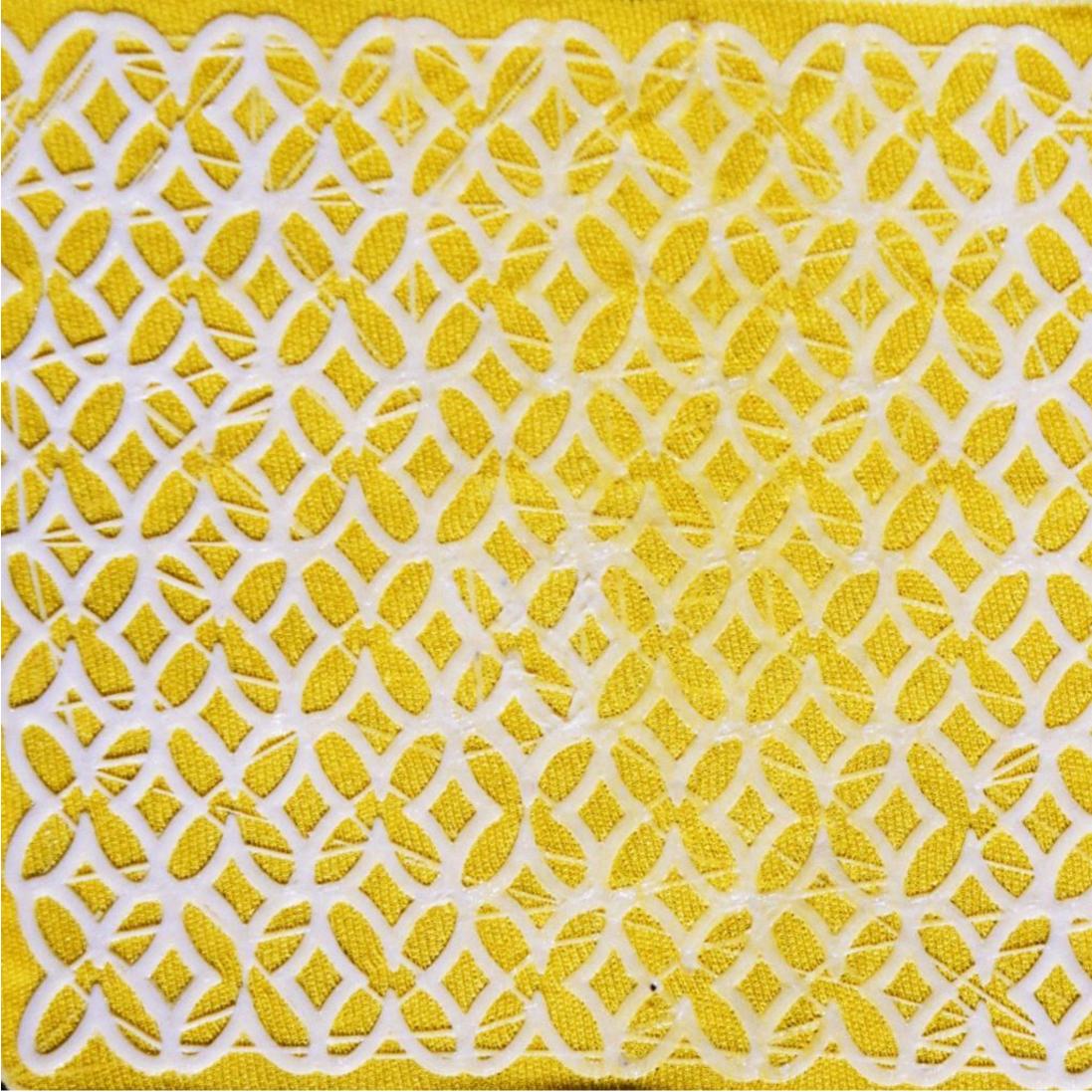




Al igual que en todas la muestras la fijación es excelente, en este caso los residuos son menores a la muestra del flexfill. Se debe tener mucho cuidado al imprimir sobre tejidos elásticos porque estos al pasar el extrusor si la calibración de altura de cama no es adecuada, puede alar la tela.



En este caso es donde la elasticidad del textil base se ve más afectada, bajando a un 9% de elasticidad. La sensación es igual a las otras muestras, esa rigidez pero es bastante suave.



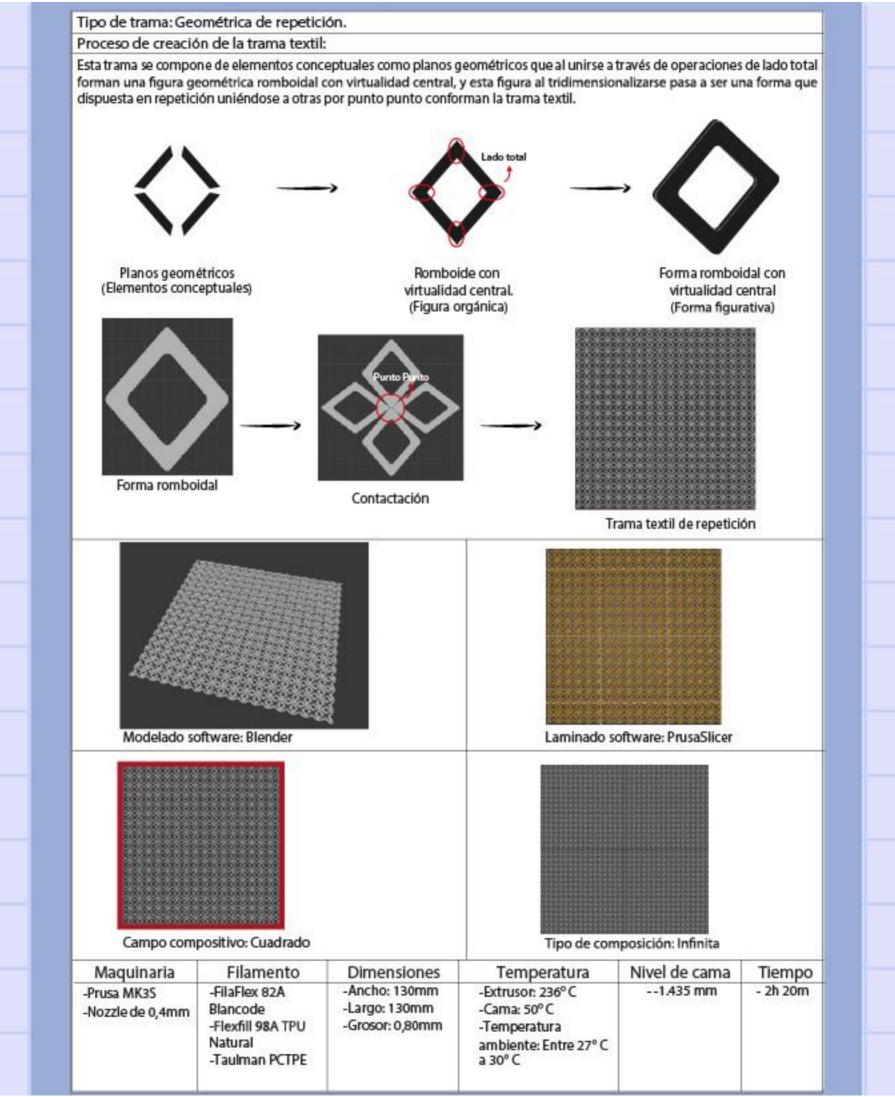


La fijación en esta muestra es de buena calidad, el único problema que presenta es que en el centro de la muestra la cantidad de filamento depositada no es la misma que en los costados, esto puede suceder porque el tejido no está adecuadamente colocado y pueden quedar levantado en ciertas zonas. Los residuos de material en esta base textil son pocos.



En cuanto a la elasticidad, y aunque este filamento es el más elástico de los tres, la disminución de la elasticidad del tejido base fue considerable, siendo el porcentaje de elasticidad del tejido base de 75% en la muestra final baja a un 30%.

Trama textil tinturada.



Fijación de color:

En estas fichas, se presenta las experimentaciones para evaluar la fijación del color en estos filamentos de impresión 3D. Para ello se realizó el tintura don filamento y tinturado en muestra impresa. Para realizar este tinturado se aplicó la técnica de Tie Dye, con dos tintes diferentes. Estos resultados serán mostrados a continuación:

Tinturado en filamento:



Violeta

C: 96% M: 91%

Y: 29%

K: 22%

Para realizar este tinturado se utilizó el tinte mágico violeta, se anudo en segmentos de 10mc con la ayuda de fundas plásticas para crear el efecto Tie Dye, después se sumergió los filamentos al agua con el tinte siguiendo las indicaciones del mismo. Posteriormente se retiró y se puso a secar.



Flexfill 98A TPU Natural



Taulman PCTPE



FilaFlex 82A Blanco

Tinturado en muestra impresa:



Verde Bosque

C:91%

M: 53% Y: 90%

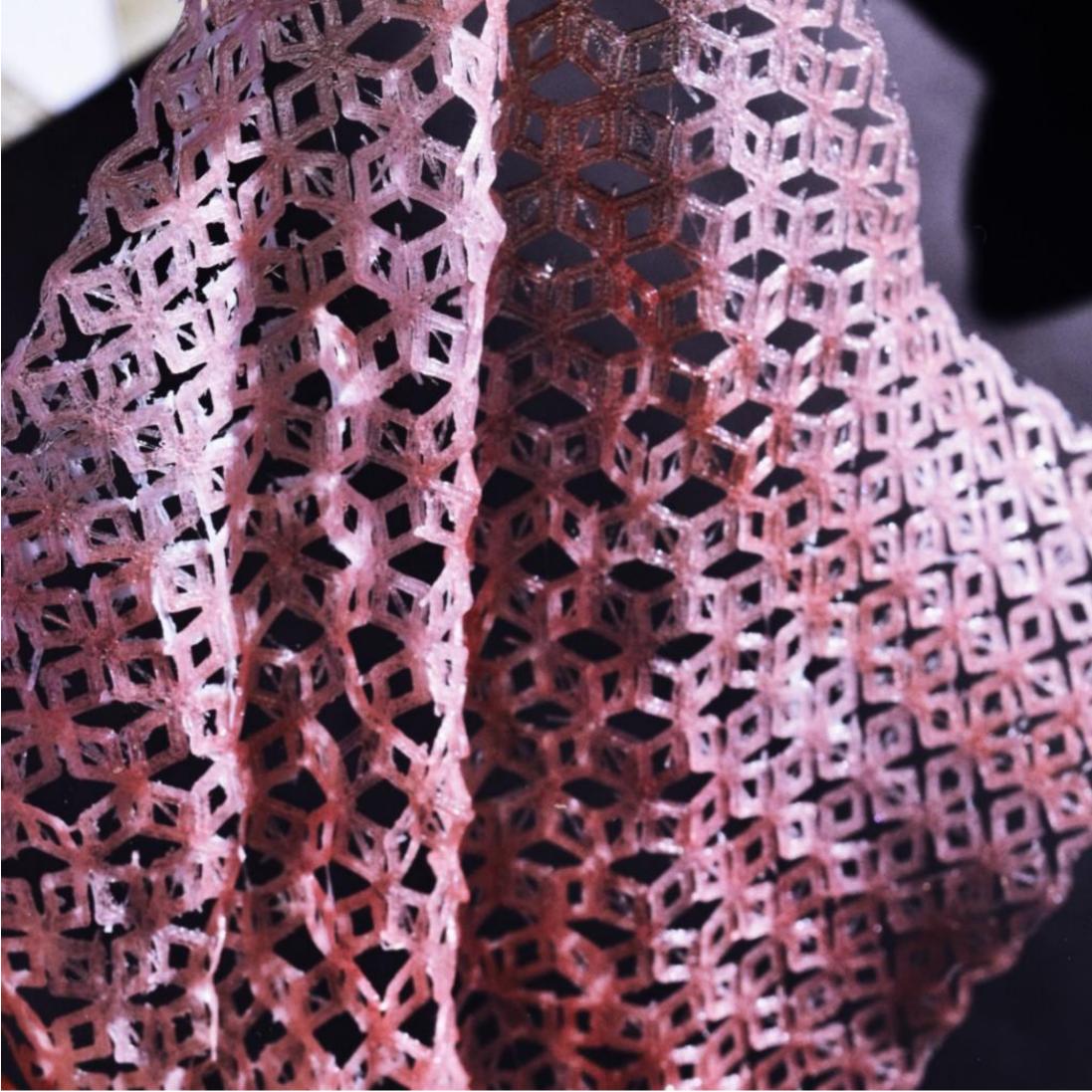
K: 67%

Para este tintura se tomó la muestra impresa en color natural y después se realizó los anudados con funda plástica para crear el Tie Dye, posteriormente se colocó la muestra al agua con el tinte, se retiró la muestra del agua se sacó los nudos y se puso a secar.







