



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE DISEÑO

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TEJEDORA DE
CORDÓN DE FIBRAS NATURALES PARA EL TALLER DE
VESTUARIO DE LA ESCUELA DE DISEÑO DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE- IBARRA.”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN DISEÑO DE PRODUCTOS Y CONTROL DE PROCESOS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INNOVACIÓN E INDUSTRIA.

AUTOR: SANTIAGO LENIN PAREDES CAIZA

ASESOR: Mtr. SERVIO ROBERTO ANDRADE VIANA

IBARRA, 18/09/2018

Ibarra, 18 de septiembre de 2018

Mtr. SERVIO ROBERTO ANDRADE VIANA
ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Diseño, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f): 

Mtr. SERVIO ROBERTO ANDRADE VIANA
C.C.: 100129292-7

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

Mtr. SERVIO ROBERTO ANDRADE VIANA
C.C.: 100129292-7

(f): 

MSc. JOSÉ MIGUEL SEGNINI MAIZO
PASAPORTE.: 102079863


(f): 

MSc. ELMER ARTURO CARVAJAL ENDARA
C.C.: 1001511490

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Santiago Lenin Paredes Caiza, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 18 de septiembre de 2018

(f.) 
.....
Santiago Lenin Paredes Caiza

C.C. 100345485-5

AUTORÍA

Yo, Santiago Lenin Paredes Caiza, portador de la cédula de ciudadanía N° 100345485-5, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f.) 

Santiago Lenin Paredes Caiza

C.C. 100345485-5

DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Santiago Lenin Paredes Caiza, con CC: 100345485-5, autor del trabajo de grado intitulado: "Diseño y construcción de una máquina tejedora de cordón de fibras naturales para el taller de vestuario de la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, previo a la obtención del título profesional de Licenciado en Diseño de Productos y Control de Procesos en la Escuela de Diseño.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 18 de septiembre de 2018

(f.) 

Santiago Lenin Paredes Caiza

C.C. 100345485-5

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico a Dios, quién no me abandono en ningún momento y puso a las personas correctas en el momento indicado, adicionalmente por darme la fuerza, sabiduría para seguir adelante y así poder superar los problemas que se presentaron en mi carrera universitaria.

A mi familia, Juan, Margoth, Felipe, Belén, Pablo a quienes les debo todo lo que yo soy en la vida. Nunca encontraré palabras para describir cuánto los quiero y les agradezco por el esfuerzo que pusieron en mi formación humana y profesional.

"C'est la vie"

Santiago Lenin Paredes Caiza

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un agradecimiento especial, por la colaboración para el desarrollo del presente proyecto y por los conocimientos que hoy me permiten desempeñarme en el ámbito laboral, a los docentes: Elmer Carvajal, Roberto Andrade, David Casco, José Segnini.

A mis amigos Luis y Fernando gracias por todo su apoyo y finalmente gracias, María Fernanda Marroquín Cadena por ser la persona que me motivo a ser mejor cada día, los buenos momentos y detalles no los olvidare.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

CERTIFICA:	ii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
AUTORÍA.....	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE PLANOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO 1	1
1.1 Problema	1
1.2 Justificación.....	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO 2	3
2. Estado del Arte	3
2.2 Generalidades	6
2.2.1. El Cordón	6
Cordón trenzado	7
Cordón tejido.....	7
2.2.2. Tejido Jersey	8
2.2.3. Máquinas circulares de pequeño diámetro	9
Mecánica general	9
Agujas.....	9
Cilindro de agujas	10
Galga.....	10
Levas.....	11

Guía hilos.....	12
Estirador	12
Sistema de transmisión	12
Bancada	12
Motor	13
2.2.4. Materiales utilizados para tejer	13
Cuerdas y fibras naturales.....	13
Fibra Pita	14
Fibra Abacá.....	14
Fibra Lana	14
2.2.5. Cuerdas sintéticas y fibras.....	15
Poliéster	15
Nylón.....	16
2.2.6. Usos del cordón.....	16
CAPÍTULO 3	17
3. Metodología del diseño	17
Problema	17
3.1. Proceso creativo.....	18
3.1.1. Presentación de alternativas.....	20
3.1.2. Selección de la mejor alternativa	25
3.1.3. Propuestas seleccionadas del bastidor y sistema de tejido.....	28
CAPÍTULO 4	29
4.1. Cálculo en la máquina de cordones	29
4.1.1. Número de agujas	29
4.1.2. Número de vueltas del cilindro	29
4.1.3. Calculo del cilindro productor.....	30
4.1.4. Producción de cordón anual	30
4.1.5. Cadena cinemática	31
4.2. Fabricación de la maquina	31
4.2.1. Resumen de los materiales empleados.....	31
4.2.2. Maquinaria y herramienta	32
4.2.3. Construcción de elementos.....	33
4.2.4. Estructura o bancada	33
4.2.5. Sistema de tejido.....	34
4.3. Componentes prefabricados de la máquina	34
4.4. Ensamble de las piezas	34

4.4.1. Ensamble de las partes eléctricas	35
4.5. Costo del prototipo	35
CAPÍTULO 5	37
5.1. Pruebas de tejido	37
5.2. Observaciones pruebas de tejido.....	37
5.3. Recomendación para mejorar el tacto de la fibra.....	38
5.4. Resultados de las pruebas de tejido.....	38
Conclusiones	40
Recomendaciones	42
ANEXOS	43
Planos	62
BIBLIOGRAFÍA.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuestas estructura	21
Tabla 2. Propuestas sistema de tejido	24
Tabla 3. Variables de velocidades de producción	37
Tabla 4. Observaciones del tejido.....	37
Tabla 5. Recomendaciones para mejorar el tacto de la fibra.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tejido jersey.....	8
Figura 2. Agujas	10
Figura 3. Galga	11
Figura 4. Proceso de diseño 1 estructura lateral	19
Figura 5. Proceso de patrones de corte estructura lateral	19
Figura 6. Cilindro máquina de cordón.....	43
Figura 7. Maquina SP1DER	44
Figura 8. Maquina SP1DER descripción de partes	45
Figura 9. Soporte central estructura.....	46
Figura 10. Soporte lateral estructura.....	46
Figura 11. Cilindro ranurado	47
Figura 12. Carcaza exterior	47
Figura 13. Ensamble estructura general	48
Figura 14. Ensamble estructura general	49
Figura 15. Ensamble polea tiratelas.....	50
Figura 16. Ensambla motorreductor, caja transmisión de 3 puntos, poleas	51
Figura 17. Proceso de corte CNC plasma.....	52
Figura 18. Proceso de prueba de armado de estructura general	53
Figura 19. Proceso de pintado de piezas estructura.....	54
Figura 20. Proceso de ensamblado de piezas	55
Figura 21. Calibración de máquina y puesta en funcionamiento	56
Figura 22. Maquina SP1DER	57
Figura 23. Detalles de maquina SP1DER.....	58
Figura 24. Maquina SP1DER instalaciones PUCESI.....	59
Figura 25. Cordón de lana tejido por maquina SP1DER.....	60
Figura 26. Cordón de pita tejido por maquina SP1DER	60
Figura 27. Cordón de abacá tejido por maquina SP1DER	61

ÍNDICE DE PLANOS

Plano N° 1 Cilindro agujas	62
Plano N° 2 Carcasa exterior A	63
Plano N° 3 Carcasa exterior B	64
Plano N° 4 Soporte lateral estructura.....	65
Plano N° 5 Soporte central estructura.....	66

RESUMEN

En el presente estudio se desarrolla el diseño y construcción de una máquina tejedora, que permite elaborar cordones de fibras naturales, cuyo objetivo es el desarrollo de nuevas combinaciones de hilos y de esta forma generar diversos productos para la industria textil. Como soporte se investigó a fibras naturales como la pita, abacá, lana, además se analizó los tipos de máquinas de referencias nacionales e internacionales, así como también tejidos.

Para fortalecer el aspecto investigativo se consultó en repositorios de otras universidades y en patentes... que sirvieron de base para diseñar la máquina, la misma que se fundamenta en la metodología de Bruno Munari y en el método de selección de Datum. Para escoger la alternativa más idónea, también se tomó en cuenta la Biomímesis basada en el estudio de la araña, para el diseño de la estructura del bastidor y del sistema de tejido, que son las características principales las cuales se modelaron con el software AutoCAD®, dando como resultado la construcción de la fontura de agujas interna, no móvil y la galga de numeración 2,5 pulgadas, que es el principal aporte en la máquina tejedora de cordón.

La estructura está fabricada en acero templado, la carcasa exterior de aluminio tiene la particularidad de girar en su propio eje y contiene un hilo guía, que acepta calibres entre 1 a 4 Nm (número métrico) que permite utilizar diversos hilos de fibras naturales como lino, lana, cabuya, pita, sisal o sintéticos como el Poliéster, Nylon.

Como conclusiones más relevantes se obtuvo que el hilo guía, al estar dentro del cilindro externo trabaja con mayor holgura porque alimenta de una forma más precisa a la aguja evitando que las fibras se enreden y produzcan fallas en el tejido; la galga de la aguja permite el uso de fibras de mayor diámetro.

La fibra que se trabaja con mayor facilidad es la lana, pero en el caso de la Pita y Abacá hubo problemas en el tejido porque son fibras con irregularidades en su estructura, además de ser ásperas, para solucionar este problema se tuvo que poner en posición invertida al hilo y suavizarlo previamente con suavizante catiónico.

La velocidad del cilindro hilo guía se norma en 13.5 rpm y del cilindro productor o tiratelas en 3 rpm generando una capacidad de producción de 60 cm en una hora

. **Palabras clave:** Diseño, tejedora de cordón, fibras naturales, fontura, galga

ABSTRACT

In the present study, the design and construction of a weaving machine that allows making natural or synthetic fiber cords is developed, the scope of the present is the development of new yarn combinations and thus deliver diverse products for the textile industry; as a basis, the natural fibers such as pita, abaca and wool were investigated, however, they inquired about the types of machines, fabrics, national and foreign references, consulted in repositories of other universities and about patents that served as the basis for designing machine

For the development of the design, it was based on the Bruno Munari methodology and the Datum selection method that was used for the selection of the proposals and alternatives, this focused on the development of the structure of the frame and the weaving system are the main features which were drawn with the software AutoCAD, resulting in the construction of the needle bed internal, not mobile and the numbering gauge 2.5 inches which is the innovation in the cord weaving machine.

The structure is made of hardened steel, the outer aluminum casing has the peculiarity of turning on its own axis and contains a thread guide that accepts between 1 to 4 Nm that allows using various natural fiber yarns such as linen, wool, cabuya, pita, sisal or synthetics such as polyester, nylon.

It was also designed and printed the user manual in which is the procedure to weave, the maintenance of the machine and solutions of possible errors.

As the most relevant conclusions, it was obtained that the thread guide being inside the external cylinder works with greater slack since it feeds the needle in a more precise way preventing the fibers from becoming entangled and producing faults in the tissue; the gauge of the needle allows the use of fibers of greater fineness; The fiber that is worked with greater ease is wool, but in the case of pita and abaca, there are problems in the fabric since they are fibers with irregularities in their structure; in terms of the speed of the yarn guide cylinder is set at 13.5 rpm and the producer cylinder or tiratelas at 3 rpm generating a production capacity of 60 cm in one hour

Keywords: Design, lace weaving machine, natural fibers, tiratelas.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de diseñar una máquina tejedora de cordón, nace de la necesidad detectada en el taller de diseño de vestuario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, al no contar con este tipo de maquinaria para producir cordón con fibras naturales, creando una independencia y a la vez una diferencia frente a los productores y su cordón tradicional.

En la actualidad, la gama de diseño con cordones es un campo amplio y cada vez de mayor demanda, la mayoría de cordones que se encuentra en el mercado nacional son elaborados en las máquinas denominadas trenzadoras de cordones, el costo de una máquina de estas características es bastante elevado.

El cordón tejido con fibras naturales como la pita y abacá es muy poco utilizado en el mercado, por los problemas físicos que presenta los hilos como baja resistencia, reducida compactación de los filamentos en el hilo, rigurosidad, estructura irregular, tejido muy áspero y torsiones elevadas a lo largo del tejido, por lo que se hace necesario diseñar y construir una máquina que posea un guía hilo que permita utilizar diferentes títulos de hilo y combinaciones de diferentes fibras sean naturales o sintéticas.

A este respecto, el aspecto innovador de la máquina es que puede tejer fibras de distintos títulos tanto de origen natural o sintético, sin tener que cambiar su galga.

El proyecto consta de cinco capítulos, el primero comprende la descripción del problema, la justificación y los objetivos a alcanzarse, en el capítulo dos se detalla el estado del arte, donde se determina varios modelos de máquinas distintas con avances recientes, consecutivamente se establece el uso de fibras naturales; en el capítulo tres se explica las fases del proceso de diseño y su desarrollo; el cuarto capítulo es la fase experimental donde se refiere a los materiales, procesos, estructura y componentes para la fabricación del prototipo; en el capítulo cinco se realiza las pruebas de tejido y validación de la máquina, y finalmente se detalla las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO 1

1.1 Problema

El cordón en el mercado se comercializa solo en dos tipos de presentación: cordón de poliéster y de algodón, el poliéster en la industria textil es considerado como una fibra de precio bajo y versátil, por esa razón se ha vuelto una alternativa casi permanente en la fabricación de cordón, pero los impactos ambientales son importantes ya que es una fibra sintética a base de petróleo, por lo tanto, está hecho de un recurso no renovable que consume mucho carbono. Según (Seoane, 2018) describe que “Más de 70 millones de barriles de petróleo se utilizan para fabricar poliéster cada año. No es biodegradable y persistirá en el ecosistema incluso cuando finalmente se rompa, se cree que las prendas sintéticas son la mayor fuente de contaminación microplástica en los océanos/ríos”.

Por otro lado, el cordón tejido con fibras naturales como la pita y abacá es muy poco utilizado en el mercado, por los problemas físicos.

El taller de Diseño y Producción de Vestuario, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede – Ibarra (PUCE-SI) ha desarrollado en el transcurso de la carrera, varias propuestas de diseño en el campo de la moda e industria textil con un enfoque pedagógico, es decir, para realizar prácticas de aula en diseño, corte, confección de prendas, pero carece de maquinaria de tejido de cordón que impide que se puedan fabricar nuevas prendas, en donde sea necesario el uso del cordón.

1.2 Justificación

Frente a la necesidad del taller de vestuario y del sector textil, se plantea la posibilidad de aplicar a su producción, el diseño y construcción de una máquina de cordón que pueda tejer fibras naturales como: pita, abacá, lana y también fibras sintéticas, con el objeto de insertar en la producción industrial, artesanal el cordón de fibras naturales y así acoplarla a las exigencias del consumidor o usuario, con miras al mejoramiento y diversificación de sus productos.

De acuerdo con (Acosta, E., & Lopez, 1997) “la industria ecuatoriana y en especial la industria de las confecciones se encuentra dividida en dos grandes grupos antagónicos, el primero de las industrias dotadas de inmensos capitales y enorme personal que posee maquinaria muy costosa, el segundo grupo que es el de los pequeños industriales, los cuales debido a sus bajos capitales y falta de maquinaria se ven obligados a depender en varios aspectos de materiales producidos por empresas del primer grupo.”

Únicamente las grandes fábricas pueden autoabastecerse de todos los insumos necesarios para elaboración de cualquier producto terminado, es así que la mayoría de talleres pequeños buscan independencia como adquisición de máquinas pequeñas.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Construir una máquina para la obtención de cordón tejido de fibras naturales, en apoyo a la elaboración de productos del Taller de Vestuario en la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de la Provincia de Imbabura.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Recopilar las bases teórico conceptuales que sustenten la investigación relacionada a fibras naturales, mecánica, máquinas industriales, tejidos, para la obtención de cordón y demás temáticas asociadas al proyecto.
2. Realizar un diagnóstico sobre el proceso manual e industrial para la obtención de cordón.
3. Diseñar la máquina de cordón de fibras naturales, basada en la metodología de diseño y asistido por un ordenador con programas (CAD/CAE).
4. Construir la máquina basado en los requerimientos obtenidos de la investigación.
5. Realizar pruebas de tejido y validación del prototipo.

CAPÍTULO 2

2. Estado del Arte

Con respecto a las fibras desde el punto de vista de Simbaña, (2007), “Hasta mediados del siglo pasado las fibras naturales tuvieron aplicaciones en diferentes industrias, pero el avance de los polímeros sintéticos, por su bajo costo de fabricación principalmente desplazaron a los productos de base natural y rápidamente”; En la actualidad los materiales con que se elaboran las cuerdas en su mayoría son de polímeros derivados del petróleo, sin embargo, la tendencia mundial es diseñar, construir y realizar productos con fibras naturales amigables y sustentables con el medio ambiente.