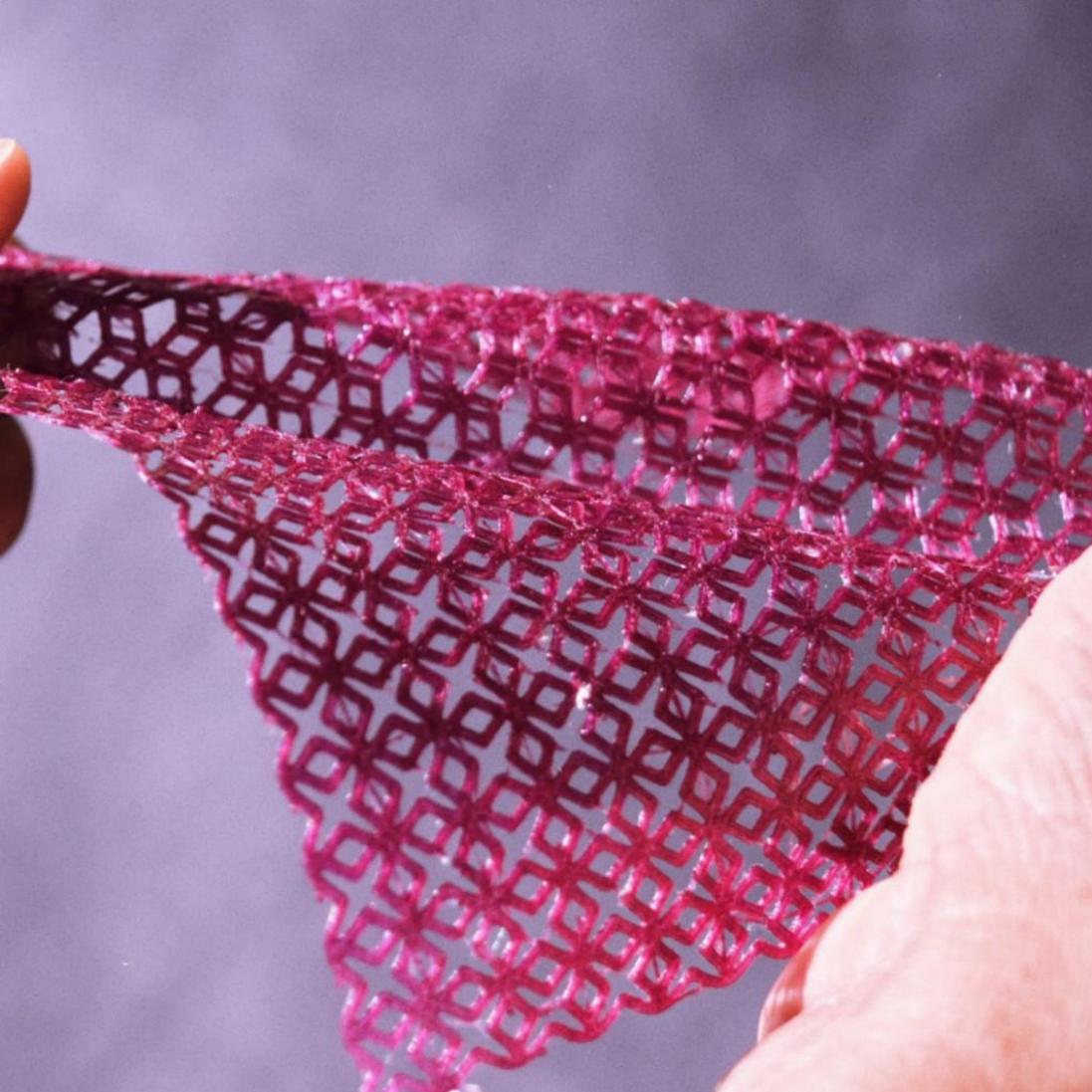




Como se puede ver en la muestra, el color absorbido por el material es bastante tenue, y crea un efecto entre Tie Dye y degradado, si bien resulta un efecto interesante, pero para obtener un color en específico se recomienda usar un tono saturado.



En esta muestra sucede algo interesante, el tono que se obtiene no es ni cercano al tono que indica la caja de tinte, además que al momento del proceso de teñido la muestra se arruga al extremo y se encoge, si bien se puede estirar, no vuelve a su estado normal en plano.

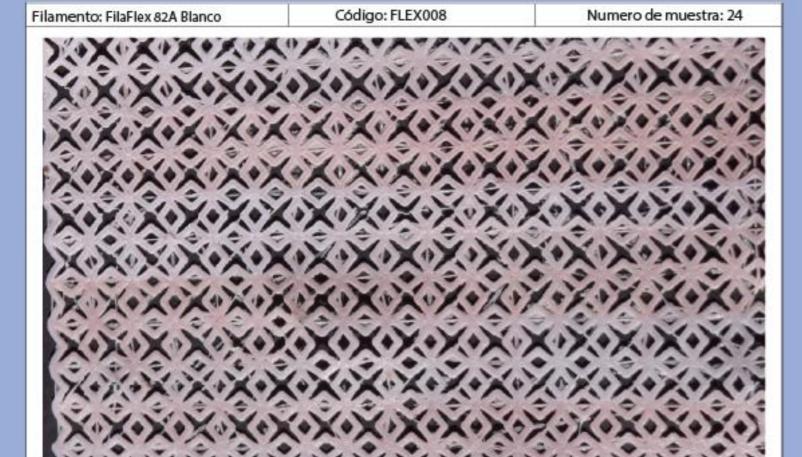


Este es el filamento que más absorbe el color y nos da un tono cercano al indicado en la caja.

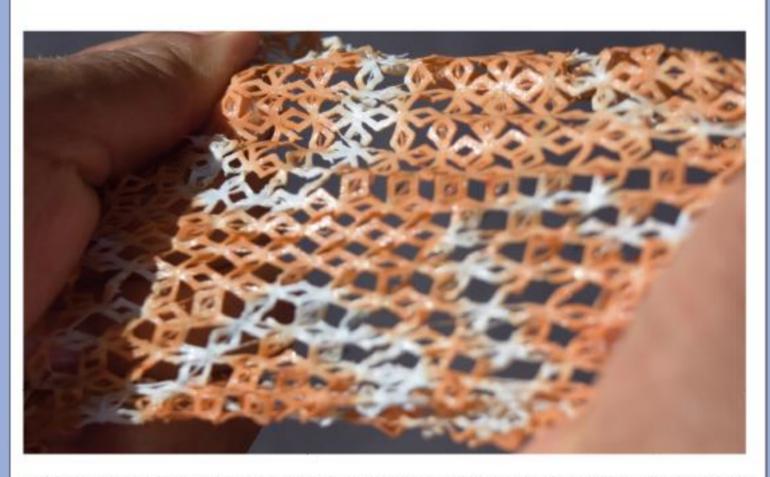


Al tinturar la muestra en tejido impreso, esta se encoge se hace una especie de esfera y resulta difícil estírala para abrirla y quede en estado plano. En cuanto al color, este es muy similar al de la caja de tinte.