En congruencia Tapia, Paredes, Simbaña, & Bermúdez, (2006) señalan que: “Se están realizando diversos estudios alrededor del mundo sumando esfuerzos por conseguir materiales compuestos completamente biodegradables, para así poder de alguna manera, mitigar el daño ecológico que se ha venido dando al medio ambiente por la producción en masa de productos sintéticos.” (p.1)

Varios autores manifiestan: “Los orígenes de los cordones son muy remotos. Las primeras cuerdas o cordones vienen de los antiguos Egipcios ya que fueron probablemente la primera civilización que desarrollo las cuerdas o cordones.”(Diego, 2017,p.1), “las cuerdas fueron componentes críticos en la tecnología de los cazadores y recolectores; en casos excepcionales, impresiones de cuerda han sido encontradas en barro cocido y en contextos del arte de la edad de hielo; pero casi nada se sabe acerca de la cuerda y los textiles utilizados en el Paleolítico”(Press, 2016). Además que: “Las cuerdas de fibras naturales fueron las únicas conocidas durante siglos, y hay que retroceder a mediados del siglo pasado para ver como bajaron del trono progresivamente las cuerdas naturales por culpa de las cuerdas sintéticas.”(anónimo, 2017)

De acuerdo a lo antes citado, se puede deducir que el origen del cordón es incierto, sin embargo, se deduce que en las épocas coloniales, el ser humano incorporó a su vida este elemento al tratar de solucionar un problema básico con una acción simple como sujetar, amarrar o jalar un objeto.

En la perspectiva sobre modelos de máquinas de cordones se tiene que: la patente de (Ratera, 2015) n° WO2017081338A1, contiene nuevas actualizaciones a la máquina que

inventó Josep Ratera en sus inicios, hay que tomar en cuenta que fue la primera patente de todas las que sirvieron como referente al trenzado de cordón, se trata de una:

Máquina trenzadora del tipo que comprende unos medios de alimentación que mueven unas platinas sobre las que se disponen unos mecanismos portabobinas caracterizada porque comprende: al menos una guía en forma ocho por cuyo interior se desplaza un elemento guiador perteneciente al mecanismo portabobinas, y un primer eje conectado con los medios de alimentación, perteneciente a la platina, que finaliza superiormente en un primer piñón al que se engrana al menos un piñón satélite que a su vez está engranado con un segundo piñón perteneciente al mecanismo portabobinas, en donde al rotar el primer eje hace rotar a su vez al primer piñón que arrastra el piñón satélite moviéndolo, arrastrando a su vez dicho piñón satélite al segundo piñón que desplaza al mecanismo portabobinas de acuerdo con el recorrido de la guía, quedando asimismo la misma cara del mecanismo portabobinas encarada hacia un punto de referencia predeterminado durante todo el recorrido por la guía.

De sus patentes sucesoras a esta se tiene la:

Máquina de trenzar perfeccionada, de 1975, a nombre de D. Elíseo Ratera Portella, Patente n° 0217673 citado en (Ratera, 2015), siendo la más antigua de todas las patentes de tejedoras de cordón, en esta nos describe en si a toda la máquina en una versión de invención, otro “sistema de desbobinado a tensión constante para máquinas trenzadoras, solicitada el 2001, por la Universidad Politécnica de Cataluña, que se refiere a un sistema de bobinado caracterizado por la instalación de un motor eléctrico en cada porta carretes, un sensor de tensión del hilo, un circuito impreso con un micro controlador y los componentes necesarios” Patente n° ES2200647 citado en (Ratera, 2015), se puede observar la evolución de la máquina al implementar motores independientes sensores y micro controladores para suprimir en gran parte al sistema mecánico actualizando a un sistema electrónico de alimentación de hilo.

Por otra parte el “Aparato trenzador con portabobinas mejorado, solicitada en el 2003 a nombre de United States Surgical Corporation, describe un aparato para trenzar hilos de denier fino y formar un producto de sutura trenzado que incluye una caja del

transportador,” Patente n° ES2082096 citado en (Ratera, 2015), el detalle de esta patente nueva es el sistema de alimentación de hilo creando cordones más finos y con una dureza más prolongada sin nudos.

“Dispositivo para la fabricación de un producto trenzado, a nombre de August Herzog Maschinenfabrik GmbH & Co. Kg, del 2010, es un dispositivo para la fabricación de un producto trenzado con al menos dos trayectorias curvadas que configuran un círculo de trenzado de la funda” Patente n°ES2545491 citado en (Ratera, 2015) como una actualización ya cambia el sistema de tejido de la máquina trenzadora innovando con dos posibles trayectorias de las excéntricas esto favorece a que el trenzado sea más eficaz.

En la tesis realizada por (Suárez, 2017) se precisa la reconstrucción, automatización y puesta en funcionamiento de un equipo para la fabricación de cordones textiles para la Universidad Técnica del Norte donde nos manifiesta que “No existe patente registrada de máquinas de cordón tejido más si existe patentes de máquinas de cordón trenzado ” se puede observar la imagen de la máquina.



Fuente: (Suárez, 2017,p.93)

Por lo tanto, una vez que sea revisado por varios autores y patentes, el diseño y construcción de una máquina tejedora de cordón de fibras naturales, propuesto en esta investigación tiene características diferentes con respecto a las máquinas antes mencionadas como son su forma de tejido, que no es trenzada si no que teje (jersey) en un cilindro de agujas, esto ayuda para que la máquina no utilice más de un cono de hilo para la producción de cordón, además su sistema de transmisión es acoplado a un solo motor permitiendo que la máquina pueda mover su tiratelas al mismo tiempo, con el sistema del tejido sin perder fuerza y optimizando energía. Además, el hilo esta acoplado a la carcasa exterior que gira en su propio eje en sentido horario.

La máquina está diseñada para tejer fibras naturales como la pita, abacá y lana no obstante puede tejer diferentes títulos de hilo natural o sintético de preferencia títulos de número métrico igual a 4/36 (cuatro cabos de 1.36).

2.2 Generalidades

El uso de las cuerdas o cordón ha sido una técnica que se presenta desde tiempos inmemoriales; actividades desde los inicios de la humanidad como navegación, montañismo, recreación, investigación, entre otras, requieren en su mayoría de la aplicación de este recurso. La función principal de una cuerda es sujetar. Por lo cual el comportamiento en sí de su estructura entrelazada no se determina como un estudio de alta complejidad.

La revolución industrial en los inicios de siglo XIX ayudo a la incorporación de máquinas a la producción, sustituyó el trabajo manual y los tradicionales sistemas de fabricación por otros nuevos. El trabajo se trasladó desde los talleres artesanales con un reducido número de operarios a las fábricas. Por ende, se puede intuir que la primera máquina tejedora de cuerdas se remonta a la revolución industrial como antes se mencionaba.

2.2.1. El Cordón

Algunas definiciones manifiestan que: “Un cordel o cordón está compuesto principalmente por una base de algodón o poliéster, y algunos de éstos son reforzados con fibras sintéticas de acuerdo a las aplicaciones para las que fueron diseñados” (De Neegard, 2006) citado en (Palacio & Gaviria, 2010, p. 8)

Mientras que otros lo definen como : “Un conjunto de hilos de material flexible, que torcidos juntos (trenzados o tejidos) forman un solo cuerpo, con gran variedad de diámetros y largos.”(M, 2002,p. 1)

Una cuerda consta de dos partes la primera se llaman alma y la segunda funda; el alma es el segmento primordial ya que soporta la carga, peso y tensiones además que los filamentos de la que está formada hace que el cordón posea robustez o grosor. La segunda parte de la cuerda es la funda y esta el alma y su principal función es protegerla de las situaciones externas; los cordones son fabricados de dos formas:

- Cordón trenzado
- Cordón tejido

Cordón trenzado

“El cordón trenzado se inicia en una máquina que contiene varios carretes los cuales poseen hilos, el proceso principal es el entrecruzamiento de fibras textiles, mismo que se logra al mover en sincronía gracias al sistema de levas que se mueve en sincronía; el cordón ya elaborado es recogido por dos rodillos que giran lentamente por la desmultiplicación de poleas que viene del motor hacia los rodillos.” De (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.17)

Esta forma que se mueve en sincronía los carretes al momento de tejer se asemejan a las “bailarinas” de ahí su nombre popular en el Ecuador; en el mercado textil, existe de venta diversas máquinas de cordón trenzado de diferentes países de fabricación, pero ninguna de fabricación nacional.

Cordón tejido

El cordón tejido es echo en tejido jersey, está elaborado por máquinas circulares de pequeño diámetro; éste cordón difiere del trenzado por su estructura ya que el primero entrelaza los hilo y el segundo teje de forma circular con un solo hilo; este tipo tejido de cordón es el más eficiente para la máquina que se pretende fabricar ya que este no necesita de adquisición de materia prima en grandes cantidades y su versatilidad al momento de intercambiar las distintas fibras para la fabricación de cordones.

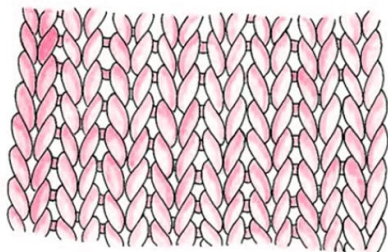
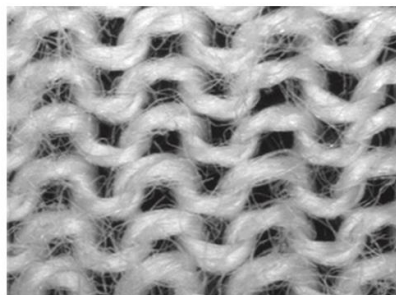
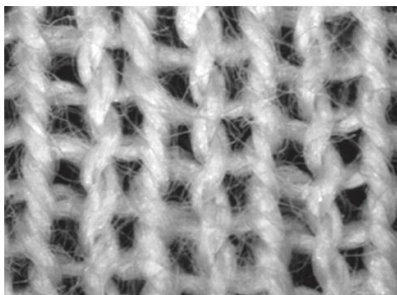
Según (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.18) explica como la máquina circular teje “El cordón tejido o más conocido en el mundo textil como tejido por trama, se basa en la

disposición circular de una serie de agujas que tejen alrededor de un cilindro o tambor el cual tiene un movimiento giratorio, alrededor de su propio eje que es proporcional a las demás partes de la máquina. Las mallas que se forman horizontalmente, se unen uno al lado de otro en la misma línea de tejido”.

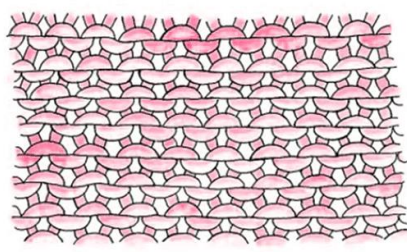
2.2.2. Tejido Jersey

El tejido de punto como se conoce en el idioma inglés “SINGLE KNIT”, y en su forma comercial “JERSEY” es creado a través de una máquina de tejer que imita a la perfección el arte de tejer a mano lo que común mente se le llama revés y derecho.

Como lo hace notar (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.20) explica a continuación cómo se teje jersey en una máquina “Las máquinas circulares tienen una serie de agujas las cuales recogen los hilos de sus guías y tejen los bucles estos se van entrelazando entre sí, acción que se repite constantemente hasta delimitar el ancho y largo de la tela, en apariencia las puntadas son de forma pequeñas y uniformes, dando así una cara plana y lisa.” Una de las características principales de este tejido es que el tejido es fácil de destejer.



Lado derecho / Right side



Lado revés / Wrong side

Figura 1. Tejido jersey

Fuente: (Tela, 2016)

2.2.3. Máquinas circulares de pequeño diámetro

Una investigación sobre máquinas circulares plantea “Son máquinas de tejido circular, donde el diámetro del cilindro que no sobrepasa las 200 agujas, el principio básico de tejido es el mismo de las máquinas ya antes mencionadas, es decir, agujas girando sobre su propio eje; estas máquinas son usadas para la elaboración de calcetines, bufandas, gorras, accesorios de vestimenta.” (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.26).

En el caso de la elaboración de cordones lo que se plantea es un sistema semejante al tejido circular del calcetín, pero que la máquina sea aún más compacta y con agujas más gruesas que soporten las fibras naturales, aunque todas las partes de una máquina de pequeño diámetro son de gran importancia las más significativas son:

Mecánica general

Las maquinas mecánicas son aparatos automáticos de forma ortodoxa que transforman el trabajo que se realiza sobre ellas en otro que resulta más provechoso; por lo general la mecánica en las máquinas de tejer tiene una principal función que es que el movimiento del motor se trasmite por excéntricas, piñones o poleas hasta llegar al movimiento de agujas las cuales producen el tejido.

En la actualidad muchas de las partes de la mecánica de una maquina sean sustituido por partes electrónicas que cumplen la misma función según (Lockuán, 2012) argumenta que: “Las máquinas actuales se integran a una computadora central, desde la cual se transmite el ligamento creado gracias a un software de diseño textil.”

Agujas

Como se define a continuación: “Es un elemento esencial del tejido porque su cabeza determina el grosor del hilo con el que se puede trabajar” (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.27).

Existe una gran variedad de agujas ejemplo: de troquel, de alambre, con transferencia, entre otros. El largo de las agujas varía dependiendo si esta funciona en conjunto con platinas de selección.

Para la máquina se utiliza la aguja de tejer galga 2.5 marca Groz-Beckert el código de la aguja es Vo 108.220 G01 este código nos sirve para su adquisición de la misma.



Figura 2. Agujas

Fuente: del autor

Cilindro de agujas

Galga

“Viene a ser el número de agujas que caben en una pulgada inglesa (1 pulgada = 25,4 mm) medida en una fontura. Normalmente, la galga se denota con la letra E. Así, por ejemplo E24 indica una máquina con 24 agujas por pulgada en su fontura (ver figura 3).”(Lockuán, 2012)

El cilindro tiene su propia definición: “Es una sola pieza de metal fundida que tiene canales fresados verticalmente donde se colocan y deslizan las agujas.” (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.32); la ventaja de la máquina que se diseñará es que el cilindro ranurado gira sobre su propio eje y con la ayuda de las levas produce el ascenso y descenso de las agujas. Para definir el tamaño del cilindro se tomó en cuenta el grosor, largo y ancho de la aguja antes mencionada, así se precisó que el tamaño del cilindro es de 10.7 cm de

largo y de espesor 3mm con una profundidad de 2 mm en los canales y con separaciones de canal a canal de 04cm con un diámetro total del cilindro.

Según (Skarlett, 2014) nos manifiesta que: “Como en el caso de las agujas, los hilos también vienen identificados, en algunos casos, con una enumeración que indica su grosor (el primer número indica el número de estirajes – fase del proceso de fabricación del hilo-, y el segundo número indica la cantidad de hebras que forman el hilo): 40/3 (muy grueso), 40/2 (grueso), 60/2 – 70/2 (medios), 100/2 (fino) y 120/2 (extrafino).”

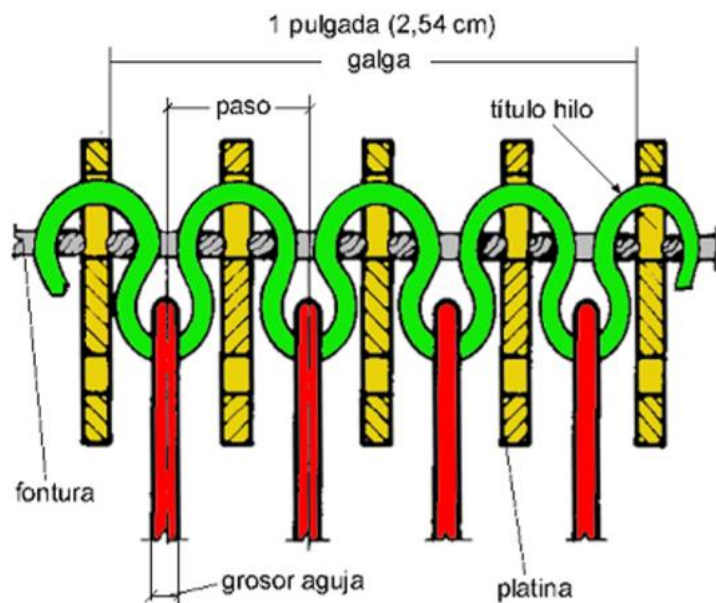


Figura 3. Galga

Fuente: (Lockuán, 2012)

Levas

Desde el punto de vista “Las levas son elementos mecánicos de acero, que sirven para guiar a las agujas, éstas piezas se encuentran en todo tipo de máquina circular y rectilínea.” (Acosta, E., & Lopez, 1997,p.32)

La máquina SPIDER como se a denominado a la maquina a fabricar posee levas construidas en base a las medidas del cilindro, se realizó en un eje el cual fue torneado y después fue acerado en su atapa final.

Guía hilos

Dicho con otras palabras “Por lo general los guía hilos son elaborados a base de aleaciones de metales, en su punta o por donde pasa el hilo tiene una porcelana la cual ayuda a la fluidez del hilo.”(Acosta, E., & Lopez, 1997,p.32); en ciertos casos varían su forma y tamaño dependiendo de la estructura del camón, la cual determina su altura o distancia entre las agujas

En la máquina diseñada se tomó en cuenta de la falta de espacio, en consecuencia, se decidió que el hilo guía se encuentra en la carcasa exterior de la máquina.

Estirador

El siguiente argumento sostiene que: “El accionamiento de los mecanismos de estiraje y plegado del tejido tiene lugar en forma mecánica a través del accionamiento principal de la máquina; o bien mediante un motor eléctrico de corriente continua auxiliar.” (De Chandrasekhar, 1997) citado en (Suárez, 2017,p.23)

Sistema de transmisión

Sobre la base de las ideas expuesta, se menciona a continuación: “El sistema de accionamiento de la máquina es esencial importancia para el buen funcionamiento de la misma y para la calidad de tejido producido” (De Chandrasekhar, 1997) citado en (Suárez, 2017,p.25)

El sistema de transmisión en la máquina a diseñar es un mecanismo importante debido a que este mecanismo permite que la máquina de tejer realice las siguientes funciones:

- Reduzca la velocidad del motor
- Invierte el giro o dirección del motor
- Transmite su movimiento en 2 o más puntos, para que diferentes partes de la máquina función a la par.

Bancada

Como sugiere la siguiente definición: “La función de la bancada es esencial para asegurar un funcionamiento seguro de la máquina y la calidad del producto obtenido, la misma debe ofrecer una estabilidad absoluta a toda la maquina a fin de poder absorber sin deformación alguna las fuerzas que generan la aceleración y frenado de la misma.” (De Chandrasekhar, 1997) citado en (Suárez, 2017,p.25); la bancada en la maquina es donde se pretende incorporar la estética para generar una estructura con una nueva

presentación de las máquinas de cordón no antes vista pero sin perder el aspecto funcional.

Motor

Como complemento: “El motor de la máquina es el componente principal para el movimiento mecánico de todas las máquinas circulares.” (De Chandrasekhar, 1997) citado en (Suárez, 2017,p.25) Generalmente las máquinas cordoneras tienen un motor de un tamaño normal y revoluciones altas ya que sus estructuras de poleas tratan de compensar la velocidad de producción, el caso de la máquina no necesitamos una máquina de velocidad si no al contrario, ya que las fibras que va a tejer son fibras con irregularidades.

2.2.4. Materiales utilizados para tejer

Existen diversos materiales para la fabricación de cuerdas, estos se dividen en dos áreas o grupos: cuerdas naturales y cuerdas artificiales.

Cuerdas y fibras naturales

Las cuerdas naturales son derivadas de fibras que podemos encontrar en el reino animal y vegetal, estas tienen propiedades de ser biodegradables, renovables y reciclables. En la actualidad en países latinoamericanos como: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú han incursionado dentro de la industria textil con fibras naturales como medio alternativo para un mercado en expansión enfocado a ser más amigable con el ambiente. La combinación de fibras naturales ha generado propuestas innovadoras como, por ejemplo: cuerdas de cabuya, empaques en fibra de coco, tableros en fibra de plátano, vestidos en lana, recubrimientos de techos con totora, etc.

Un claro ejemplo en Ecuador es el aporte académico de la Pontificia Universidad Católica que creó el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Industrial de Fibras Naturales, con el objetivo de promover el cultivo, uso y comercialización. Con el propósito de validar este aporte, “Andrés Simbaña, coordinador del centro y docente de la Universidad, describe que existe cerca de 25.000 especies de plantas vasculares, Ecuador es el país con el mayor número de ese tipo de vegetales por kilómetro cuadrado en América Latina, por lo cual es considerado el país de las fibras naturales" citado en (Kintto Lucas, 2000,p.1); a continuación describiremos las fibras naturales con las que la máquina de cordón va a tejer.

Fibra Pita

Esta fibra natural del género agave, también es conocida como: cabuya, sisal, fique; sus propiedades son de consistencia áspera, resistente y de larga duración.

En Ecuador el cultivo de pita o cabuya como se lo conoce, está ubicado en las provincias de: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Cañar, Loja, Guayas y Manabí.

La fibra pita desde hace muchos años se la ocupa para diferentes fines como nos menciona en el artículo presente “Como aplicación la cabuya es considerada como una planta textil de primer orden, sus fibras son objeto de una industria de gran importancia, ya que se usa para sogas, sacos, biodetergente, emulsionante para combustibles, y del jugo de sus hojas se obtienen esteroides corticoides como la hecogenina1 que pueden constituir una fuente de divisas para el país.” (Rodríguez, 2018)

Fibra Abacá

Es una planta herbácea que pertenece a la familia musáceas textiles, su apariencia es similar al banano. En nuestro país esta planta es cultivada frecuentemente por la zona costera ya que cumple con factores biológicos que se requiere para su producción.

Como nos manifiesta el siguiente artículo: “Una de sus particularidades es su resistencia al agua salada es por ello que es empleada en la fabricación de redes de pesca, bolsas de té, además, se considera como materia prima de calidad para el proceso de papel y aislante eléctrico.”(Chang & Geanella, 2015,p.18)

Fibra Lana

Se considera como una de las fibras de mayor utilidad en el mundo. Según (Rodríguez, Lupín, Lacaze, & González, 2011,p.58) “esta fibra de origen animal es producida por cerca de 100 países, siendo la Argentina uno de los principales junto a Nueva Zelanda y Australia.”

Ecuador es reconocido por utilizar esta fibra en la industria textil por sus propiedades aislantes térmicas, durables, confortables, absorbente de humedad, olores, considerando también, que es amigable con el medio ambiente.

Los artesanos de provincia de Imbabura, ubicada al norte del país, utilizan la lana como un insumo textil para la elaboración de prendas de vestir, tapetes, gorros, colchas, entre otras, alrededor de 25.000 kilos se produce mensualmente en Imbabura. Varios de estos productos están exhibidos diariamente en el centro de acopio artesanal más grande del país la plaza de ponchos ubicada en el cantón Otavalo. De lo anteriormente mencionado se define la importancia del uso de la lana de oveja para el Ecuador.

2.2.5. Cuerdas sintéticas y fibras

Las cuerdas artificiales son de origen sintético, estas son obtenidas de la síntesis de los polímeros por medios químicos de material tanto orgánico (vegetales, caucho o resina) como material inorgánico (hidrocarburos; petróleo). El principal problema de las cuerdas sintéticas es que después de ser expuestas constantemente al calor, su resistencia disminuye al comenzar a oxidarse, siendo mayor su duración y confiabilidad que las cuerdas vegetales, ya que su oxidación, putrefacción es a más largo plazo en este género en su mayoría se fabrican en poliéster y nilón.

Las fibras artificiales son el resultado de varios procesos químicos y físicos que se realizan a la materia prima natural con el fin de que éstas resistan por una mayor duración de tiempo, como por ejemplo puedo citar el rayón y la viscosa.

Las fibras sintéticas son derivados del petróleo, es decir, esta fibra es un resultado altamente químico. (Manjarres, 2006) nos dice que: “este tipo de fibras son derivados del petróleo, como acrílicas y monoacrílicas (utilizan acrilonitrilo y disolventes como el dimetilformamida, fluorocarbonos), PTFE, poliamidas, nailon, poliamidas aromáticos y éter acetona, poliéster, poliolefinas, polipropileno, polietileno, elastómero, clorofibras (cloruro de polivinilo y poliacrilato)”.

Tanto, fibras sintéticas como las artificiales son provenientes de recursos no renovables y, estas tardan muchos años en biodegradarse, por ende, los efectos dañinos que causan al medio ambiente.

Poliéster

Dentro de este marco, (Carrion, 2016,p.3) plantea: “Las fibras de poliéster se definen según las normas ISO y UNE como formadas a partir de un "polímero" de macromoléculas lineales cuya cadena contiene un 85% en peso de un éster de un diol y

del ácido terftálico. Por otro lado, la Federal Trade Comission de USA las define como “fibras químicas cuya sustancia formadora es un polímero sintético de cadena larga que contiene un mínimo del 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico”.

Nylón.

Desde la posición de Mariano O. (1938): “El descubridor del nylon y quien lo patentó primeramente fue Wallace Hume Carothers. A la muerte de éste, la empresa Du Pont conservó la patente. Los Laboratorios Du Pont, en 1938, produjeron esta fibra sintética fuerte y elástica, que reemplazaría en parte a la seda y el rayón.

El nylon es una fibra textil elástica y resistente, no la ataca la polilla, no requiere de planchado y se utiliza en la confección de medias, tejidos y telas de punto, también cerdas y sedales. El nylon moldeado se utiliza como material duro en la fabricación de diversos utensilios, como mangos de cepillos, peines, etc.

Con este invento, se revolucionó en 1938 el mercado de las medias, con la fabricación de las medias de nylon. Las primeras partidas llegaron a Europa en 1945.” (Ojeada, 2013)

2.2.6. Usos del cordón

Existen un sin número de utilidades las clases de cordones todo dependerá de su tipo de fibra y forma de tejido a continuación, explicaremos algunos usos donde podemos emplear estos tipos de cordones en zapatos, prendas de vestir, manualidades, decoraciones, pulseras y cinturones, llaveros, sweaters, decoración y protección de cables eléctricos.

CAPÍTULO 3

3. Metodología del diseño

Para la siguiente etapa de desarrollo del proyecto está basada en la metodología de la proyección de Bruno Munari (Martin, 2004) y el método de convergencia controlada o Datum para la selección de alternativas. A continuación, se presenta el desarrollo del proyecto según la metodología de Munari:

Problema

Ausencia de una máquina para producir cordón de fibras naturales.

3. Definición del problema:

Necesidad de contar con una máquina que teja cordón usando fibras naturales, para evitar la contaminación ambiental, con el uso de cordones sintéticos.

3. Elementos del problema

- Falta de conocimiento sobre la contaminación.
- Maquinaria con precios altos
- Abaratar costos de producción
- Falta de cordón personalizado para desarrollo de nuevas propuestas

4. Recopilación de datos

Estudio de patentes antecesoras, máquinas realizadas, estudios de las fibras pita, lana, situación actual del mercado.

5. Análisis de datos

De acuerdo con la metodología Bruno Munari (Martin, 2004) se puede determinar que la bancada o estructura de la máquina de cordón debe poseer las siguientes características: estética, funcionalidad, costos bajos, materiales duraderos, procesos accesibles de fabricación; para el sistema de tejido, además que la maquina posea la posibilidad de tejer fibras de títulos gruesas y ásperos; para esto se tomó los aspectos positivos de los proyectos de (Suárez, 2017) donde realiza en la máquina de cordón la sustitución de banda plana por el uso de bandas en V y las polea lisas por poleas de canal para una mejor transmisión del movimiento; además en la tesis de (Acosta, E., &

Lopez, 1997) se tomó como aspecto importante el uso de motores 220 trifásico por el ahorro de energía y de potencia al momento de encender la máquina. Una vez establecidos cada uno de los parámetros a cumplir en el producto, se realizaron diversas propuestas en donde se vieron reflejados cada uno los diferentes requerimientos.

3.1. Proceso creativo

Como método para el desarrollo de diseño de la bancada se inicia con el proceso creativo partiendo de una estructura simple como se observa en la propuesta número uno que se encuentra en la tabla 2 que cumple con la función principal la cual es soportar el movimiento y peso del resto de piezas pertenecientes a la máquina.

En la segunda propuesta se evoluciona la idea con una bancada más sólida y con una base más pesada; en la propuesta número tres se incorpora la Biomímesis de una telaraña la cual se entrelaza entre sí para generar una estructura liviana, nos define (Heraldo E, 2016) como “La biomímesis es una forma de innovación que explora soluciones sostenibles a problemas concretos en los diferentes campos de la ciencia y tecnología imitando los patrones y estrategias examinadas por la naturaleza durante cuatro billones de años de evolución”; la propuesta cuatro está inspirada en la tejedora más antigua del mundo que es la araña como nos manifiesta (Guzmán, 2017) en su artículo :“Con seguridad, una de las cosas que más poderosamente llamaron la atención del hombre prehistórico fueron las arañas y por supuesto sus tejido, empezaron a tener una gran admiración a las artífices de tan extraordinaria obra maestra” en específico se tomó como inspiración la pata de una araña además la estructura está diseñada con tres puntos de apoyo que dan una gran estabilidad, así el piso sea irregular.

En el caso del sistema de tejido se tomó los requerimientos antes mencionado y en este se siguió el concepto del minimalismo (Sánchez, 2018) nos manifiesta que: “En su ámbito más general, el minimalismo se refiere a cualquier cosa que haya sido reducida a lo esencial, despojada de elementos sobrantes” para esto se desarrollaron dos propuestas donde la primera se exponía un diseño simple con una carcasa que cubría lo sumamente fundamental del sistema de tejido; para la segunda propuesta se integró una carcasa que se pueda desarmar en 2 secciones y proteja el cilindro de tejido interno en su totalidad.