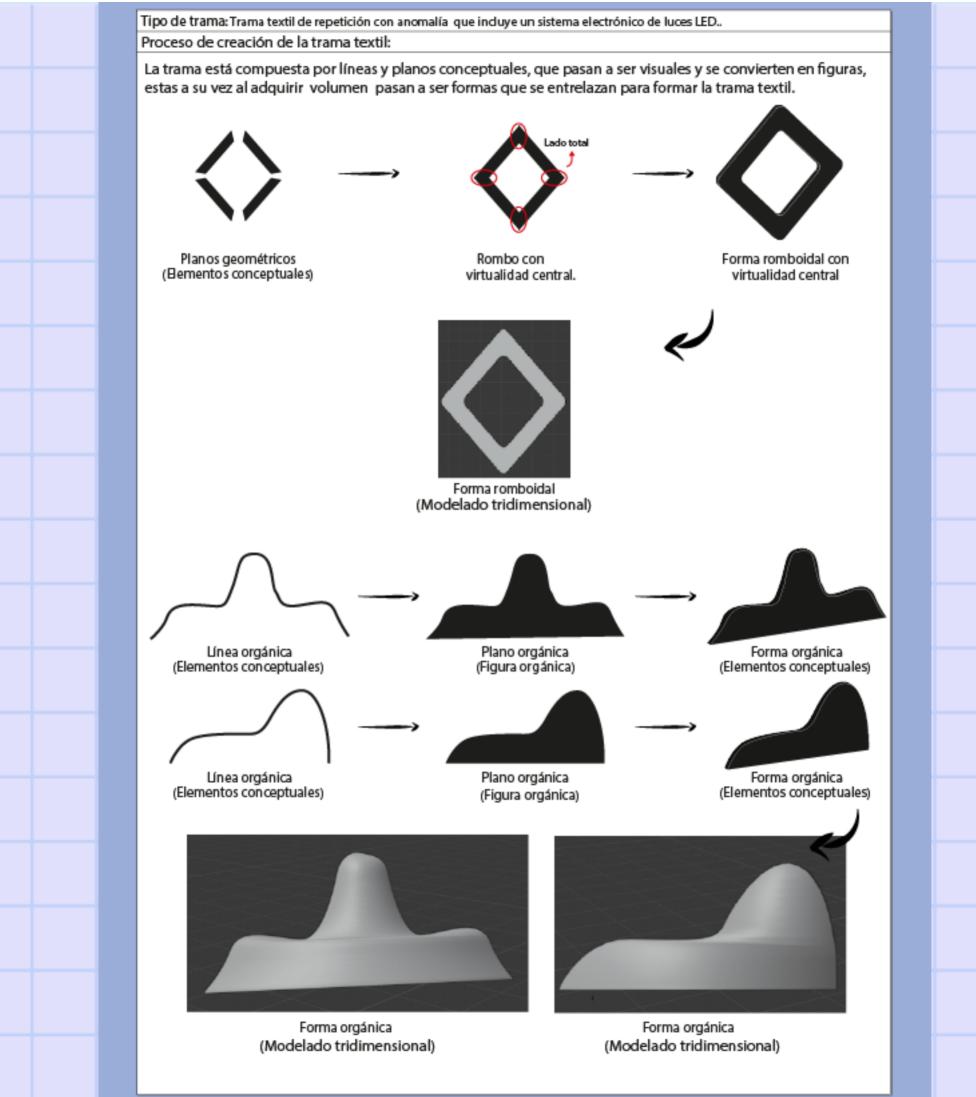


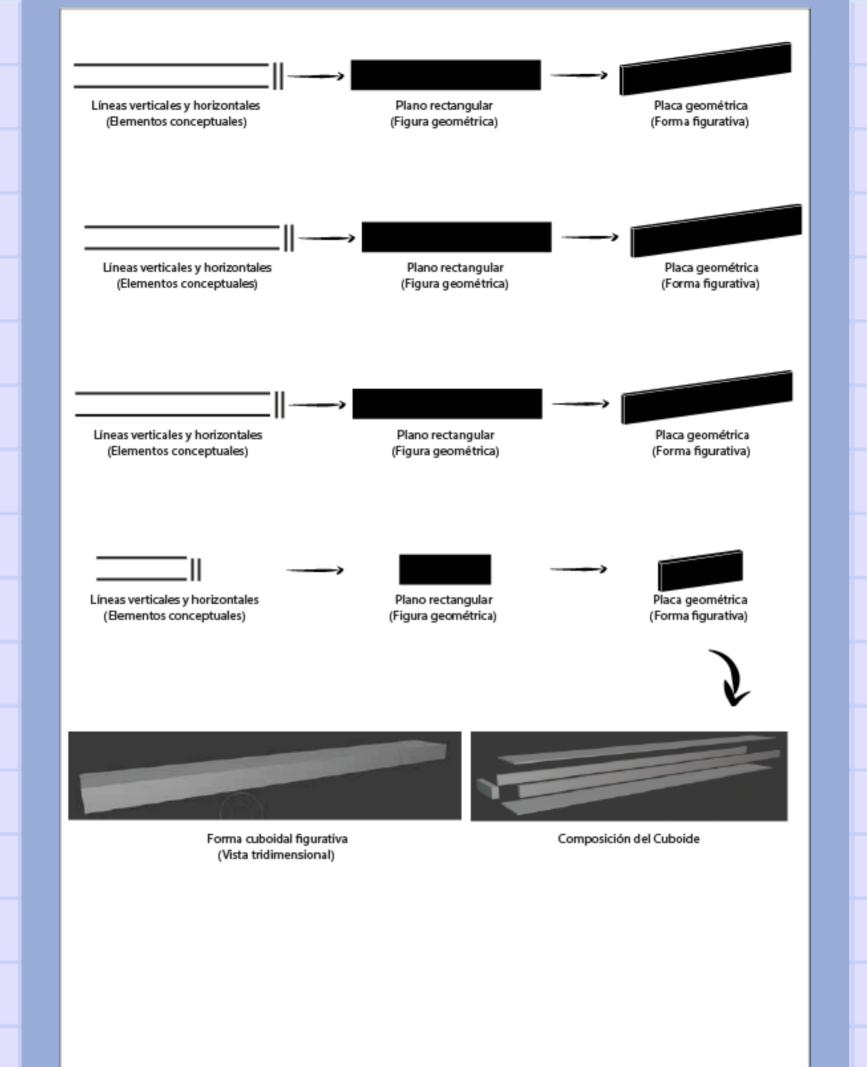
En este filamento sucede lo mismo con el Flexfill, el color se impregna en el filamento pero este es muy tenue.

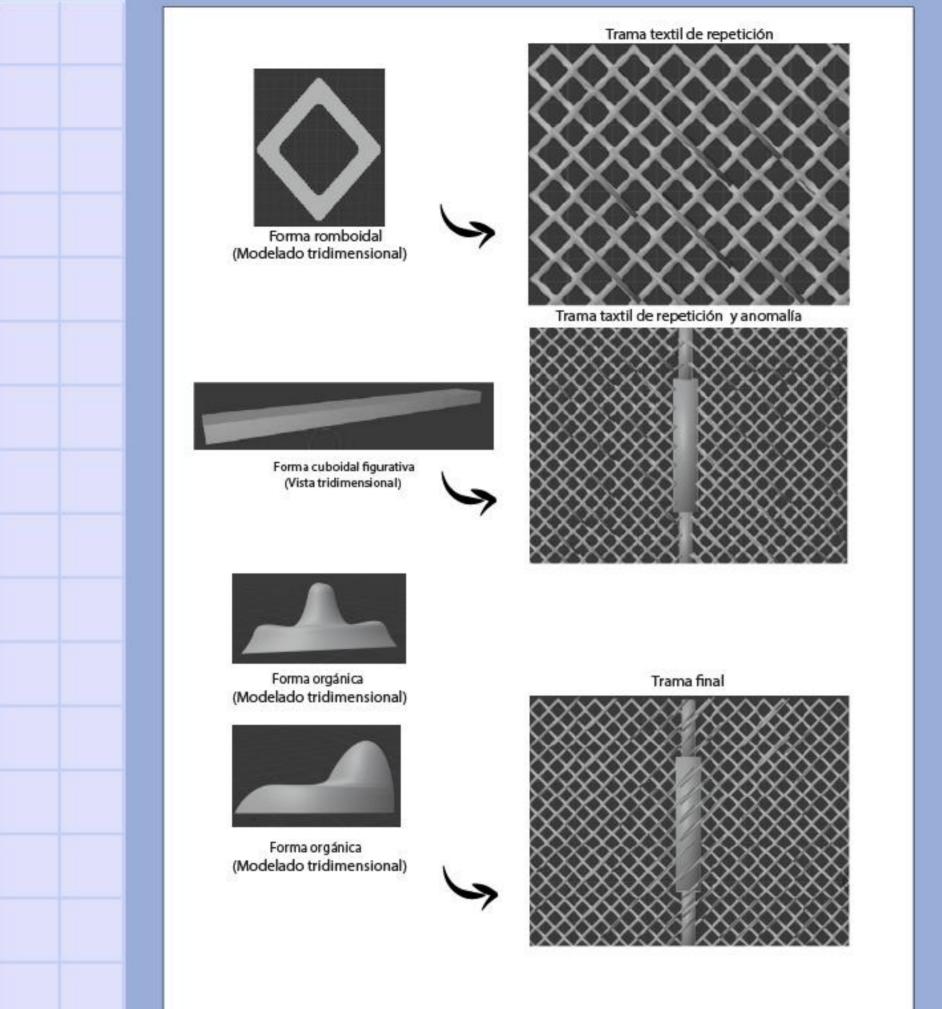


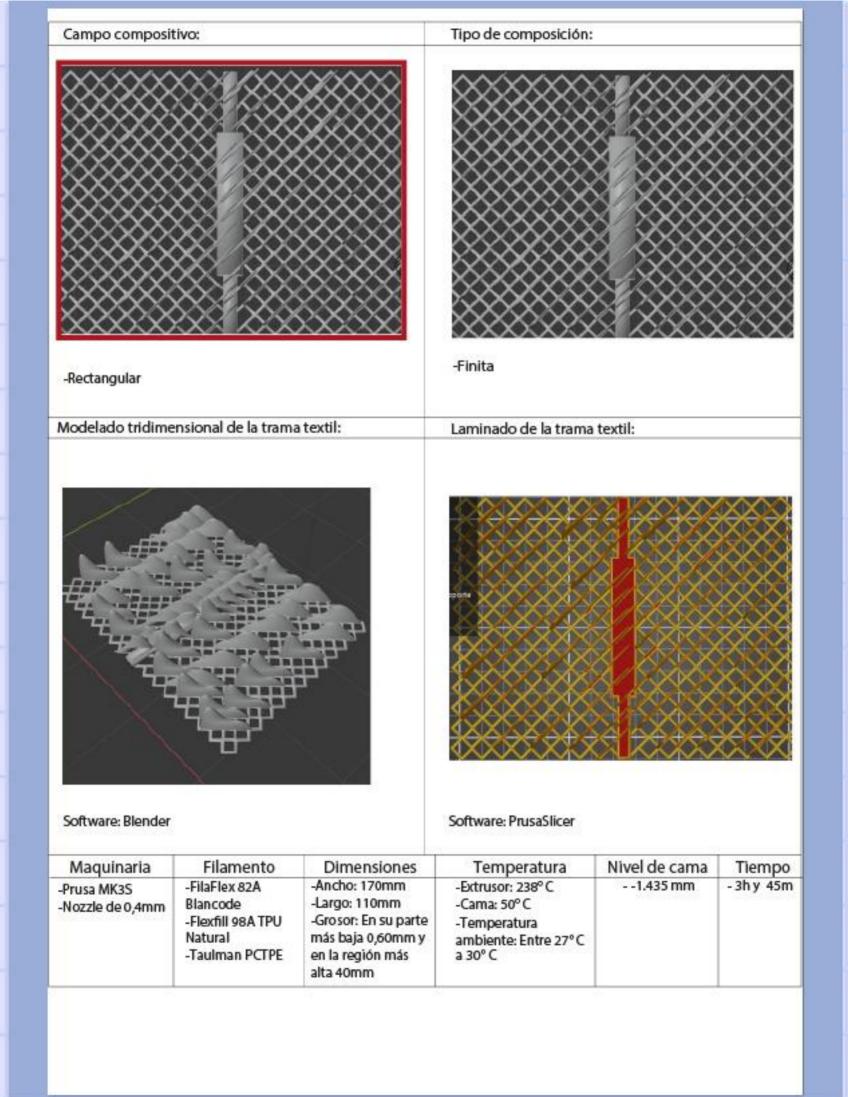
Esta muestra paso lo mismo que en las otras dos, se arrugo y encogió, aunque es bastante sencillo estirarla esta no vuelve a su estado plano y el color no es anda cercano al tono.