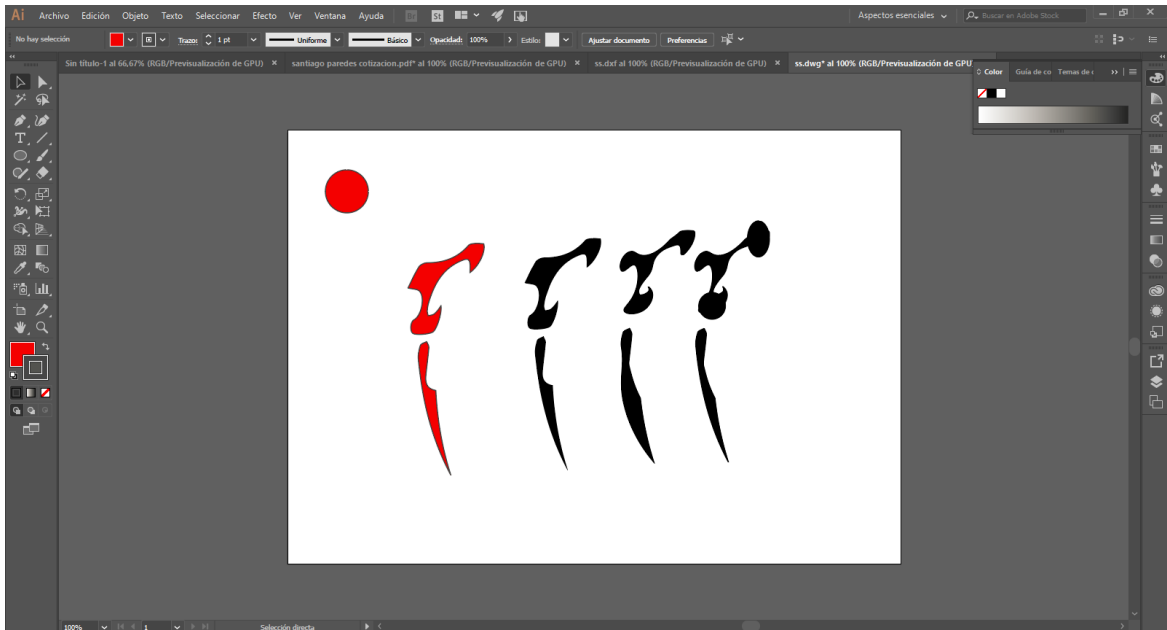


Figura 4. Proceso de diseño 1 estructura lateral

Fuente: del autor

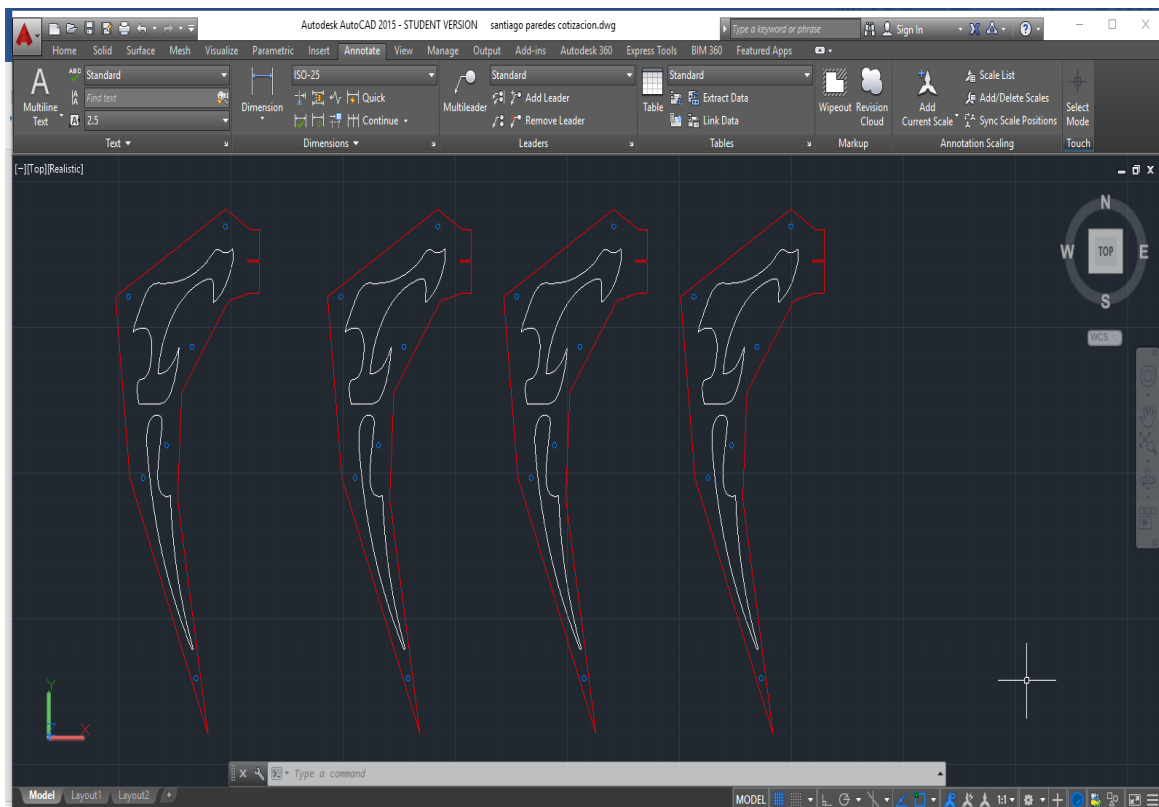


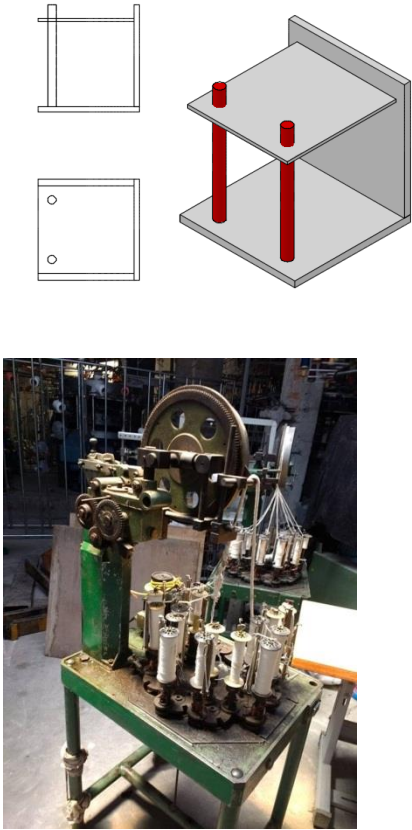
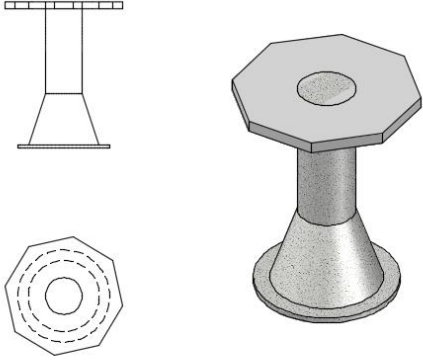
Figura 5. Proceso de patrones de corte estructura lateral

Fuente: del autor

3.1.1. Presentación de alternativas

En esta etapa se hace fundamental el uso del programa de AutoCAD para una apreciación mejor de cada una de las propuestas.

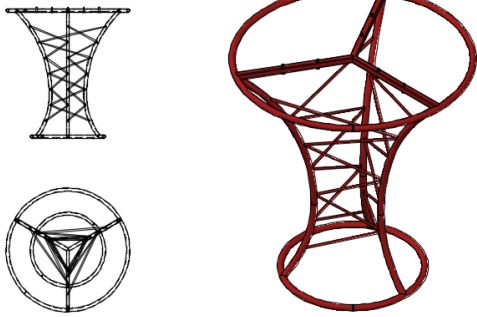
Tabla 1. Propuestas estructura

Propuesta N°1	Características
 <p data-bbox="225 1176 446 1209">Fuente: del autor</p>	<p data-bbox="874 306 1370 504">Estructura general de madera (mdf) de 30 mm. de espesor, con dos tubos de acero inoxidable de 2 inch en la parte frontal.</p> <p data-bbox="874 526 1109 560">Uniones: tornillos</p> <p data-bbox="874 582 1268 616">Acabado: tratamiento madera.</p> <p data-bbox="874 638 1109 672">Precio: 66 dólares</p> <p data-bbox="874 694 1370 840">Fuente de la propuesta: se observó la estructura de una máquina de tejer cordón tradicional.</p>
	<p data-bbox="874 1288 1370 1433">Base superior e inferior de aluminio fundido de 25 mm de espesor, pedestal cromado.</p> <p data-bbox="874 1456 1109 1489">Uniones: tornillos</p> <p data-bbox="874 1512 1101 1545">Acabado: natural</p> <p data-bbox="874 1568 1125 1601">Precio: 173 dólares</p> <p data-bbox="874 1624 1370 1870">Fuente de la propuesta: para el desarrollo de esta propuesta se enfocó en el pedestal de mesa para micrófono donde se tomó el principio de la forma.</p>



Fuente: del autor

Propuesta N°3



Fuente: del autor

Características

Estructura de tubo galvanizado de 1/2 inch

Uniones: soldadura

Acabado: pintura electroestática

Precio: 48 dólares

Fuente de la propuesta: se tomó como principio el tejido de una telaraña que tiene entrecruzamientos entre sí para soportar el peso de la misma

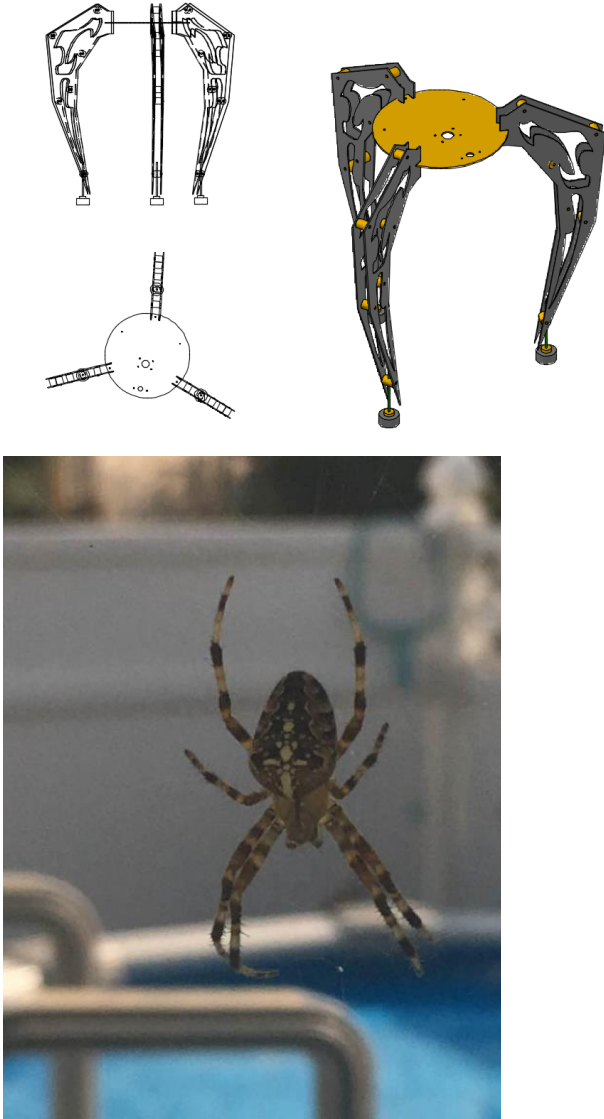
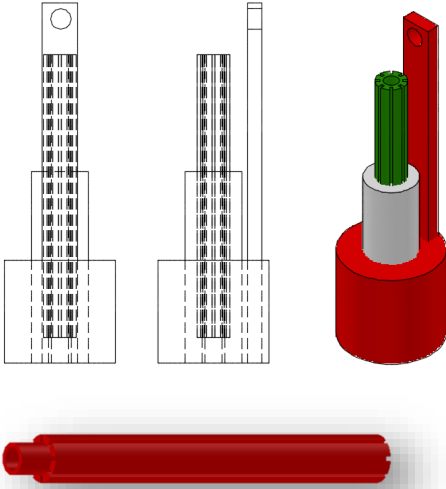
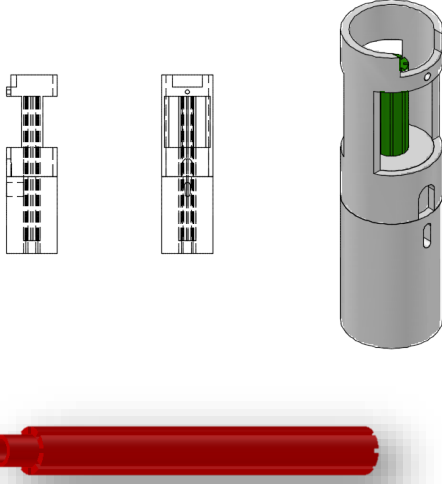
Propuesta N°4	Características
 <p data-bbox="225 1384 448 1420">Fuente: del autor</p>	<p data-bbox="863 253 1380 338">Estructura general en plancha de hierro de 4 mm de espesor.</p> <p data-bbox="863 360 1380 396">Uniones: soldadura y tornillos</p> <p data-bbox="863 418 1380 454">Acabado: pintura electrostática</p> <p data-bbox="863 477 1380 512">Precio: 152 dólares</p> <p data-bbox="863 535 1380 781">Motivo gestor para el desarrollo de esta propuesta se tomó como referencia a la araña “Seda de oro” y su estructura en específico el artejo de una pata de la araña.</p>

Tabla 2. Propuestas sistema de tejido

Propuesta N°1	Características
 <p data-bbox="225 891 448 925">Fuente: del autor</p>	<p data-bbox="794 304 1334 501">Estructura general exterior hierro alto total 21 cm diámetro en la base de 6 centímetros una sola pieza, acoplada guía hilo no removible</p> <p data-bbox="794 524 1334 779">Cilindro interior fontura hierro acerado de 10.7 cm de largo y de espesor 3mm con una profundidad de 2 mm en los canales su galga fue definida en la más gruesa 2.5.</p> <p data-bbox="794 801 1139 835">Acabado: aluminio natural</p> <p data-bbox="794 857 1027 891">Precio: 84 dólares</p>
 <p data-bbox="225 1608 448 1641">Fuente: del autor</p>	<p data-bbox="794 947 986 981">Características</p> <p data-bbox="794 1003 1334 1200">Estructura general exterior aluminio largo 21 cm diámetro general 6 centímetros se puede segmentar en 2 piezas, acoplada guía hilo removible.</p> <p data-bbox="794 1223 1334 1478">Cilindro interior fontura hierro acerado de 10.7 cm de largo y de espesor 3mm con una profundidad de 2 mm en los canales su galga fue definida en la más gruesa 2.5.</p> <p data-bbox="794 1500 1139 1534">Acabado: aluminio natural</p> <p data-bbox="794 1556 1027 1590">Precio: 93 dólares</p>

3.1.2. Selección de la mejor alternativa

Se lleva a cabo mediante la evaluación de cada una de las propuestas en base al método de convergencia controlada y la evaluación de diseño.

El método de convergencia controlada se lo define como: “un método flexible, pues permite introducir parámetros de evaluación, es práctico en su implementación, pues no es necesaria la asignación numérica de pesos por parámetros de evaluación, ni tampoco ponderaciones para estos.”(Cruz, Ana, & Isabel, 2009,p.5) se lo realiza a través de una matriz.

En las filas se ubican los parámetros de comparación de los productos o servicios a evaluar y seleccionar. En las columnas se ubican los productos o servicios a ser evaluados. Luego de conformada la matriz el evaluador debe seleccionar un producto o servicio como referencia y comparar este con las otras opciones. Ubicando en las celdas de la matriz un "+," si el parámetro de evaluación de la opción evaluada supera a la referencia; un "-" si es lo contrario; una "S" si son iguales

Tabla 4. Selección de estructura

Autor : (Paredes, 2018)







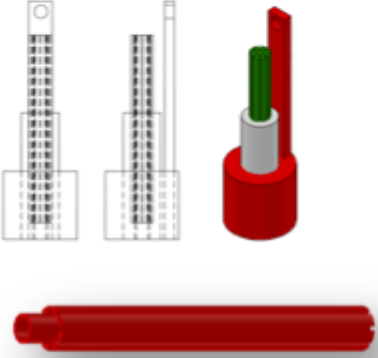

Método Datum	Referente	Propuesta N°1	Propuesta N°2	Propuesta N°3	Propuesta N°4
Selección de estructura o bancada para maquina cordonera	 (Suárez, 2017)				
Estética estructural		+	+	+	+
Eficiencia en espacio		-	s	s	+
Fácil de transportar		+	-	-	+
Fácil de fabricación		+	+	-	-
Fácil de reparar		-	-	s	-
Fácil de ensamblar		+	+	s	+
Materiales duraderos		-	+	s	+
$\Sigma+$		4	4	1	5
$\Sigma-$		3	2	2	2
Σs		0	1	4	0
		Bajo	Medio	Bajo	Alto

Tabla 5. Selección de sistema de tejido

Autor : (Paredes, 2018)

Método Datum	Referente	Propuesta N°1	Propuesta N°2
Selección de sistema de tejido			
Estética estructural		+	+
Fácil de maniobrar		s	+
Fácil de fabricación		-	-
Fácil de reparar		-	-
Materiales duraderos		+	+
$\Sigma+$		2	3
$\Sigma-$		2	2
Σs		1	0
		Bajo	Alto

3.1.3. Propuestas seleccionadas del bastidor y sistema de tejido.

Después de analizar los resultados de las propuestas tanto para la estructura como para el sistema de tejido, se puede apreciar una tendencia favorable a la propuesta 4 en la estructura y en el sistema de tejido sería la propuesta número 2.

En la figura número 6 al 11 (ver en anexos) se muestra la maquina SPIDER completa y sus partes de forma individual tanto de su estructura como de su sistema de tejido diseñado en AutoCAD.

CAPÍTULO 4

4.1. Cálculo en la máquina de cordones

Según (Wikipedia, 2016) nos manifiesta que: “Las unidades de medida de la industria textil se utilizan para definir los hilos textiles. Lo más frecuente es describir el peso de una determinada longitud de hilo —la industria textil lo llama «número» o «título»—, como el denier americano o el «Tex» europeo. Se pueden referir a las fibras, a los hilos (fabricados con las fibras) o a los tejidos (fabricados con los hilos).”

4.1.1. Número de agujas

Para el cálculo de numero de agujas se utiliza la ecuación planteada por (Lockuán, 2012,p.98)

$$N = \emptyset \times \pi \times E \quad (1)$$

N= número de agujas

\emptyset = diámetro del cilindro en cm

π = 3.1416

E= galga de la maquina

Entonces para calcular el número de agujas necesarias se tiene:

$$N= 2.5\text{cm} \times 3.1416 \times 1 = 7.85 \approx 8$$

Por lo tanto, la maquina debe estructurarse con 8 agujas del número 1

4.1.2. Número de vueltas del cilindro

Para calcular las revoluciones por minuto del cilindro (RPM) se toma como base la observación de las vueltas de un cilindro en un minuto: se utiliza la siguiente formula

$$\text{RPM} = 1330 \times \text{MR} \times a/b$$

RPM= revoluciones por minuto

m^{-1} = vueltas motor

MR= motorreductor relación 1/1

a= 2.36 plg

b= 2.5 plg

reemplazando los datos se tiene lo siguiente:

$$\text{RPM} = 1330 \times 0.0107525 \times 2.36/2.5 = 13.5 \text{ rpm}$$

4.1.3. Calculo del cilindro productor

Según el plano cinemático se tiene el siguiente resultado (ver gráfico 17)

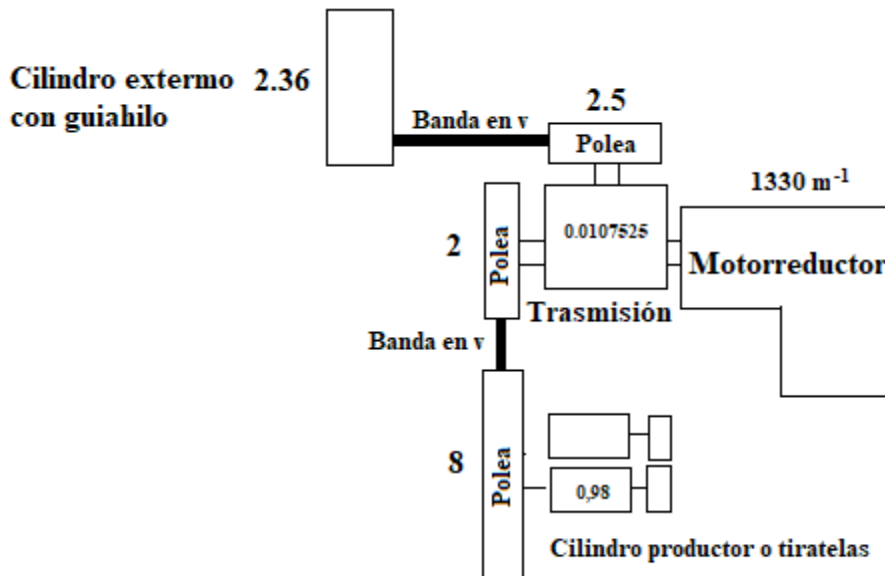
$$\text{RPM} = 1330 \times 0.0107525 \times 2/8 \times 0,98 = 3.25 \text{ rpm}$$

4.1.4. Producción de cordón anual

Se observa que en 1 minuto se produce 10 cm de cuerda tejida la velocidad de los cilindros productores es de 3 vueltas/minuto, por lo tanto:

- La producción en una hora seria de: 60 cm
- La producción en 8 horas: 480cm ó 4.8 metros la producción diaria (24horas) es 14.4 metros
- La producción en un mes (22días laborables) en un solo turno de 8 horas laborables seria: 316.8 metros en un mes por 12 meses del año= 3800 metros anual

4.1.5. Cadena cinemática



Todas las relaciones están en pulgadas

Gráfico 17. Cadena cinemática

Fuente: del autor

En la figura 1 se encuentra el esquema mecánico que va desde el motorreductor conecta con la transmisión directamente esta distribuye la velocidad a la polea de 8 pulgadas que a su vez hace girar a uno de los ejes del tiratelas que con un engrane conecta al otro, además la misma transmisión hace girar a la polea de 2.5 pulgadas esta conecta a través de una banda en V al cilindro externo que mide 2.36 pulgadas.