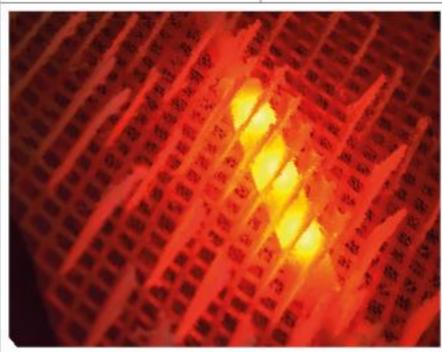
Trama textil impresa con sistema electrónico de luces LED











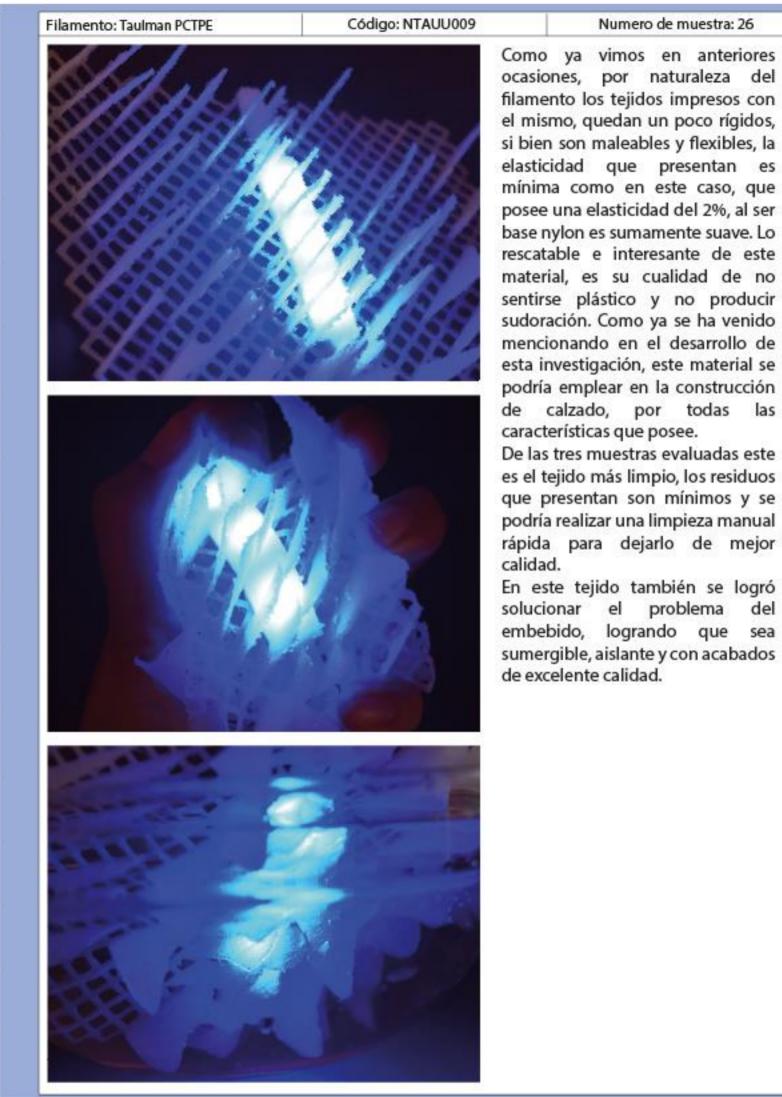




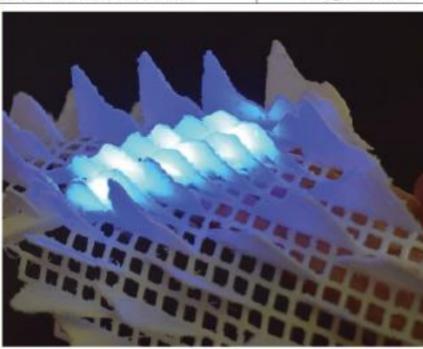
En esta muestra se aplicó las observaciones de lo analizado en las primeras experimentaciones de análisis de materiales, corrigiendo el error de embebido y subiendo el número de capas, además de imprimir con ventilador apagado para cerciorarnos de que estas se fusionen mejor.

Este tejido electrónico presenta una elasticidad del 20%, es bastante flexible y maleable a pesar de que entre sus capas se encuentre dispositivos electrónicos. Tiene un juego de texturas visuales y táctiles, con módulos que se levantan de la superficie para dar altura al tejido y crear tridimensionalidad, se optó por crear estas formas para analizar la retracción y los residuos de material al realizar textiles con volumen, lo que dio como resultado que a partir del centímetro de impresión comienza aparecer estos residuos de material, como ya mencionamos antes, para mejorar este aspecto se debe probar con temperatura y retracción, en caso de principiantes estos residuos se pueden retirar con la ayuda de una pinza para cejas o cautín.

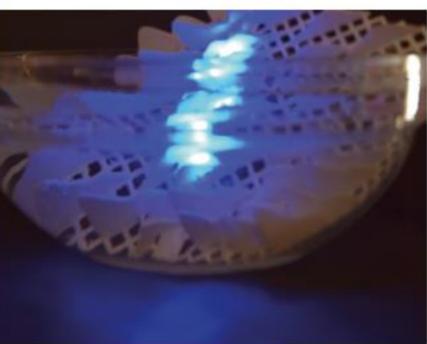
El embebido del sistema electrónico tiene un resultado favorable, ya que al resolver los problemas de embebido que aparecieron en las primeras muestras, se logró que este tejido sea sumergible, y aislar a los circuitos de sustancias liquidas que puedan afectar su funcionamiento, además que estéticamente tiene buenos acabados.



del







Sin lugar a duda el filamento FilaFlex es el que mejor resultados arrojado, es bastante maleable, flexible, y tiene buenos porcentajes de elasticidad, en este caso posee un 35% de elasticidad, y a pesar de contener dispositivos electrónicos, se puede doblar con facilidad.

Además presenta un poco de caída, esto gracias a los módulos que se levantan sobre la base. A diferencia de las otras dos muestras, estas formas orgánicas sobre el tejido tienen movimiento, asemejándose a un tipo de pelaje.

En el caso del embebido, las primeras experimentaciones nos dieron resultados positivos, y este caso no es la excepción, consiguiendo una muestra de calidad, sumergible y aislante. El único problema que se podría mencionar es que de las tres muestras, esta es la que presenta más residuos de material.

Consejos de usos.

...

Flexfill

●●● Tramas que funcionan con este material:

Las tramas que se recomiendan utilizar para este filamento y sacar provecho de su poca elasticidad, son las siguientes:





• • • Temperatura recomendada:

El rango de temperaturas que se recomienda usar en relación a estas experimentaciones es de: entre los 234 a 238 grados centígrados. Personalmente sugiero utilizar en las primeras capas de impresión 238 grados y a partir de ahí bajar la temperatura.

• • • Grosores recomendados:

Para garantizar una buena elasticidad y maleabilidad del tejido, se recomienda usar grosores de entre 0,50 milímetros hasta los 1,4 milímetros. En el caso de muestras de tejidos estructurados se sugiere realizar las bases de las estructuras entre 0,8 milímetros a 1 milímetro.

Flexfill

• • • Conductividad eléctrica:

Con las últimas pruebas de comparación de materiales, se validó la conductividad eléctrica con el sistema de embebido. Para lograr buenos resultados se recomienda tomar medidas exactas de los dispositivos electrónicos a usarse y en función a ellos realizar la elección de formas y estructura compositiva para que los embeba correctamente, hay que tener en cuenta que para logra un buen embebido con este material, se debe de usar de 3 a 5 capas sobre la superficie directa del dispositivo.

• • • Posibles aplicaciones:

Por las cualidades de traslucidad y brillo de este material, se podría aplicar en:

- -Diseño de vestuario en fantasía y ciencia ficción.
- -Prendas de alta moda.
- -Accesorios.
- -Apliques para realizar bordados.
- -Diseño conceptual y experimental.
- -Trajes para cosplay.

Taulman PCTPE

●●●Tramas que funcionan con este material:

Como vimos, este es el filamento más rígido y menos flexible de los tres, para conseguir una buena elasticidad, flexibilidad y maleabilidad, la mejor opción es usar tramas orgánicas de líneas finas. Aunque todo depende del uso que se le quiera dar al material, pero la sensación más cercana a un textil se logra con este tipo de tramas.



●●● Temperatura recomendada:

Para obtener una buena calidad en los tejidos, se recomienda usar temperaturas que ronden entre los 232 grados a los 236 grados, para conseguir muestras limpias y de buena definición.

• • • Grosores recomendados:

En el caso de este material el grosor depende mucho del uso que se le vaya a dar y en qué zonas se va a colocar, pero para ser usado como base textil y que no sea incomodo, se sugiere usar grosores entre 0,35 milímetros hasta 1,2 milímetros.

Taulman PCTPE

• • • Conductividad eléctrica:

La conductividad eléctrica funciona muy bien en este material. Después de solucionar problemas de fusión entre capas y correcto cubrimiento del embebido, se recomienda realizar este proceso con el ventilador apagado y colocar de 4 a 5 capas de material sobre la superficie directa del circuito.

• • • Posibles aplicaciones:

Por las características de este material, se recomienda usar en:

- -Accesorios.
- -Suelas de zapatos.
- -Plantillas.
- -Bolsos.
- -Elementos de protección (cascos, rodilleras, coderas)
- -Insumos para corsetería.
- -Apliques textiles.

Filaflex

●●●Tramas que funcionan con este material:

En el caso de este material, no vamos a especificar una trama en concreto ya que este es el filamento más flexible, maleable y elástico de los tres. Con cualquier trama que se utilice este material ofrece buenos resultados, lo que si se debe cuidar son grosores, temperatura y retracción.

• • • Temperatura recomendada:

La temperatura es un punto clave para obtener muestras limpias y de buena calidad, por ello se recomienda usar y temperaturas entre los 230 a 238 grados, así se controla de alguna manera el goteo del material.

• • • Grosores recomendados:

Los grosores que se pueden utilizar con este material van desde los 0,35 milímetros hasta los 2,4 milímetros. En el caso de tramas estructurales al igual que el flexfill se debe de cuidar el grosor de las bases para no comprometer su elasticidad.

Filaflex

• • • Conductividad eléctrica:

Fue con este material que a la primera muestra se pudo validar la postulación de que este tipo de tejidos pueden ser receptores de dispositivos electrónicos, albergarlos de manera óptima y protegerlos sin que se vea afectada la conductividad eléctrica. Por la fusión entre capas de este filamento, se puede usar entre 2 a 3 capas para embeber correctamente a los circuitos electrónicos.

• • • Posibles aplicaciones:

Las aplicaciones de este material no tiene límites, se puede usar para prendas de primera hasta tercera capa, solo por enunciar algunas aplicaciones, se podría aplicar en:

- -Indumentaria deportiva
- -Alta moda
- -Street style
- -Calzado
- -accesoreios

Etc.



Después de analizar cada una de las muestras, se procede a realizar tres propuestas digitales de textiles electrónicos para una futura aplicación. Estas bases textiles se realizaron a partir de la experiencia adquirida durante este proceso de investigación. Cuentan con el esquema compositivo descrito en las páginas anteriores.

Propuesta 1: Flexifill

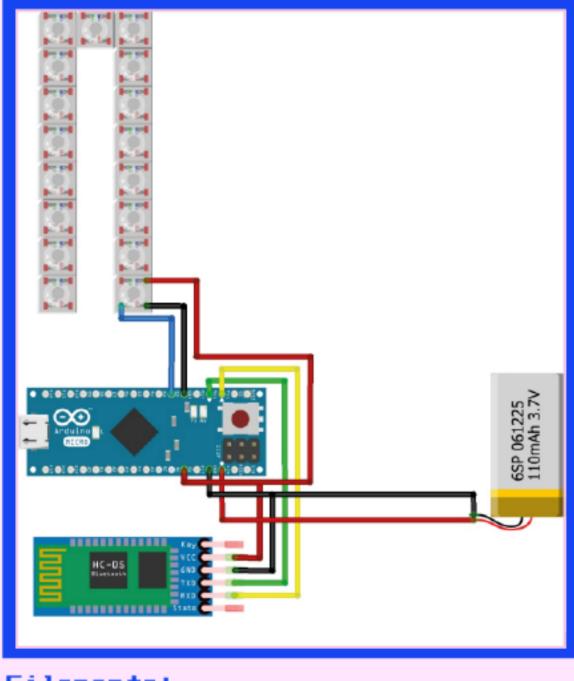
En las experimentaciones realizadas con este material, se pudo observar que al no ser un filamento totalmente elástico, a través del diseño de la trama se puede elevar su elasticidad. Sus cualidades translucidas y de brillo lo hacen ideal para aplicaciones estéticas, donde se trabaje con luces ya que este material amplifica la luz creando efectos interesantes. Por ello esta propuesta se trata de una minifalda al estilo de los 70s, la cual cuenta con un sistema de cambio de color para crear este efecto psicodélico típico de la época, además que se toma de referencia a las cadenas utilizadas en aquellos años para la creación de las formas, además que este diseño de trama compuestas por formas que crean una especie eslabones aporta gran porcentaje elástico a este material como lo vimos en los resultados de las experimentaciones.

•••Textil electrónico con sistema de cambio de color.

Función:

Cambio de color

Sistema electrónico:



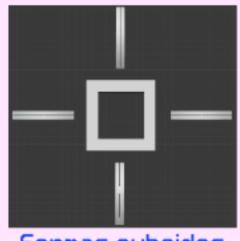
Filamento:

Flexfill 98A TPU Natural

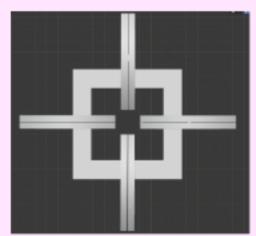
•••Textil electrónico con sistema de cambio de color.

Formas:

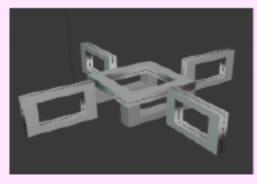
Este tejido está compuesto por formas cuboidales que se entrelazan entre sí para generar un motivo, mismo que es el elemento que compondrá esta trama. Se opta por usar este tipo de formas ya que al observar los resultados de las experimentaciones anteriores, las tramas compuestas por módulos que generan una especie de entrelazado de eslabones aporta elasticidad y cuerpo al tejido, especialmente para este filamento que no posee tanta elasticidad.



Formas cuboides



Entrelazamiento de formas



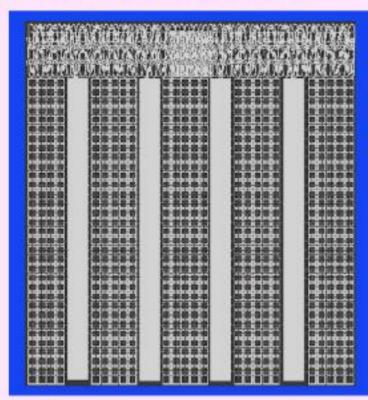
Vista tridimencional



Vista tridimencional

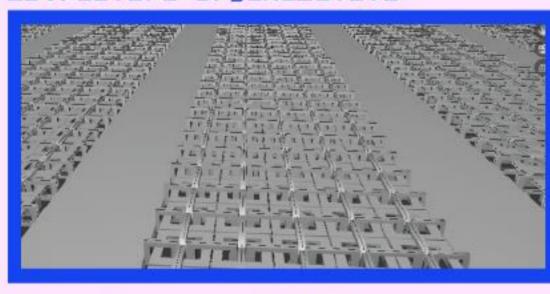
••• Textil electrónico con sistema de cambio de color.

Campo compositivo:



El campo compositivo es un rectángulo patrón de una minifalda recta sin pinzas.

Estructura organizativa:



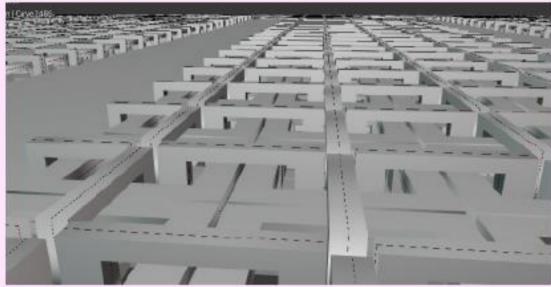
Repetición con anomalía central.

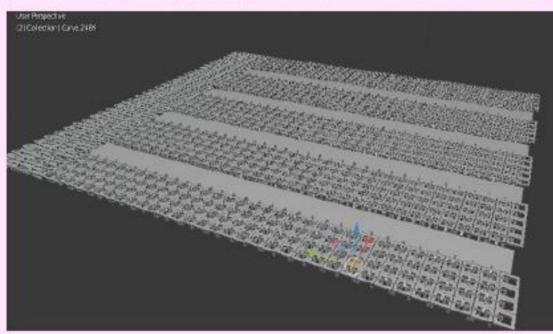
Tipo de composición:

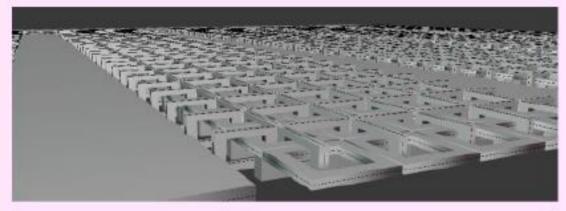
Finita

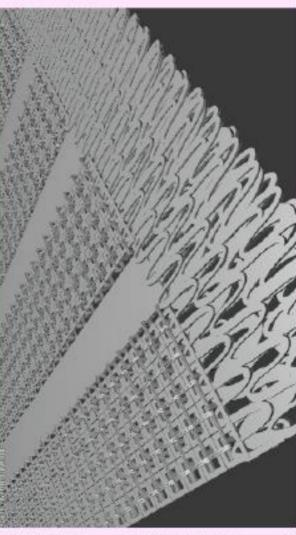
•••Textil electrónico con sistema de cambio de color.

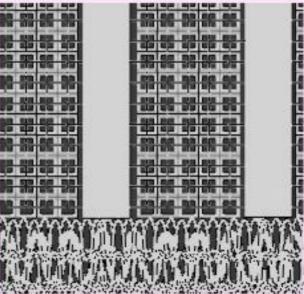
Vistas y detalles de la trama:







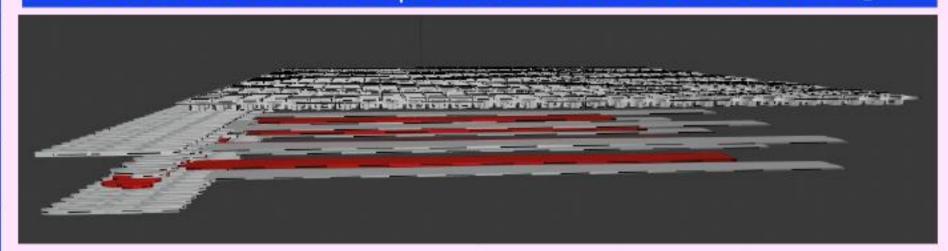




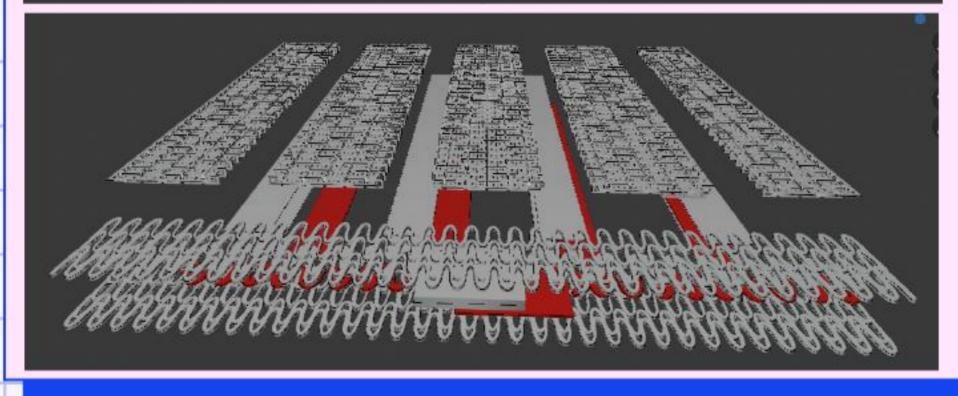
••• Textil electrónico con sistema de cambio de color.

Vistas y detalles del embebido:

El sistema embebido está representado en las zonas de color rojo.







Propuesta 2: Taulman PCTPE

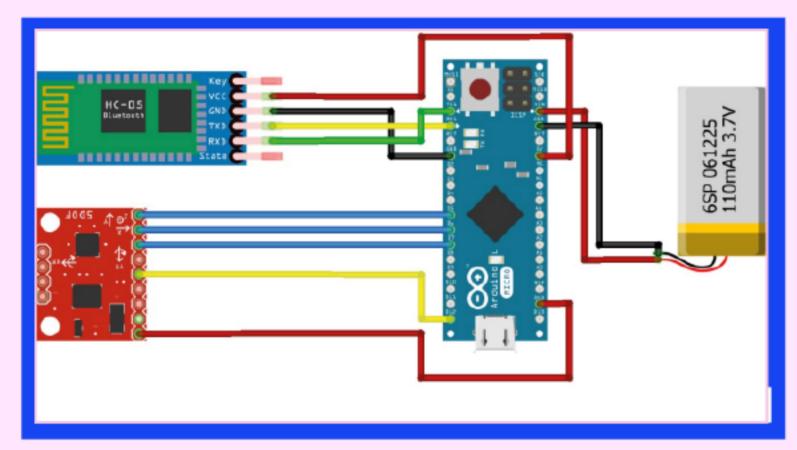
Si bien es al filamento más cercano a la sensación de un textil convencional, es rígido, por ello los usos que se le puede dar es; en el área de calzados, accesorios y diseño de vestuario. Para este proyecto presentamos una propuesta dirigida a deportistas, una plantilla para medir distancias recorridas, adaptable a cualquier tipo de calzado, cómodo y no provoca sudoración al contacto con el pie.

●●●Textil electrónico con sistema de medición de recorridos.

Función:

Medidor de recorridos.

Sistema electrónico:



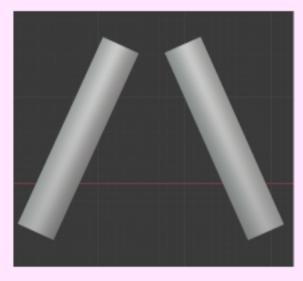
Filamento:

Taulman PCTPE

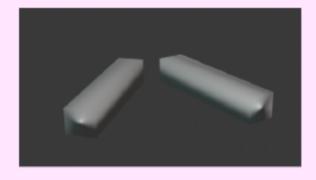
●●●Textil electrónico con sistema de Medición de recorridos.

Formas:

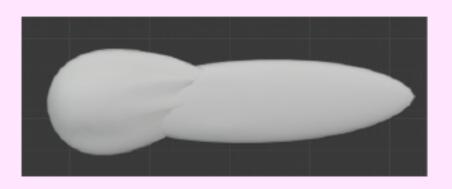
Este tejido se compone por formas lineales que se entrelazan para crear una malla, donde en de ella surge un módulo ovalado para alojar los dispositivos electrónicos, como vimos en las anteriores muestras, este filamento es un poco rígido pero su sensación al tacto, además del hecho de no provocar sudoración, se puede utilizar para la elaboración de calzado.