4.2. Fabricación de la maquina

En este capítulo se observa el proceso de construcción de la máquina SPIDER desde su inicio como la construcción de piezas, adquisición, proceso de ensamblaje y acabados.

4.2.1. Resumen de los materiales empleados

Cuando se realiza la construcción de una máquina, es recomendable que se ocupen materiales de calidad que no afecten al costo final de la máquina y este sea aceptable

En el caso de la esta máquina a construirse se encuentra conformada por los siguientes materiales:

- Plancha de metal 4mm
- Pernos 1/8" hexagonal
- Tuercas 1/8" rosca milimetrada
- Arandelas de presión 1/8"
- Arandelas planas 1/8"
- Divisores de 35 mm
- Castillo
- Eje de aluminio 2"
- Eje de 1"
- Polea de 2"
- Polea 2.5"
- Polea de 8"
- Platina de aluminio 0.5"
- Banda en V numero 28
- Banda en V numero 12
- Niveladores de
- Pintura electrostática cod. 10337488 negro

4.2.2. Maquinaria y herramienta

La lista de maquinaria y herramienta que se necesita para la fabricación de la cordonera se ha obtenido siguiendo los procedimientos de diseño y selección de elementos mecánicos descritos anteriormente.

- **Fresadora:** Es una máquina de precisión que sirve para la fabricación de ranuras del cilindro donde se deslizaran las agujas torno mecánico para la fabricación de ejes en el porta agujas
- **Taladro de pedestal:** máquina que sirve para la perforación de orificios en la base de la estructura de la máquina y en la carcasa exterior del cilindro de tejido.
- **Cortadora plasma:** sirve para cortar la plancha de metal que sirve para la estructura o bancada

- **soldadura de mig:** Suelda la estructura en sus partes no móviles con alambre número ER70S-2 y con el gas C-25.
- **Equipo de pintura electrostática:** sirve para el recubrimiento y acabados de la estructura en general.

Las herramientas que se emplean son:

- Arco de sierra
- Taladro eléctrico manual
- Broca de 1/8
- Juego de hexagonales
- Llave Allen
- Llaves de tuercas 10
- Lima redonda diente fino
- Prensas
- Alicata de presión
- Martillo

4.2.3. Construcción de elementos

Se determinó que es factible construir por piezas, así se verificó el ensamblaje de los diferentes elementos indicados en sus respectivos planos que se encuentran en los apartados anexos, a continuación, se presenta el proceso de fabricación de las piezas:

4.2.4. Estructura o bancada

1. Trazado y diagramación del corte de piezas en el programa AutoCAD
2. Corte con la máquina plasma CNC
3. Soldado de las piezas cortadas con los separadores de 35mm (planos seriados), de estos obtenemos los soportes laterales.
4. Pintado con pintura electrostática cod. 10337488 negro
5. Unión de la base central con los soportes laterales, estas se unen con los tornillos hexagonales de 1/8" y arandelas de presión y planas de 1/8".
6. Instalar en la parte inferior de los soportes los niveladores

4.2.5. Sistema de tejido

4.2.5.1. Cilindro

1. Perforado del eje con una broca en el torno y abierta de rosca en la parte inferior
2. Trazado y corte con la sierra de los canales
3. Abierta de ranuras con la maquina fresadora
4. Refrentado de caras con la maquina fresadora

Carcasa exterior

1. Abertura de la cavidad interna de la carcasa en el torno
2. Trazado y corte del eje de aluminio en 2 secciones con la sierra
3. Desbaste en el torno de la parte superior
4. Abertura de orificios con el taladro de pedestal.

4.3. Componentes prefabricados de la máquina

- Motorreductor de $\frac{3}{4}$ hp
- Trasmisión bison de modelo 3p90 grados
- Tiratelas estándar de 2 rodillos
- Niveladores
- Polea de 2"
- Polea 2.5"
- Polea de 8"
- Castillo estándar surtuba
- Camones de cordonera g5
- Interruptor industrial 500V - 30A
- Cable eléctrico de 3 fases 2.5mm

4.4. Ensamble de las piezas

Una vez fabricado y adquiridos todos los elementos se procede al ensamblaje final de la máquina como se detalla a continuación:

1. Se instala el motorreductor a la caja de trasmisión de 90 grados y a esta se coloca las poleas como se puede observar en la figura 15 (ver en anexos); este sistema

- motriz se instalará en la base de la estructura de la máquina que estará acoplado por las bandas al tiratelas que previamente se atornillo a la base de la estructura
2. A luego, se instala el sistema de tejido en base de la estructura y con una banda se acopla el sistema motriz asegurándonos que este se mueva con facilidad y no tenga obstrucciones.
 3. Al final se coloca el castillo que se atornilla directamente a la base de la estructura.

4.4.1. Ensamble de las partes eléctricas

Se instala en secuencia desde el interruptor industrial al motor tomado en cuenta que los tres terminales que se encuentran en el interruptor se pueden intercambiar para cambiar el giro de la maquina a continuación describimos el proceso; para cambiar de giro del motor de la maquina primero debemos desconectar la máquina, después desacople la banda del sistema motriz que va al sistema de tejido sentido horario si es el caso contrario invertiremos los terminales del conector los cables que se conectamos en los extremos con el fin de invertir la polaridad, el voltaje del motor de la maquina es 220 trifásico (tres líneas vivas de 110v).

4.5. Costo del prototipo

Costo de la máquina este es uno de los puntos más importantes al momento de definir la factibilidad o no realización de un proyecto la alternativa presente no tiene un costo elevado, siendo una posibilidad para que en un futuro los talleres de confección, donde los cordones son un insumo para la producción de productos terminados obtengan cierto grado de independencia y exclusividad, frente a los grandes fabricantes. La propuesta presenta un mayor grado de sencillez en sus mecanismos, por lo tanto, un menor costo de fabricación debido al uso de piezas menos complejas siendo factible construir por su fácil adquisición en el mercado nacional, a continuación, se detalla los costos unitarios y totales de la maquina:

N°	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO T.
1	SUMINISTROS Y MATERIALES				
	Plancha de metal 4mm	plancha	1	48,00	48.00
	Pernos 1/8"	Unidad	12	0.10	1.20
	Tuercas 1/8"	Unidad	14	0,05	0.70
	Arandelas planas 1/8"	Unidad	14	0.05	0.70
	Arandelas de presión 1/8"	Unidad	8	0.05	0.60
	Divisores de 35 mm	Unidad	18	0.75	13.50
	Castillo	Unidad	1	15.00	15.00
	Eje de aluminio 2"	Metro	1	10.00	10.00
	Eje de 1"	Metro	1	18.00	18.00
	Polea de 2"	Unidad	1	3.50	3.50
	Polea 2.5"	Unidad	1	4.50	4.50
	Polea de 8"	Unidad	1	9.50	9.50
	Platina de aluminio 0.5"	Metro	1	4.00	4.00
	Banda en V28	Unidad	1	5.00	5.00
	Banda en V12	Unidad	1	4.00	4.00
	Agujas	Paquete	1	50.00	50.00
	Niveladores	Unidad	3	6.00	18.00
	Motorreductor ¾ hp	Unidad	1	280.00	280.00
	Trasmisión 90 grados	Unidad	1	150.00	150.00
	Cable trifásico	Metro	4	2.00	8.00
	Interruptor industrial	Unidad	1	18.00	18.00
2	OTROS SERVICIOS				
	Corte plasma CNC	Minutos	210 minutos	0,40	84,00
	Torno y fresado	-	-	150.00	150.00
	Mecánico textil.	Hora	2	40.00	80.00
TOTAL DÓLARES AMERICANOS.					927.00

Fuente: del autor

CAPÍTULO 5

5.1. Pruebas de tejido

Para realizar las pruebas de producción de tejido de la maquina se utiliza los siguientes parámetros:

- Fibras naturales
- Tejido
- Velocidad del cilindro
- Velocidad de producción

Tabla 3. Variables de velocidades de producción

Tipo de fibra	Título Nm	Numero de agujas	RPM del cilindro guia hilo	Velocidad de producción
Pita	4/36	4 agujas	13.5	3 rpm
Abacá	4/36	4 agujas	13,5	3 rpm
Lana	4/36	4 agujas	13.5	3 rpm

Fuente: del autor

5.2. Observaciones pruebas de tejido.

A continuación, se puede observar las pruebas de tejido

Tabla 4. Observaciones del tejido

Pita	La fibra es irregular y rígida se tiene complicaciones al momento que la aguja trata de desembolsar el punto.
Abacá	La fibra es menos irregular que la fibra pita, sigue siendo rígida, se tiene

complicaciones al momento que la aguja trata de desembolsar el punto.

Lana Es una fibra muy suave y no se estira, no tiene irregularidades se teje sin mayor complicación.

Fuente: del autor

5.3. Recomendación para mejorar el tacto de la fibra

Tabla 5. Recomendaciones para mejorar el tacto de la fibra

Pita Se recomienda usar suavizante catiónico, previamente antes del tejido enconar a mano con cera natural y con tensión; al momento de tejer verificar que la fibra este ingresando en el correcto sentido de la torsión.

Abacá Se recomienda usar suavizante catiónico, previamente antes del tejido enconar a mano con cera natural y con tensión; al momento de tejer verificar que la fibra este ingresando en el correcto sentido de la torsión.

Lana Se recomienda enconar la fibra sin cera, a mano y sin tensión.

Fuente: del autor

5.4. Resultados de las pruebas de tejido.

Según los parámetros que hemos establecido en las pruebas de tejido se determina lo siguiente:

1. Que la máquina puede tejer sin problema alguno las tres fibras de origen natural.
2. Que la velocidad de producción de la maquina es relativamente baja 13.5 rpm pero es necesaria esta velocidad para que el tejido jersey reduzca su producción y no se desgaste.
3. El motor por su baja revolución no genera vibración ni ruido inkomodos y la estructura al tener 3 puntos de apoyo mantiene una estabilidad en cualesquier tipo de piso en el que se asiente, además posee niveladores.
4. El estiramiento de un cordón tejido de 20 cm de largo es de 20% y el encogimiento es de 4cm que le corresponde al 16%

5. Las torsiones del hilo deben ser bajas para que la maquina pueda tejer fibras naturales

Conclusiones

- Se recopiló la información presentada por varios autores de máquinas tejedoras de cordón y patentes en existencia, todo esto permitió generar una nueva propuesta para el diseño y construcción de la máquina de cordones que incluso podría presentarse al Servicio Nacional Derechos Intelectuales (SENADI) para los trámites de patente.
- El diagnóstico realizado mediante dos entrevistas a personal de empresas afines a la producción de cordonería manifestaron que debería existir una máquina que pueda tejer hilos más gruesos para la fabricación de nuevos productos, con ello se generó la idea de una maquina donde se pueda tejer fibras gruesas de origen natural por la poca demanda que existe en el mercado y que podría remplazar fácilmente a productos sintéticos.
- Para el proceso creativo se utilizó la metodología de Bruno Munari y el método de evaluación de Datum, donde se puede apreciar una tendencia favorable a la propuesta 4 en la estructura con un nivel de 5 puntos positivos considerado alto y en el sistema de tejido sería la propuesta número 2 con un nivel de 7 puntos considerado alto. así se pudo generar las propuestas tanto para el diseño de la estructura y sistema de tejido donde se utilizó el programa AutoCAD para la representación de las mismas.
- En la construcción se determinó que la máquina no utilizaria platinas, lo que permite reducir costos, mejora la velocidad de la máquina y el tejido es más uniforme además que el cilindro externo con guía hilo es el que gira lo que evita que el cilindro ranurado externo tenga desgaste, haciendo que la maquina posea mayor durabilidad; la galga de la aguja permite el uso de fibras de mayor finura; en cuanto a la velocidad del cilindro guía hilo se norma en 13.5 rpm y del cilindro productor o tiratelas en 3 rpm generando una capacidad de producción 60 cm en una hora
- Las agujas que utilizaron son de galga 2.5 y su cilindro portador que se diseñó, hacen que la maquina sea única ya que no existe precedentes de una máquina de iguales características
- De las pruebas de tejido se puede concluir que la fibra Pita y Abacá producen elevada torsión y muy ásperas por que previamente antes de tejer se tiene que hacer un proceso con suavizante catiónico y en el caso de la lana en cambio no

necesita un proceso de suavizado porque su composición química nos demuestra que tiene lanolina que evita que sea áspera, por lo que es indispensables que las fibras antes mencionadas sean de baja torsión y título menor para evitar que la maquina produzca tejidos con alta torsión y ásperos lo que no permitiría ser utilizado en productos finales

Recomendaciones

- Al ser un modelo de utilidad es importante que se inicie con el proceso de patentabilidad para evitar la reproducción total o parcial de la misma sin autorización del inventor.
- Mayor acercamiento a la industria especialmente con las empresas que comercializan los productos de cordonería para que en lo posterior se pueda rediseñar el dispositivo conforme a las exigencias de producción de la industria textil.
- Al utilizar fibras con alta torsión se recomienda realizar un análisis visual de la alimentación del hilo con intervalos de 15 minutos para verificar su correcto funcionamiento y evitar que el hilo tenga alta rigidez.
- Se recomienda el uso de aceite lubricante para maquina marca Klüber de baja densidad, o su equivalente económico parafina líquida/aceite de vaselina para evitar el desgaste de las piezas.
- Es necesario que el usuario lea el manual de instrucciones de uso del equipo para evitar posibles daños y así se prolongue la vida útil de la máquina.
- Ayudaría mucho que se siga probando en la maquina nuevas fibras que no sean las antes mencionadas para ampliar el muestrario de cordón.
- Se recomienda el uso del cordón en la elaboración de nuevos productos para ampliar más el conocimiento del uso del cordón con hilos de fibras naturales.
- Para finalizar se recomienda que para la siguiente etapa de mejora de la maquina se desarrolle un sistema alimentador de fibras naturales, este ayudara mucho para que las fibras se desenvuelvan de una forma correcta y la maquina pueda tejer fibras irregulares con mayor facilidad.