Formas lineales geométricas



Vista tridimencional



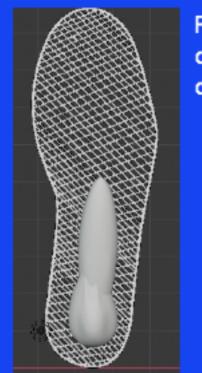
Formas ovaladas



Vista tridimencional

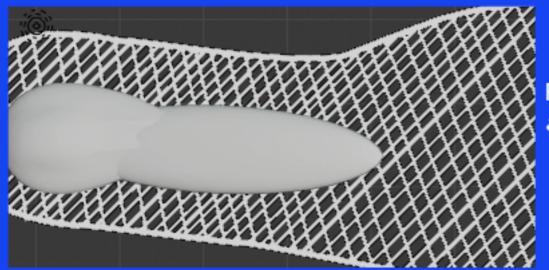
••• Textil electrónico con sistema de medición de recorridos.

Campo compositivo:



Plantilla para c a l z a d o deportivo.

Estructura organizativa:



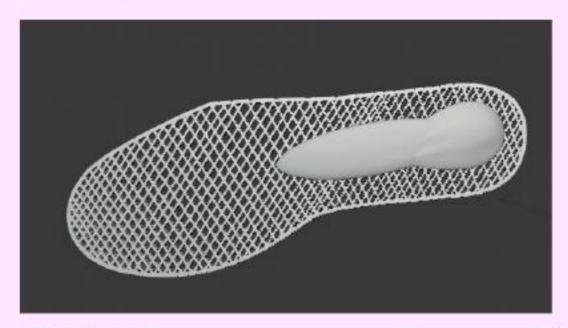
Repetición con anomalía central.

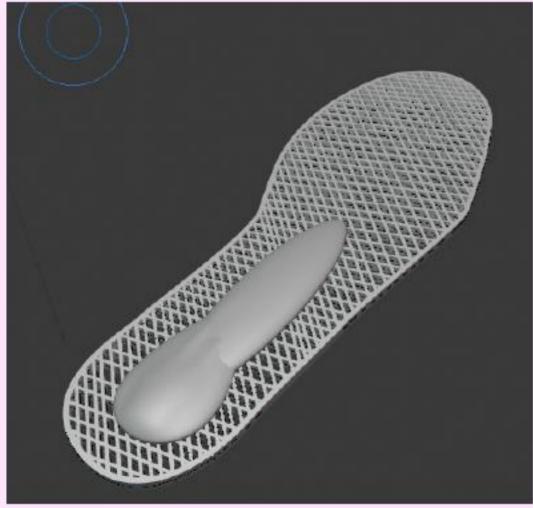
Tipo de composición:

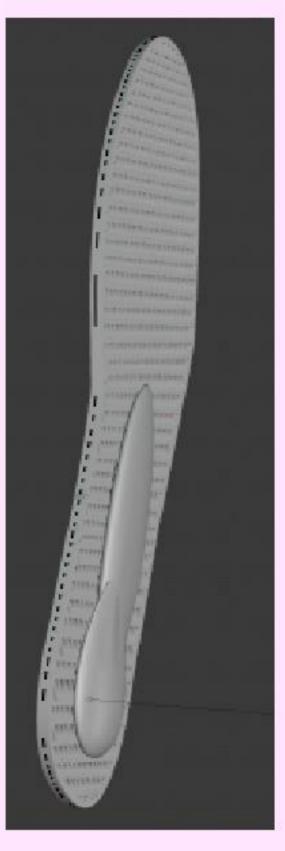
Finita

•••Textil electrónico con sistema de medición de recorridos.

Vistas y detalles de la trama:



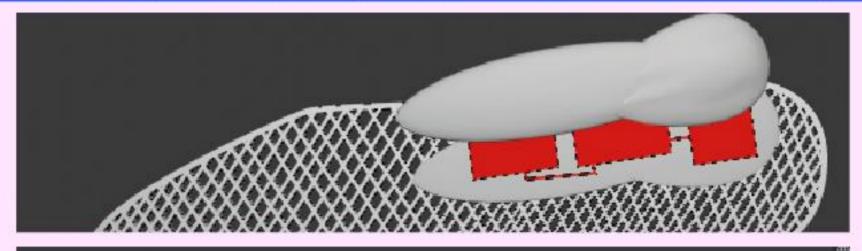


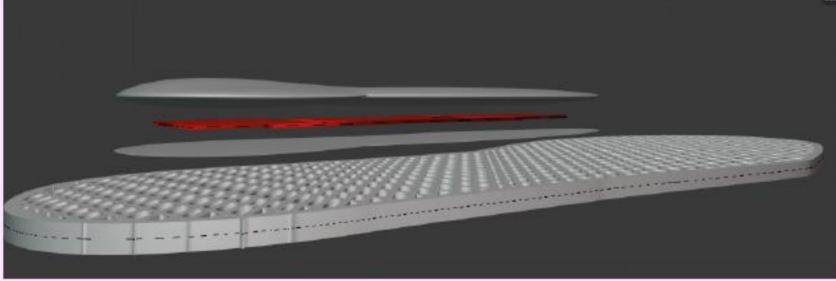


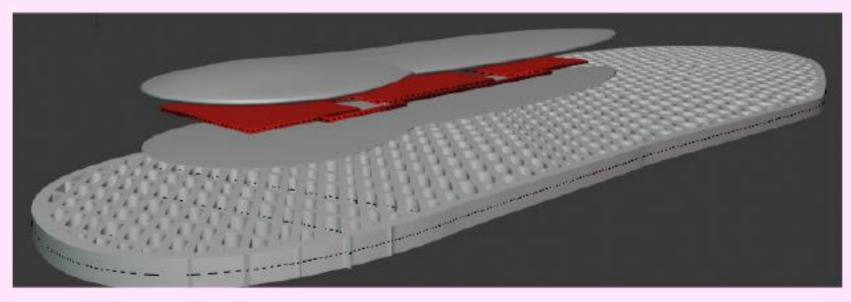
● ● Textil electrónico con sistema de medición de recorridos.

Vistas y detalles del embebido:

El sistema embebido está representado en las zonas de color rojo.







Propuesta 3: FilaFlex

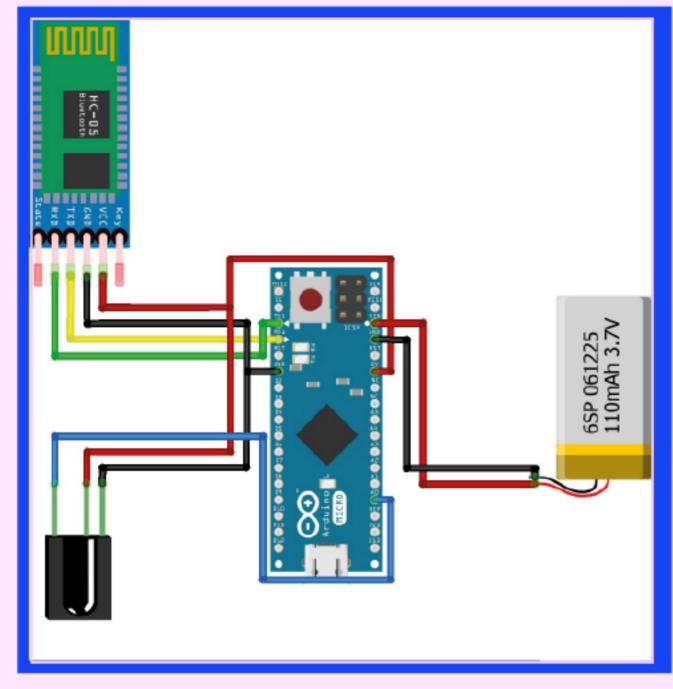
Este filamento es el más adaptable, y según la trama que se diseñe tiene un sin número de aplicaciones, es sumamente elástico, suave y flexible. En este caso se ejemplifica en una propuesta para monitoreo de salud en casa, un sistema no invasivo, cómodo, fácil de usar, que puede ser usado por hombres o mujeres, y adaptable a cualquier estilo.

● ● ● Textil electrónico con sistema de monitoreo de pulso cardiaco.

Función:

Monitoreo de pulso cardiaco.

Sistema electrónico:



Filamento:

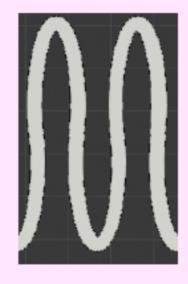
FilaFlex 82A

Formas:

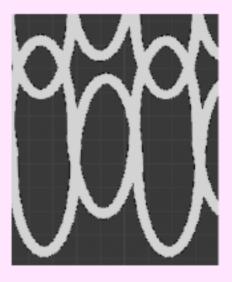
El tejido se compone por formas ovaladas y orgánicas, que se entretejen entre sí para crear un tejido que incorpora un sistema de monitoreo de pulso cardiaco, el textil es un tejido tipo malla, con óvalos tridimensionales para crear una textura táctil y dar volumen a la tela. Este filamento al ser el más flexible y maleable permite jugar mucho con las formas y volúmenes.



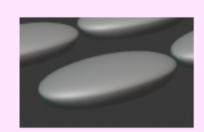
Formas ovoides



Formas lineales orgánicas



Formas lineales ovaladas



Vista tridimencional



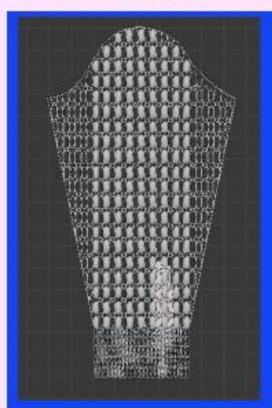
Vista tridimencional



Vista tridimencional

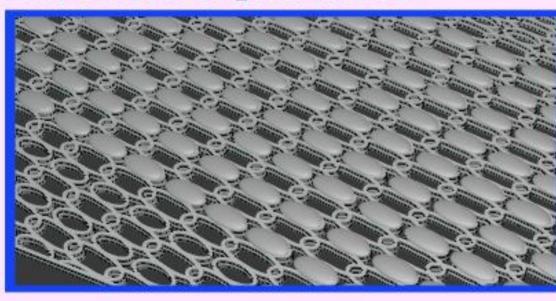
• • • Textil electrónico con sistema de monitoreo de pulso cardiaco.

Campo compositivo:



Patrón de manga con puño para bomber jacket unisex.

Estructura organizativa:



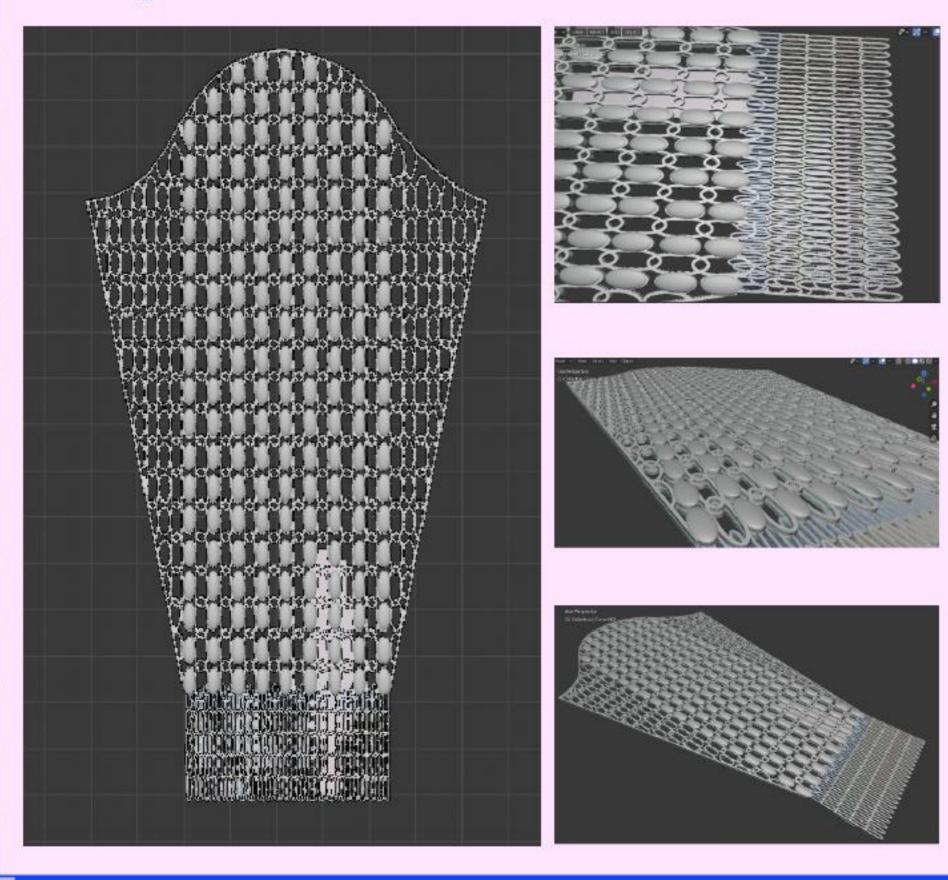
Repetición con anomalía central.

Tipo de composición:

Finita

••• Textil electrónico con sistema de monitoreo de pulso cardiaco.

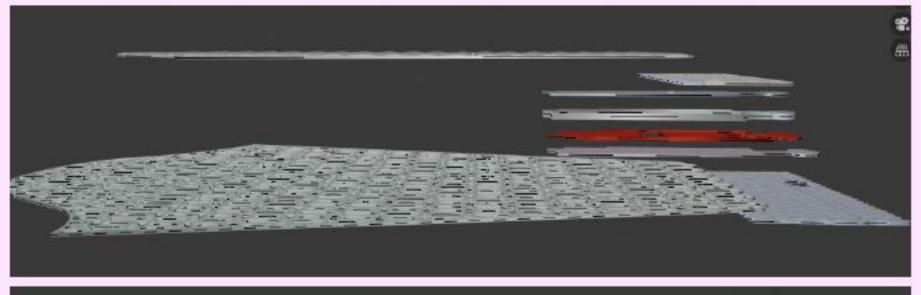
Vistas y detalles de la trama:

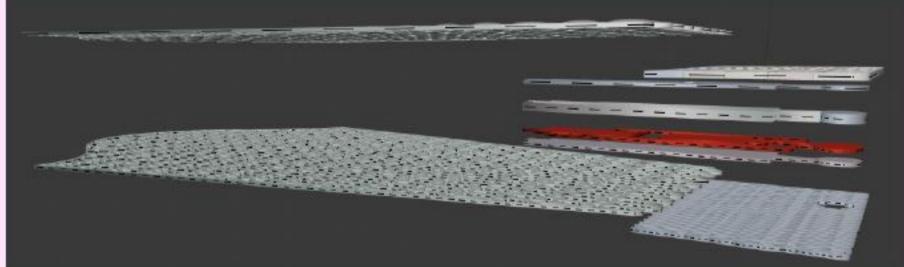


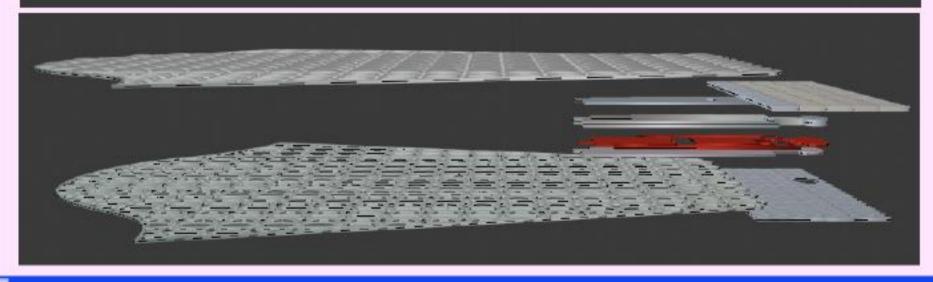
••• Textil electrónico con sistema de monitoreo de pulso cardiaco.

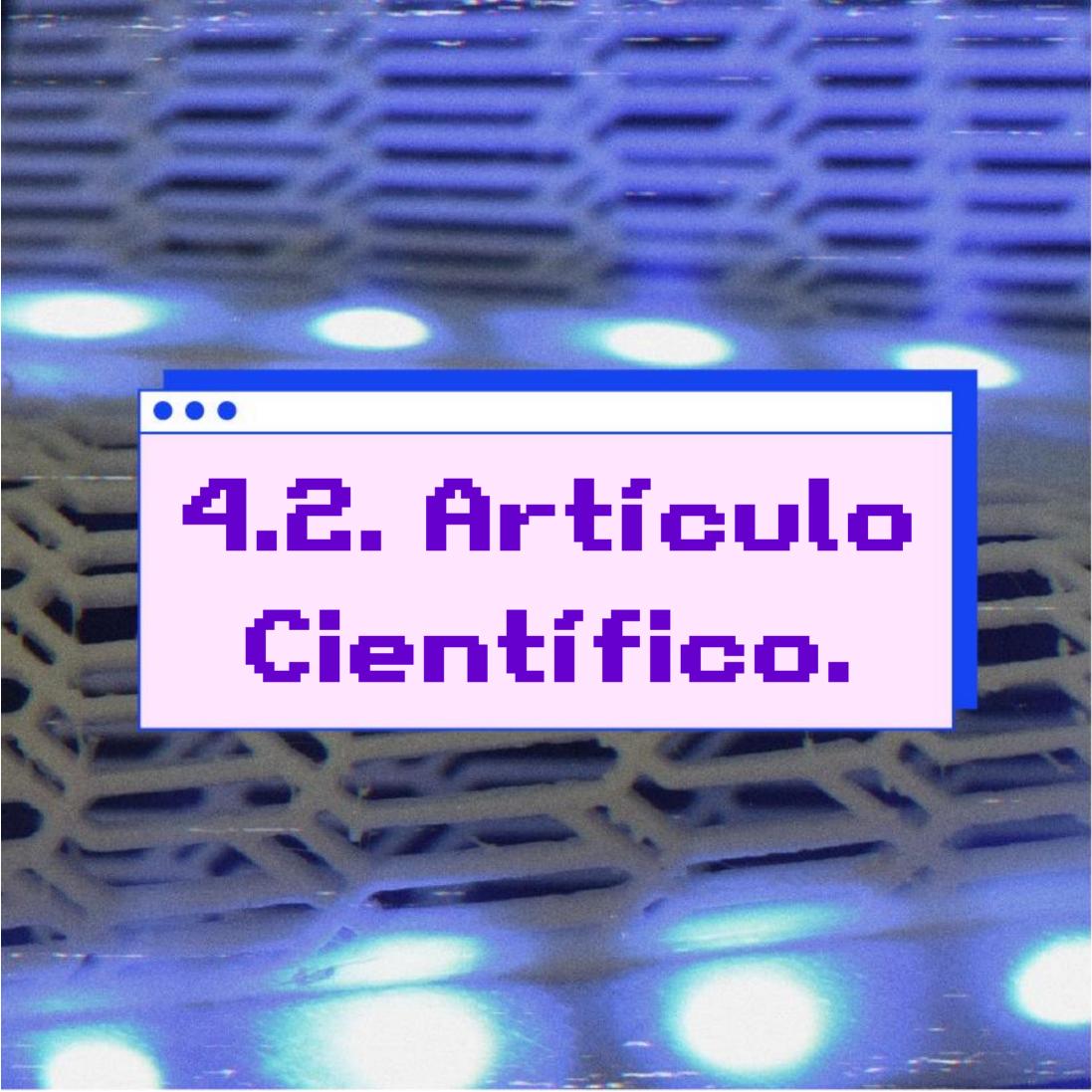
Vistas y detalles del embebido:

El sistema embebido está representado en las zonas de color rojo.









Por motivos de publicación del artículo científico, en las siguientes líneas se enuncia solo el título y el resumen de la investigación.

Titulo

Diseño de textil electrónico incorporado con un sistema de monitoreo.

Resumen

En el presente artículo científico se describirá el procedimiento para la implementación de un sistema electrónico de monitoreo de signos viales, el cual esta conformados de sensores que adquirirán bioseñales. Estos sensores estarán embebidos en una base textil, la misma que fue fabricada por métodos de impresión 3D. El sistema electrónico estará conformado por un sensor digital de temperatura corporal y un sensor analógico de ritmo cardiaco. Todos los datos adquiridos por estos dispositivos serán trasmitidos y procesados por un microcontrolador que se encargará de colocar dichos datos en un arreglo y trasmitir estos datos por un módulo Bluetooth hasta un celular inteligente, en el cual tendrá una aplicación donde se podrá observar, almacenar y gestionar los datos adquiridos del sistema de monitoreo. Por otra parte el textil será elaborado con materiales o filamentos basados en poliuretanos específicos en una impresora 3D, los cuales, han sido investigados y estudiados para poder escoger los más óptimos para la fabricación de la base textil mencionada anteriormente. El resultado de este trabajo servirá como base para el desarrollo de sistemas wearables confiables y optimizados.

Conclusiones

En conclusión, este trabajo para mí ha sido un gran reto, no solo por la época en el que tuve que desarrollarlo, sino también por la cantidad de información que uno debe aprender para poder realizar este tipo de proyectos. Creo firmemente que el desarrollo está en la fusión de las ciencias. Para la elaboración de este trabajo se aplicó conocimientos adquiridos en la carrera desde los primeros años, como; el estudio a la teoría del diseño, también lo aprendido en cátedras de tecnología, computación y diseño, además se complementó con el estudio de sistemas wearables, impresión 3D, sistemas de embebido, y principios básicos de electrónica.

Vivimos en una época de constantes cambios, donde el usuario tiene mayores demandas, por ello desde mi perspectiva personal, creo que como diseñadores deberíamos especializarnos en el área tecnológica, y alejar la idea de que las nuevas tecnologías vienen a remplazar los procesos tradicionales, cuando es la mirada hacia el pasado lo que hace posible esta innovación. En la realización de este proyecto, además de basarme en el estudio del diseño, también interioricé los diversos ligamentos que se realizan con las fibras para crear un tejido, ya que la producción de nuevos materiales, toma elementos del futuro, los mezcla con el pasado para lograr un presente que marque un precedente de cambio.