ANEXOS

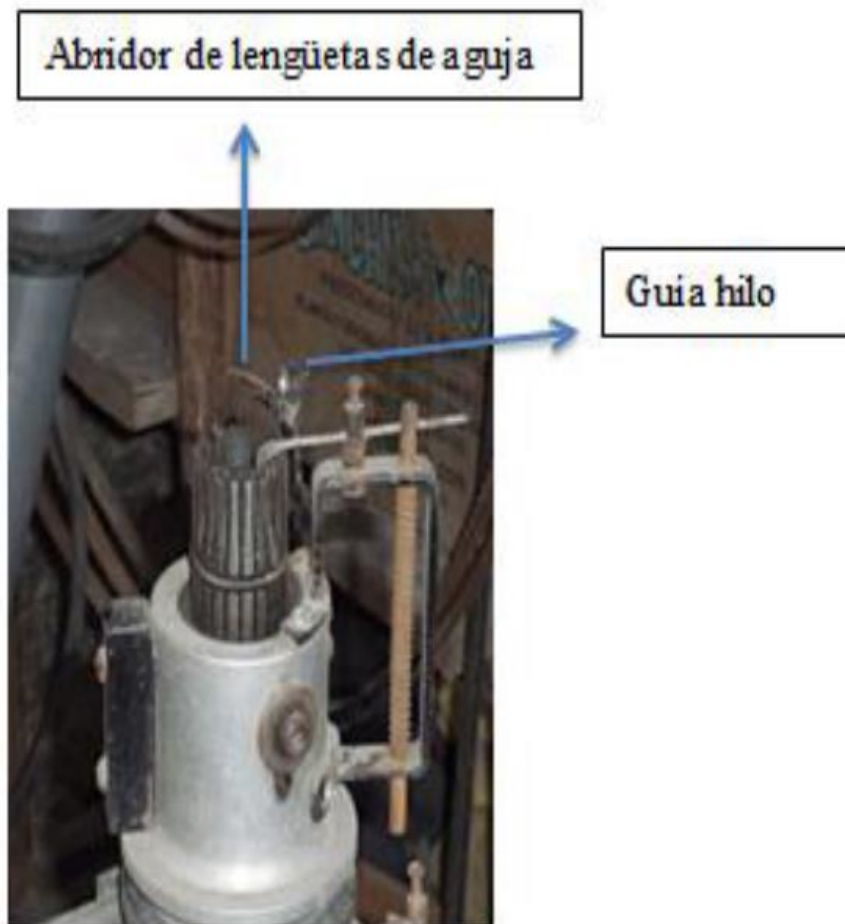


Figura 6. Cilindro máquina de cordón

Fuente: (Suárez, 2017,p.25)