De igual manera, tenemos que ser muy conscientes de lo que elaboramos, es por ello que la fabricación aditiva por FDM es una gran alternativa para la fabricación de textiles e indumentaria de forma sustentable, y a esta involucrar sumarle la tecnología crean una alianza que puede ser un parte aguas de la industria donde nos desarrollamos.

Este proyecto de investigación es un pequeño aporte para el desarrollo de textiles electrónicos, ya que a través de este trabajo se evidencio que es posible embeber circuitos electrónicos en textiles impresos en 3D sin que estos sufran ningún daño. A través de las distintas experimentaciones se llegó a cumplir los objetivos planteados, donde como resultado una guía de estudio y desarrollo para este tipo de materiales. Una fusión de un futuro con la aplicación de técnicas de fabricación aditiva y un pasado que nos muestra la interrelación de elementos para crear tejido. cobija, que convergen en este presente.

Recomendaciones

El mundo atraviesa tiempos difíciles, y es ahora cuando pandemias nos azotan evidenciamos la fragilidad que tenemos como especie, y nos damos cuenta que si bien estamos cubiertos, no estamos del todo protegidos. El desarrollo de textiles inteligentes es una alternativa para transformarnos como especie, quizá algún día se haga realidad el imaginario donde nuestra ropa nos hace seres con cualidades extraordinarias, el indumento puede ser el paso a ese humano ciborg del futuro.

Para llegar a ello debe de haber un continuo proceso de investigación y desarrollo, tenemos las habilidades y capacidades para ser un ente de cambio en la industria del textil y moda. Por ello invito a la academia a unirse a la investigación y desarrollo de nuevos materiales, para trasformar nuestro presente y construir un mejor futuro.

Bibliografía

- Akbar, A. (2014). Smart Textiles. En I. Mondal, Textiles: History, Properties and Performance and Applications (págs. 239-259). Bangladesh: Nova.
- Berchon, M. (2016). La impresión 3D: Guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general. España: Gustavo Gili.
- Bitonti, F. (2019). 3D Printing Design: Additive Manufacturing and the Materials Revolution. Bloomsbury.
- Chizola, J. (6 de Septiembre de 2017). Historia de los textiles. Obtenido de Tecnologia Textil y Moda.: https://www.tecnologiatextilymoda.com/2017/09/06/historia-de-los-textiles/
- Clarke, S. (2011). Diseño Textil. España: Blume.
- Cohen, A., & Johnson, I. (2012). Fabric Science. New York: Fairchild Books.
- Colchester, C. (2008). Textiles: Tendencias actuales y tradiciones . Barcelona: Blume .
- Cómo se cubrió un cuerpo. (13 de Octubre de 2013). Cuándo se cubrió el hombre.

 Obtenido de Cómo se cubrió un cuerpo: http://historiamoda.comocubriruncuerpo.org/cuando-se-cubrio-el-hombre/
- Danit Peleg. (2018). TAKE PART IN THE NEXT FASHION. Obtenido de Danit Peleg: https://danitpeleg.com/
- El androide libre. (s.f.). La historia de los wearables: cinco siglos intentando vestir tecnología. Obtenido de [Figura]: https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/09/historia-de-los-wearables.html

- El Nemr, A. (2012). From Natural to Synthetic Fibers . En A. El Nemr, Textiles: Types, Uses and Production Methods (págs. 1-152). New York: Nova.
- Electronica, E. s. (2011). Sistemas electrónicos. Obtenido de El santuario de la Electronica: https://elsanturariodelaelectronica.webnode.es/sistemas-electronicos/
- Farias, G. (8 de octubre de 2015). Tejidos técnicos e inteligentes. Obtenido de Gabriel Farias Iribarren : https://gabrielfariasiribarren.com/tejidos-tecnicos-e-inteligentes/
- Filament2Print. (2016). FILAMENTOS: Filament2Print. Obtenido de filament2print.com: https://filament2print.com/es/179-filamentos
- filament2print. (s.f.). Taulman PCTPE. Obtenido de filament2print: https://filament2print.com/es/nylon-pa/610-taulman-pctpe.html
- Gómez, S. (2016). Impresión 3D. España: MARCOMBO, S.A.
- Guimeráns, P. (2017). La tecnología como material creativo. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Guler, D., Gannon, M., & Sicchio, K. (2016). Crafting Wearables. New York: Apress.
- Hipertextual. (2019). La primera impresora 3D: convirtiendo píxeles en materia. Obtenido de [Figura]: https://hipertextual.com/2019/04/primera-impresora-3d
- Hipertextual. (s.f.). Historia de la Tecnología: 40 años del Intel 4004. Obtenido de [Figura]: https://hipertextual.com/2011/11/40-aniversario-intel-4004
- Horvath, J., Hoge, L., & Cameron, R. (2016). Practical Fashion Tech. USA: Apress.
- Hospimedica.es. (2019). Malla impresa en 3D facilita la fabricación de soportes ortopédicos. Obtenido de https://www.hospimedica.es/: https://www.hospimedica.es/ti-de-salud/articles/294778604/malla-impresa-en-3d-facilita-la-fabricacion-de-soportes-ortopedicos.html
- Iris Van Herpen. (2020). Iris Van Herpen. Obtenido de Iris Van Herpen: https://www.irisvanherpen.com/

- Jenkyn, S. (2014). Diseño de moda. España: BLUME.
- JyP06. (s.f.). Primer circuito oscilador. Obtenido de [Figura]: https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-electronica-e0f69e81-90fc-4b0d-bfec-7482e6c0d57f
- Kumar, A., & Vigneswaran. (2015). Electronics in Textiles and Clothing: Design, Products and Applications. Portland: Taylor & Francis Inc.
- La brujula verde. (2017). Los primeros wearables, así empezó todo. Obtenido de [Figura]: https://www.labrujulaverde.com/2017/09/los-primeros-wearables-asi-empezo-todo
- Leach, N., & Farahi, B. (2018). 3D-Printed Body Architecture. Wiley.
- NERYOUS SYSTEM. (2014). n-e-r-v-o-u-s.com. Obtenido de n-e-r-v-o-u-s.com: https://n-e-r-v-o-u-s.com/
- Noticiasdelcosmos. (2009). La evolución del traje espacial. Obtenido de [Figura]: https://www.noticiasdelcosmos.com/2009/03/la-evolucion-del-traje-espacial.html
- Pailes-Friedman, R. (2016). Smart Textiles For Designers. London: Laurence King.
- Pailes-Friedman, R. (2016). Smart Textiles For Designers . London: Laurence King Publishing Ltd.
- Pinterest . (s.f.). GRECIA Historia del Traje. Obtenido de [Figura]: Recuperado de https://www.pinterest.com/pin/374924737702765209/feedback/?invite_code=f 0349a2c8df0434a8eb2cedb86f33c0e&sender_id=674625356589775292
- Pinterest . (s.f.). Jack Kilby's original integrated circuit. August 1958. Obtenido de [Figura]: https://www.pinterest.es/pin/392235448768306444/
- Pinterest . (s.f.). Y2K Aesthetic Institute. Obtenido de [Figura]: https://www.pinterest.es/pin/796855727789357426/
- Pinterest. (s.f.). 1930s Fashion The invention of Nylon Stockings. Obtenido de [Figura]: https://www.pinterest.es/pin/314829830186271278/

- Pinterest. (s.f.). PVC Loom | Start Weaving | Loom Plans. Obtenido de [Figura]: https://www.pinterest.es/pin/234187249345298405/
- Puntoensupunto.blogspot.com. (2014). William Lee. Obtenido de [Figura]: Recuperado de http://puntoensupunto.blogspot.com/2014/11/william-lee.html
- Rodríguez, G. (16 de Junio de 2017). Impresión 3D Moda: imprime tu ropa y calzado (incluso en casa). Obtenido de Retina: https://retina.elpais.com/retina/2017/06/14/tendencias/1497448125_007237.html
- Romano, A. M. (2019). Elementos del diseño. Buenos Aires : Ediciones Infinito .
- Sorger, R., & Udale, J. (2007). Principios básicos del diseño de moda. España: Gustavo Gili.
- Spina, C., & Lane, H. (2020). E-Textiles in Libraries: A Practical Guide for Librarians. United Kingdom: Rowman & Littlefield.
- Udale, J. (2014). Diseño Textil Tejidos Y Tecnicas. España: Gustavo Gili.
- Viswanathan, S. (2019). E-Textiles and its applications. IJESC.
- Wong, W. (2004). Fundamentos del diseño. Barcelona: Gustavo Gili, SA.
- Worsley, H. (2011). 100 Ideas que cambiaron la moda. Barcelona: Blume.
- Yingyng, Z. (2019). Printable Smart Pattern for Multifunctional. Matter, 2-9.



	Resumen (del proyect	to						Abstract o	of the project	ct							
	Kesomen	dei proyect							Absilació	ine projet	-							
Título del Proyecto	Diseño de textil	es electrónicos p	oor medio de im	presión 3D				Title of the project	Design of elect	tronic textiles by r	means of 3D prin	nting						
ubtitulo del Proyecto								Project subtitle										
Resumen:	nuevos materio tecnológica se proteger a los o tejeduría con lo diseño, a partir cuales se inserti-	cuencia la tecno ales como en el n utilizan textiles q dispositivos electr a generación de del uso de la tec an dispositivas el stéticas como fur	nanejo de las té ue no cumplen rónicos. El prese tramas textiles t cnología de imp lectrónicos med	cnicas; sin emb con las caracte nte proyecto pr ridimensionales resión 3D en un	argo, en esta ac erísticas necesari opone una nuev desde los princi sistema de cap	daptación as para ra forma de pios básicos del as, entre las		Summary:	Technology is increasingly combining with our ways of dressing, both in the use of new materials and in the handling of techniques; however, in this technological adaptation, that do not meet the necessary characteristics to protect electronic devices are used. If project proposes a new form of weaving with the generation of three-dimensional textile from the basic principles of design, starting with the use of 3D printing technology in a lar system, between which, electronic devices are inserted through encapsulation, thus obtaes the fic as well as functional properties.									
Palabras clave		ntes, nuevas tecr		a arduino, tramo	as textiles, filame	ntos,		Keywords	smart textiles, new technologies, arduino system, textile wefts, filaments, electronics, digita courture, weaving, design.									
Alumno:	Merchán Arce	Ninoska Fernand	la					Student	Merchán Arce	Ninoska Fernand	da							
C.I.	11050784286	Código:	79608					ID	11050784286	Code	79608							
Director:	Dis. Silvia Gabri	ela Zeas Carrillo,	Mgt.					Director	Dis. Silvia Gabri	iela Zeas Carrillo,	Mgt.							
	or: Dis. Silvia Gabriela Zeas Carrillo, Mgt. Or: Dis. Freddy Gustavo Gálvez Velasco, Mgt.								Dis. Freddy Gustavo Gálvez Velasco, Mgt.									
								and December 1	de la ferrare de				Materia 2					
							Par	a uso del Departamento	ae Idiomas >>>	>		Revisor:	Valdiviezo R	amirez Este				
													0102798261					