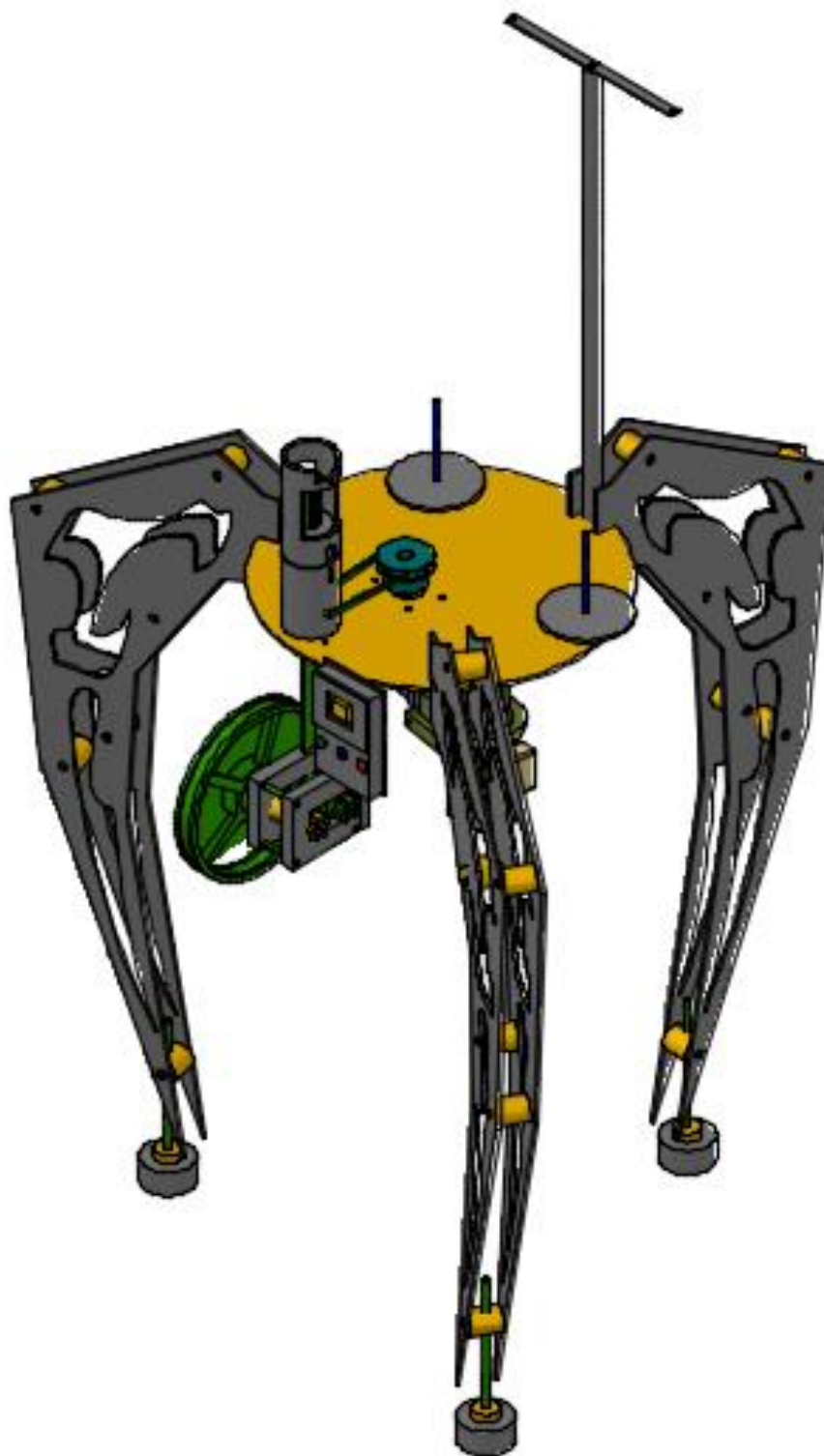


Figura 7. Maquina SP1DER

Fuente: del autor

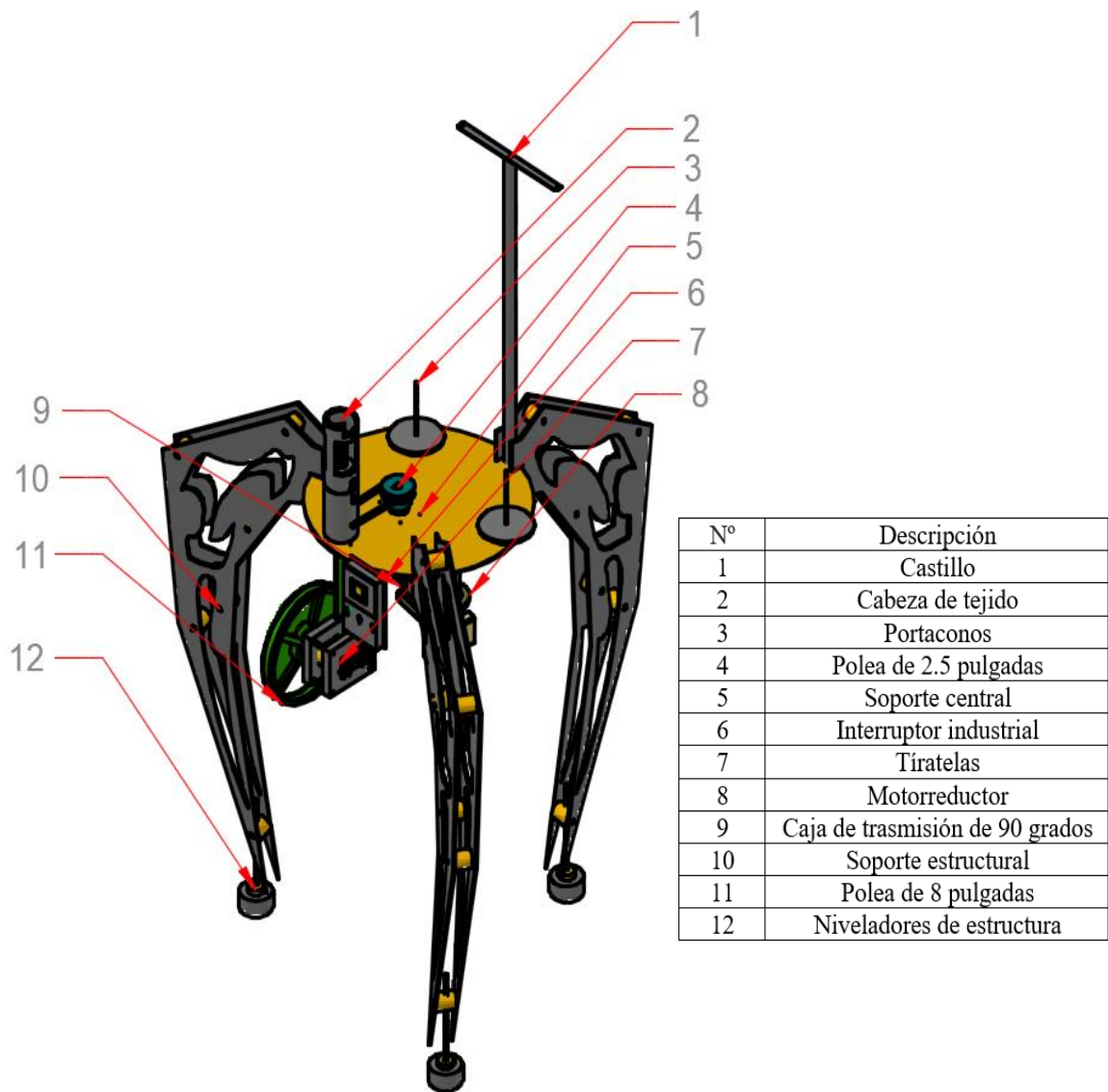


Figura 8. Maquina SP1DER descripción de partes

Fuente: del autor

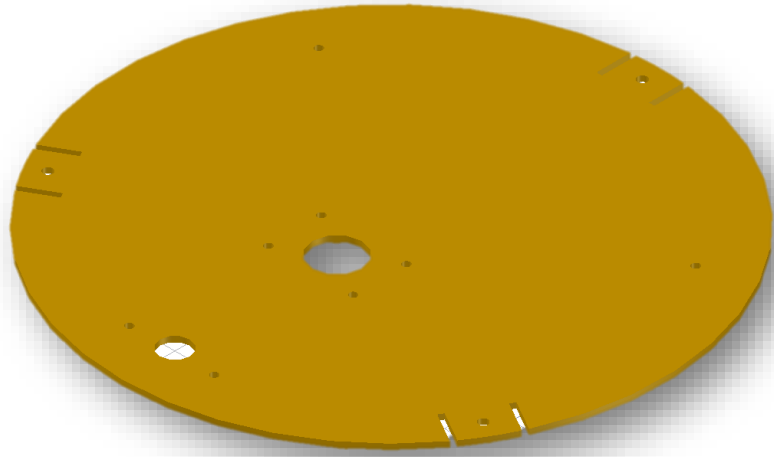


Figura 9. Soporte central estructura

Fuente del autor



Figura 10. Soporte lateral estructura

Fuente del Autor



Figura 11. Cilindro ranurado

Fuente: del autor

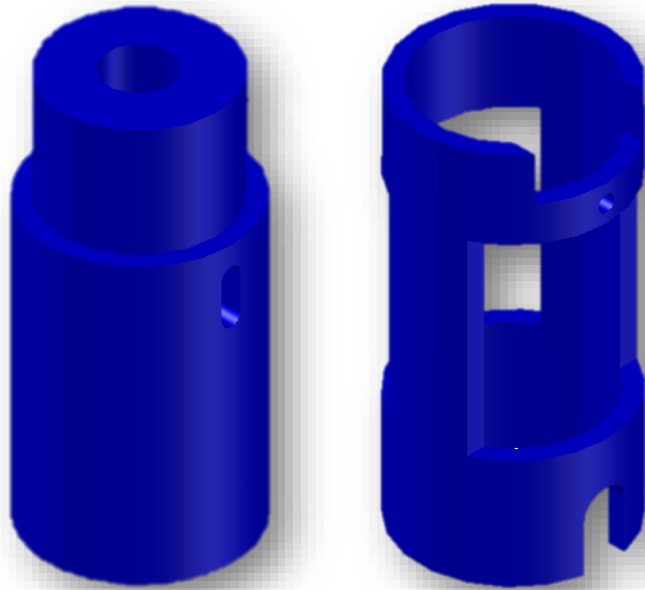


Figura 12. Carcaza exterior

Fuente: del autor

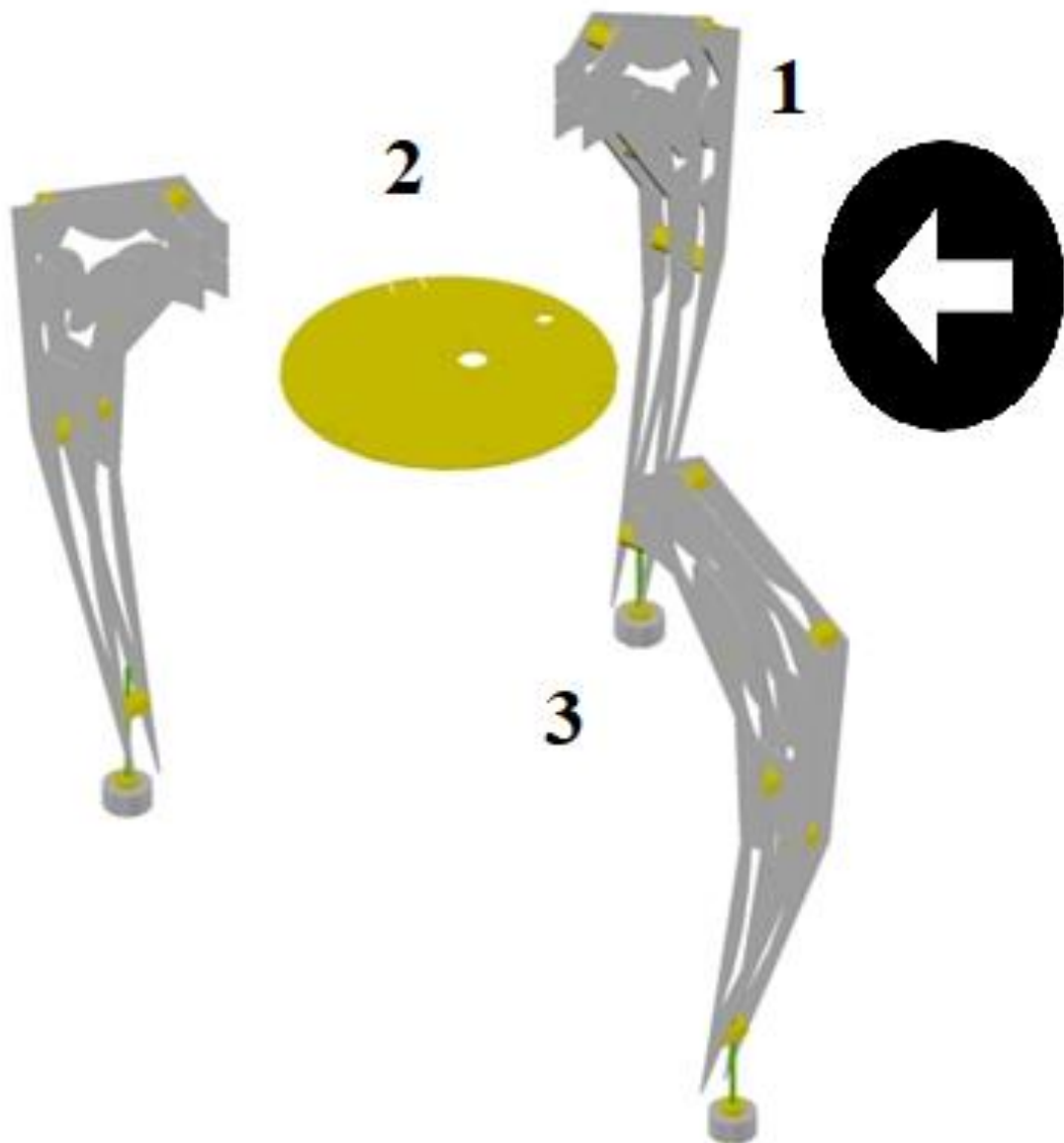


Figura 13. Ensamble estructura general

Fuente: del autor

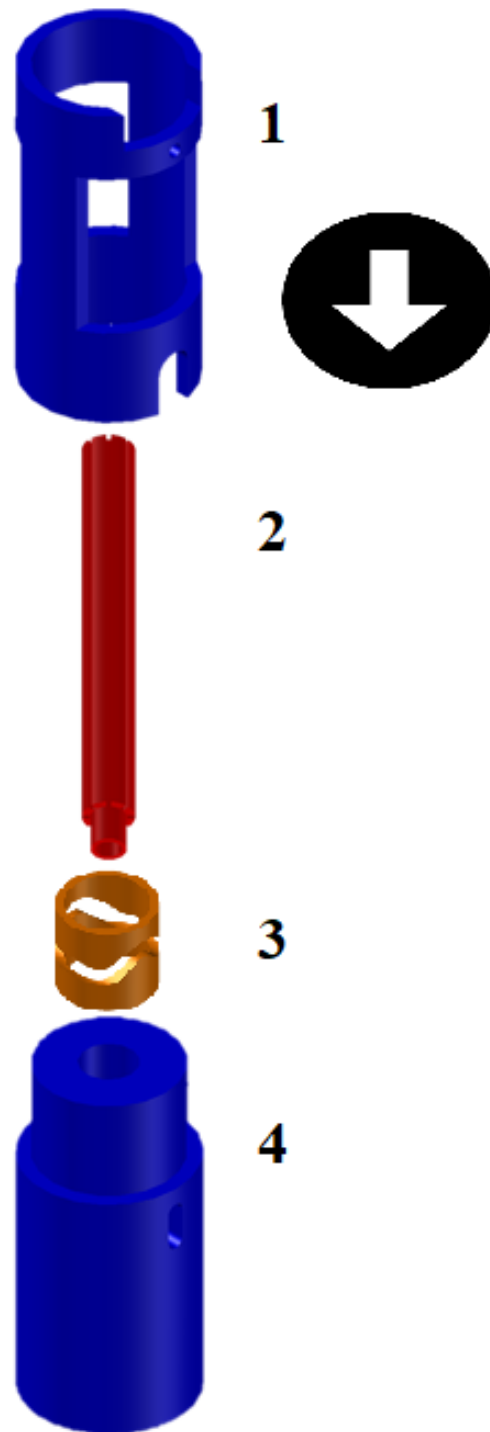


Figura 14. Ensamble estructura general

Fuente: del autor

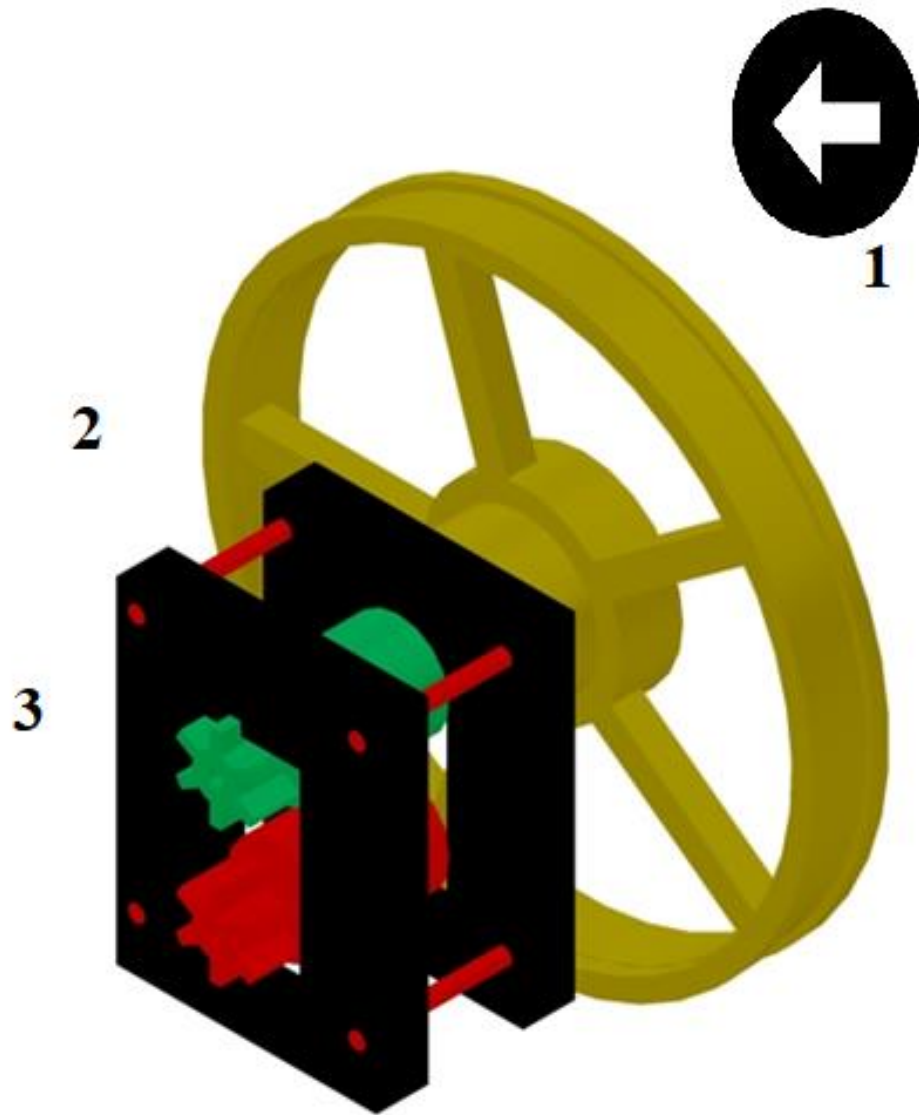


Figura 15. Ensamble polea tiratelas

Fuente: del autor

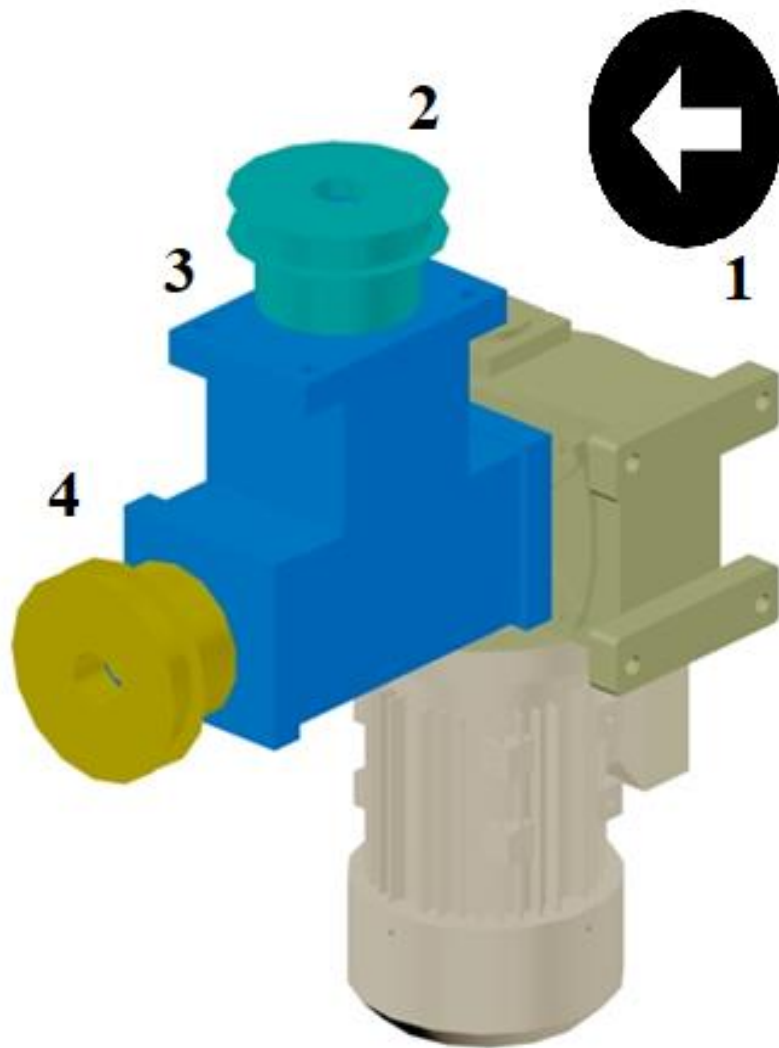


Figura 16. Ensambla motorreductor, caja transmisión de 3 puntos, poleas

Fuente: del autor



Figura 17. Proceso de corte CNC plasma

Fuente: del autor



Figura 18. Proceso de prueba de armado de estructura general

Fuente: del autor



Figura 19. Proceso de pintado de piezas estructura

Fuente: del autor



Figura 20. Proceso de ensamblado de piezas

Fuente: del autor



Figura 21. Calibración de máquina y puesta en funcionamiento

Fuente: del autor



Figura 22. Maquina SPIDER

Fuente: del autor



Figura 23. Detalles de maquina SPIDER

Fuente: del autor



Figura 24. Maquina SP1DER instalaciones PUCESI

Fuente: del autor

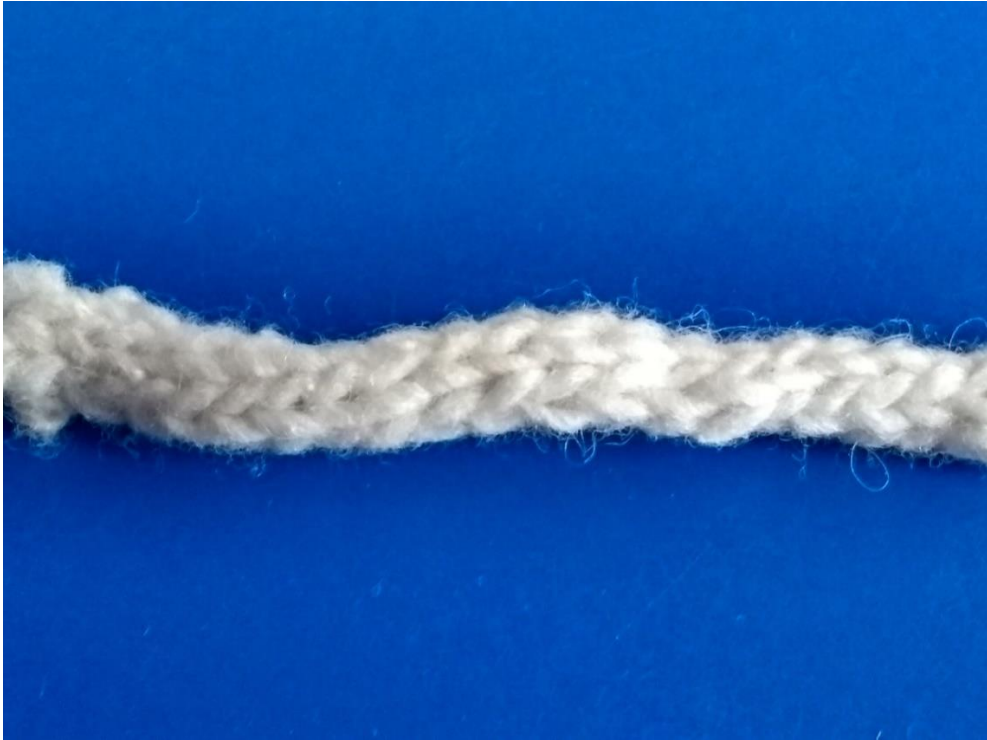


Figura 25. Cordón de lana tejido por maquina SP1DER

Fuente: del autor



Figura 26. Cordón de pita tejido por maquina SP1DER

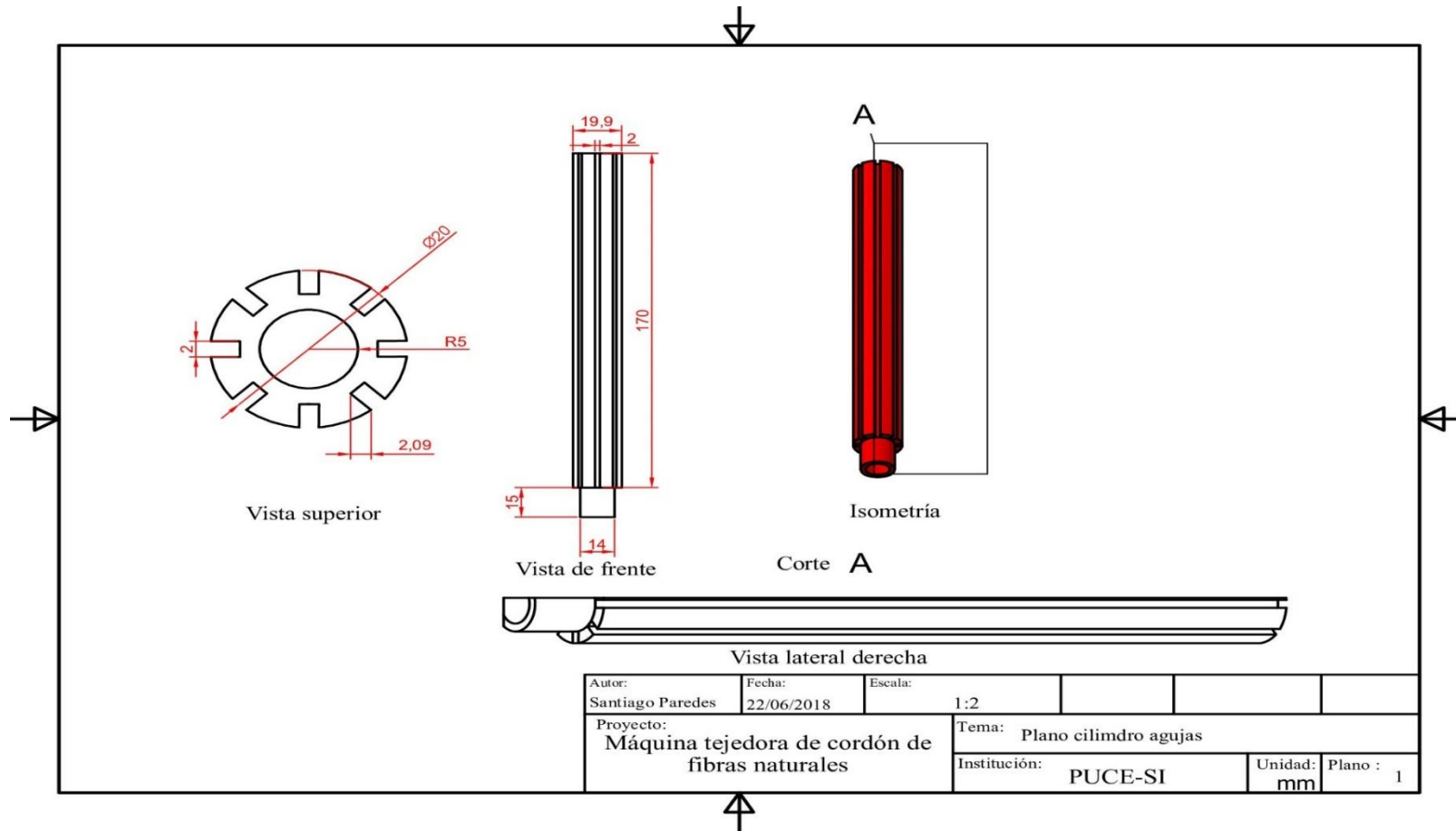
Fuente: del autor



Figura 27. Cordón de abacá tejido por maquina SPIDER

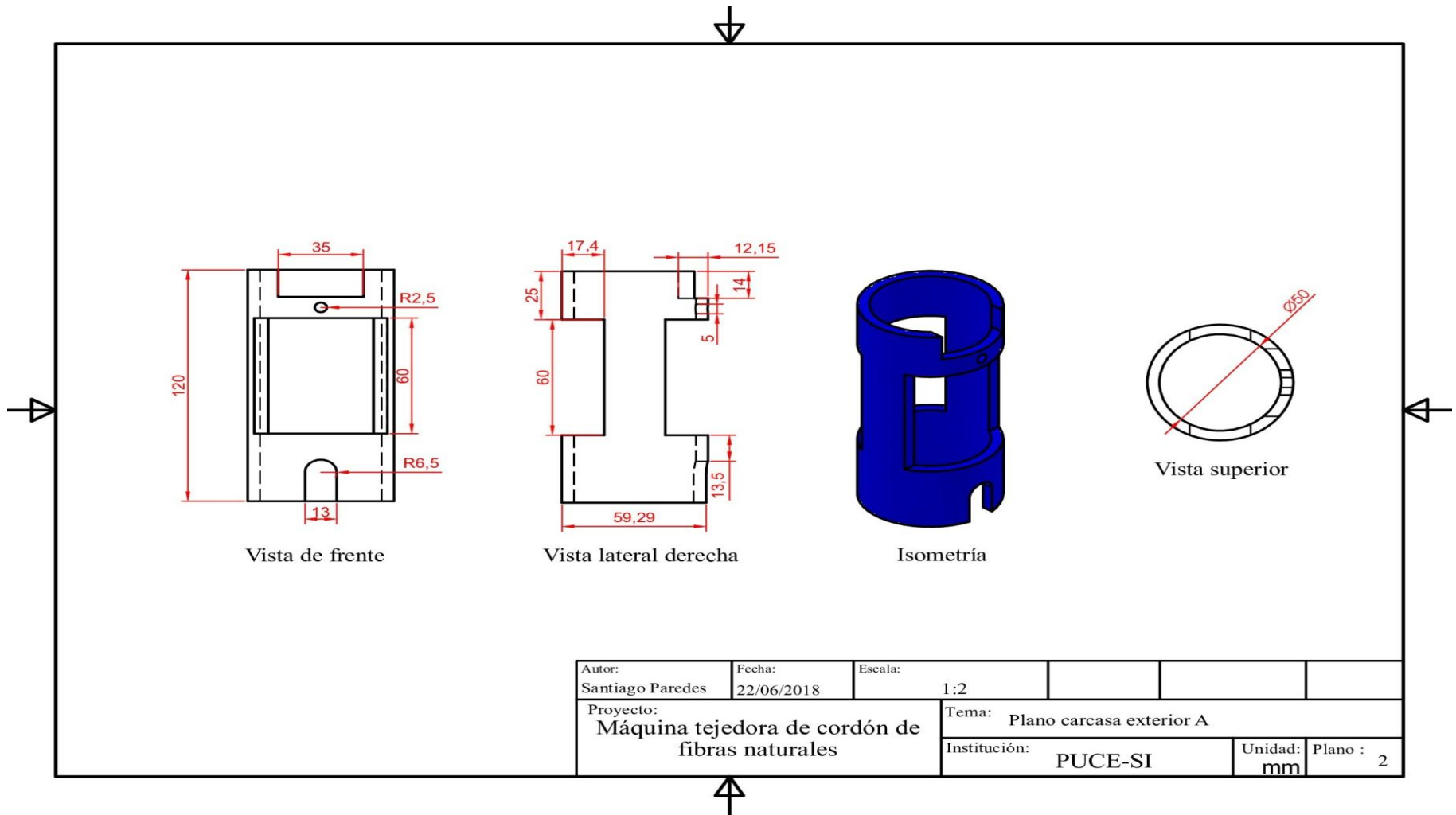
Fuente: del autor

Planos



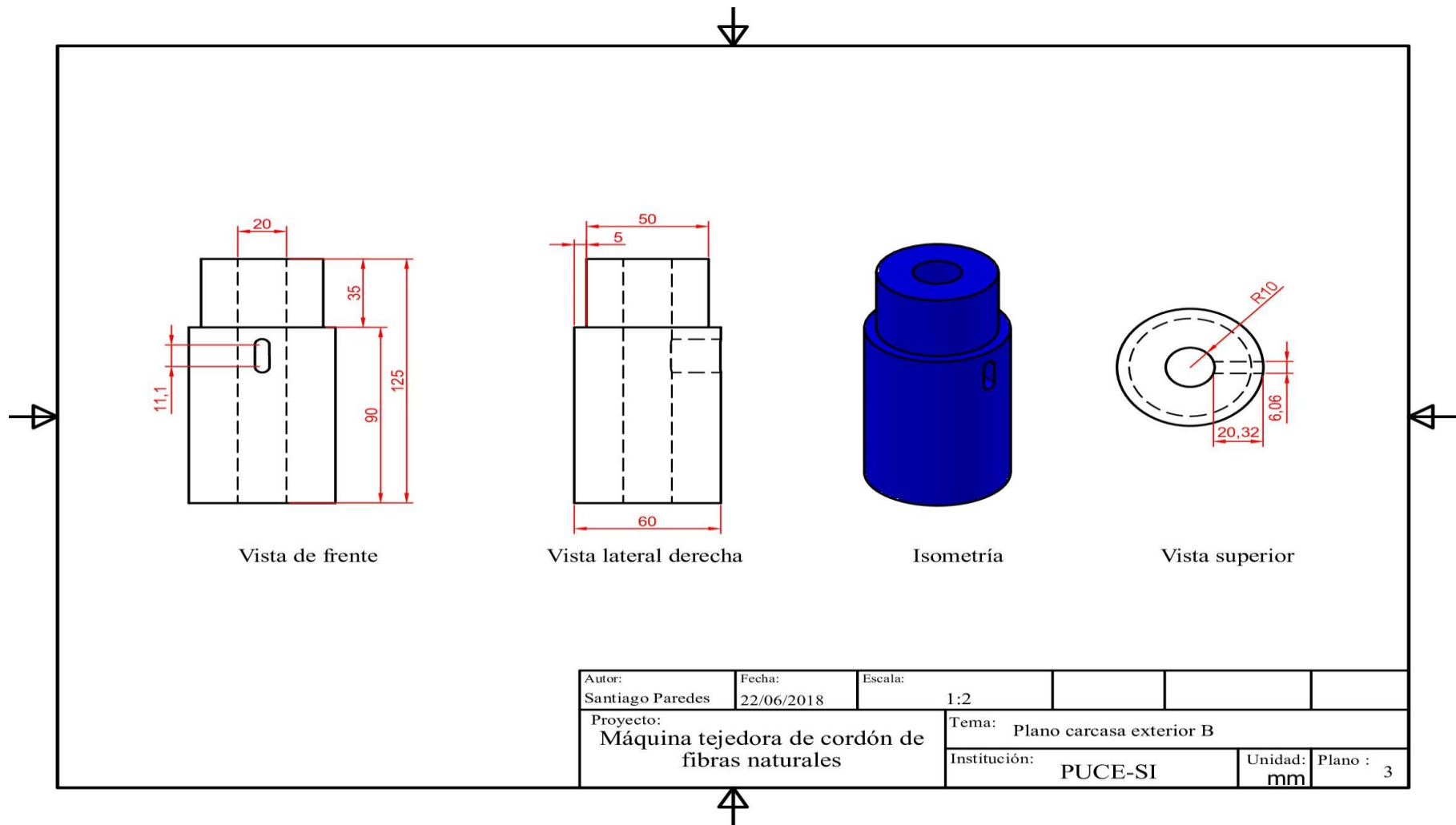
Plano N° 1 Cilindro agujas

Fuente: del autor



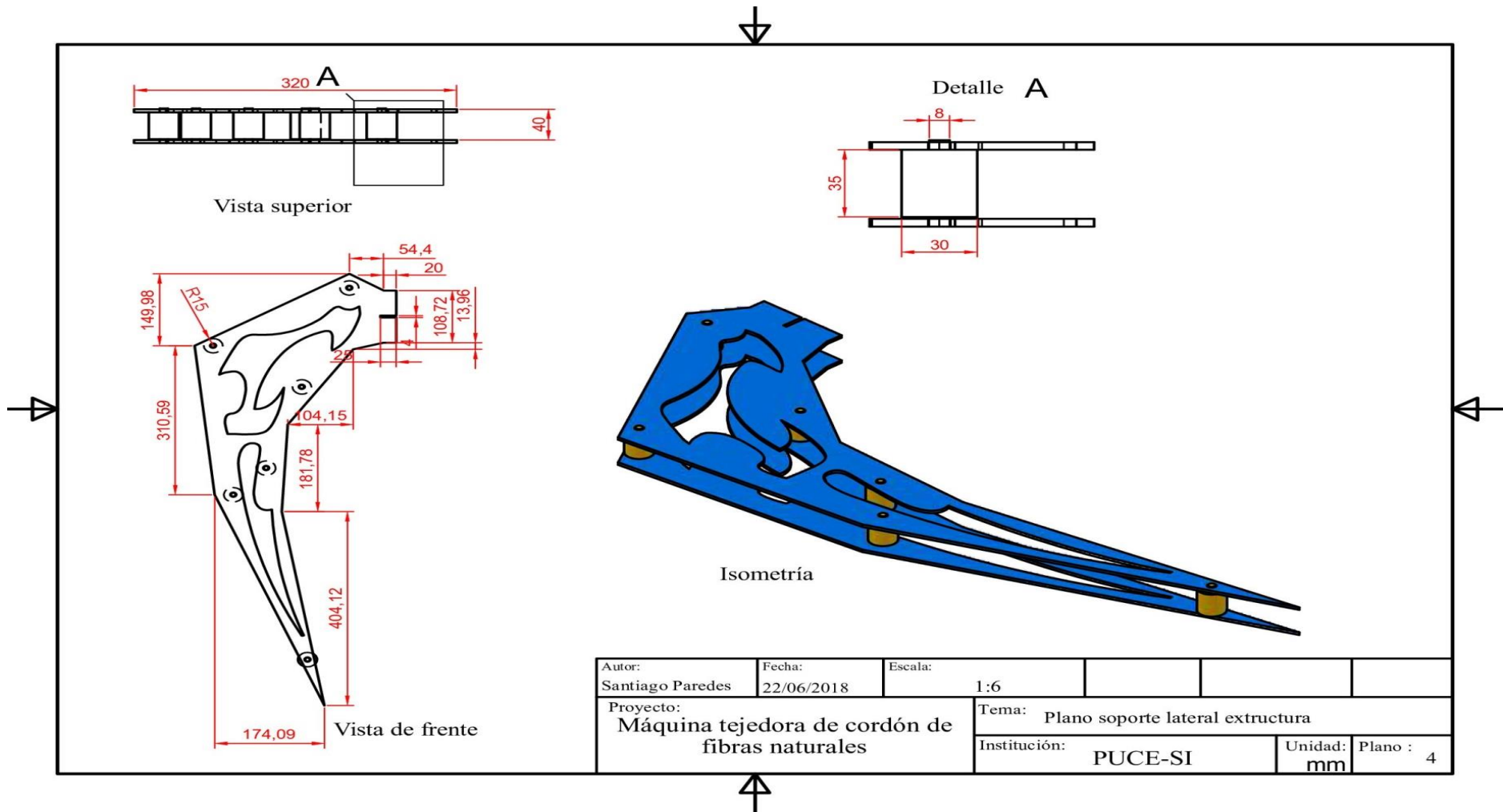
Plano N° 2 Carcasa exterior A

Fuente: del autor



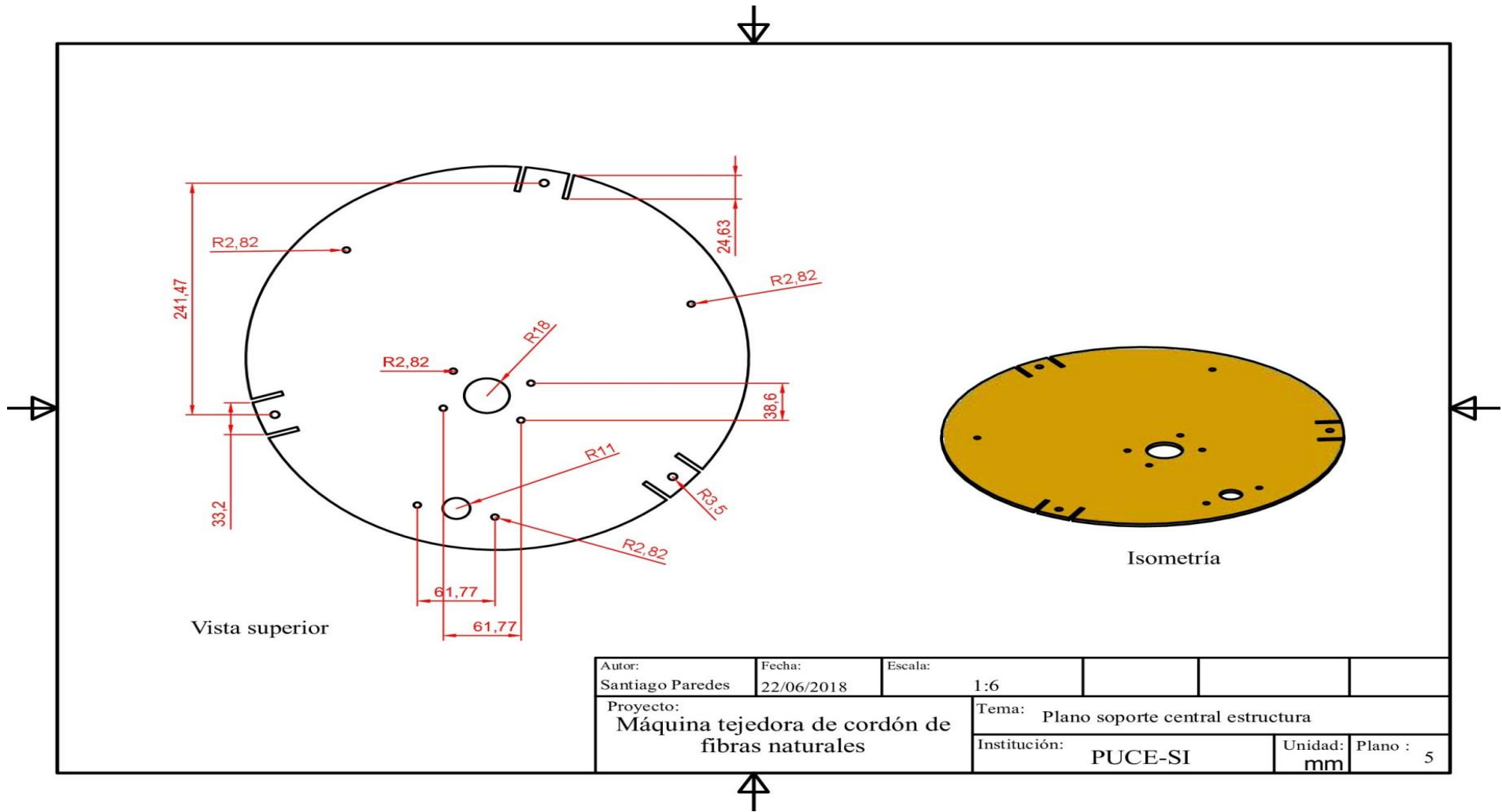
Plano N° 3 Carcasa exterior B

Fuente: del autor



Plano N° 4 Soporte lateral estructura

Fuente: del autor



Plano N° 5 Soporte central estructura

Fuente: del autor

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E., & Lopez, M. (1997). *Diseño y construcción de máquina cordonera*.
- anónimo. (2017). Cuerdas naturales – Sisal, Manila, cáñamo, yute y rafia. Retrieved June 14, 2018, from <https://www.atlantic-avitaillement.es/cuerda-natural/>
- Carrion, F. (2016). *Materials pel disseny de productes tèxtils*. Retrieved from <https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=320076/2014/1/54816/poliester-5467.pdf>
- Chang, A., & Geanella, M. (2015). *Análisis del sector exportador de abaca en el Ecuador*. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3900/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-66.pdf>
- Cruz, A., Ana, P., & Isabel, R. (2009). Medición de la Eficiencia del Método Datum para seleccionar Tecnologías Biomédicas, *11*(115), 766–773. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v11n5/v11n5a09.pdf>
- Dario M. (2002). La cuerda. Retrieved June 12, 2018, from http://scoutsecuador.slamonega.com/6.1_La_cuerda.pdf
- Guzmán, J. (2017). Telarañas en el mundo: arácnidos en la cultura. Retrieved July 6, 2018, from <https://selecciones.com.mx/telaranas-en-el-mundo-aracnidos-en-la-cultura/>
- Heraldo E. (2016). Biomímesis, la tecnología que imita la naturaleza | El Heraldo. Retrieved July 6, 2018, from <https://www.elheraldo.co/tendencias/biomimesis-la-tecnologia-que-imita-la-naturaleza-295118>
- Kintto Lucas. (2000). Creativo potencial económico de las fibras vegetales. Retrieved June 13, 2018, from <http://www.ipsnoticias.net/2000/04/ecuador-creativo-potencial-economico-de-las-fibras-vegetales/>
- Lockuán, F. (2012). La industriad textil y su controldecalidad iv., 116. Retrieved from <http://fidel-lockuan.webs.com/>
- Manjarres, Y. (2006). textiles y ecodiseño: Fibras y sus efectos en el ambiente. Retrieved June 15, 2018, from <http://tex-eco-sost.blogspot.com/2006/09/fibras-y-sus-efectos-en-el-ambiente.html>
- Martin, C. (2004). Bruno Munari. Qué es un problema. Metodología para el diseño. | Alzado.org. Retrieved July 25, 2018, from https://alzado.org/articulo.php?id_art=354
- Ojeada, M. (2013). Nylon | Tecnología de los Plásticos. Retrieved June 15, 2018, from

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/nylon.html>

- Palacio, J., & Gaviria, S. (2010). *REDISEÑO DE UNA MAQUINA BOBINADORA DE CORDONES Y DE UNA MAQUINA CORTADORA DE CORDONES EN LA EMPRESA CORDEHILOS S.A.* Retrieved from https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4296/JuanPalacio_SantiagoGaviria_2010.pdf?sequence=1
- Paredes, S. (2018). archivos de tablas, fotografías, graficos, planos.
- Press, E. (2016). La historia de la cuerda se reescribe con una herramienta de 40.000 años. Retrieved June 14, 2018, from <http://www.europapress.es/ciencia/ruinas-y-fosiles/noticia-historia-cuerda-reescribe-herramienta-40000-anos-20160726132818.html>
- Ratera, J. (2015, November 11). Máquina trenzadora. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/ES2612143B1/es?assignee=TALLERES+RATERA+SA>
- Rodríguez, C. (2018). Potencialidades de industrialización y Procesamiento de las agaváceas en el ecuador (pencos y cabuyas). Retrieved from <http://www.yachay.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/Proyecto-linea-Base-Penco-Cabuyas.pdf>
- Rodriguez, E., Lupín, B., Lacaze, V., & González, J. (2011). La producción sustentable de fibras textiles. Retrieved from http://nulan.mdp.edu.ar/1559/9/fibras_textiles.pdf
- Sánchez, J. (2018). ¿Qué es el minimalismo? ¿Qué puede aportarme a mi vida? - Jordi Sánchez. Retrieved July 6, 2018, from <https://jordisanchez.info/minimalismo-que-es/>
- Seoane, D. (2018). ¿Por qué el poliéster es malo para el medio ambiente? – Daniela Seoane. Retrieved June 29, 2018, from <http://danielaseoane.com/2017/11/14/por-que-el-poliester-es-malo-para-el-medio-ambiente/>
- Simbaña, A. (2007). Fibras naturales en desarrollo de los materiales compuestos. *Axioma*.
- Skarlett, C. (2014). El hilo. Todo lo que necesitas saber - Skarlett Costura. Retrieved July 11, 2018, from <http://skarlett.es/clases-hilos-para-coser/>
- Suárez, D. (2017). *Reconstrucción, automatización y puesta en funcionamiento de un equipo para la fabricación de cordones textiles para la planta textil.*
- Tapia, C., Paredes, C., Simbaña, A., & Bermúdez, J. (2006). Aplicación de las Fibras Naturales en el Desarrollo de Materiales Compuestos y como Biomasa y Compuestos : Desarrollados, *19*, 113–120.
- Tela, F. (2016). ¿Qué tipo de tela es punto de algodón o el algodón Jersey? Retrieved June 21,

2018, from <http://www.latelafeliz.com/es/blog/56-que-tipo-de-tela-es-punto-de-algodon-o-el-algodon-jersey>

Wikipedia. (2016). Unidades de medida de la industria textil - Wikipedia, la enciclopedia libre.

Retrieved July 11, 2018, from

https://es.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_medida_de_la_industria_textil