DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAYO DE TENSIÓN EN FIBRAS DE MATERIALES NO METÁLICOS

Autores
Kevin Sebastián Duarte Cantor 20172574107
Wilson Steven Muñoz Serrato 20172574113

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Tecnología mecánica / ingeniería mecánica
Tecnología mecánica industrial
Bogotá D.C., Colombia
de 2021

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAYO DE TENSIÓN EN FIBRAS DE MATERIALES NO METÁLICOS

Autores
Kevin Sebastián Duarte Cantor 20172574107
Wilson Steven Muñoz Serrato 20172574113

Docente director
Oswaldo Pastrán Beltrán
Ing. Mecánico

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Tecnología mecánica / ingeniería mecánica
Tecnología mecánica industrial
Bogotá D.C., Colombia
de 2021

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., Octubre 2021

DEDICATORIA

DEDICATORIA KEVIN DUARTE

Siempre fuimos un sinónimo de resistencia y valentía desde el primer momento que nuestros cuerpos se unificaron en uno solo, 9 meses de acciones irreverentes y rebeldes anunciaron lo que iba ser el rumbo de los dos han pasado ya 25 años, pero esa magia particular no se ha perdido, seguimos siendo esclavos de nuestros sueños y fugitivos de ese gran fantasma del fracaso, pero, aunque los días puedan ser grises, siempre has estado ahí fuerte y feroz junto a mí. Todo lo anterior solo tiene una autora y es mamá. Gracias madre por apoyar mis sueños y ser bastión de mis temores, sin olvidar que eres la piedra angular de mis amaneceres.

Testigo de mil batallas, secuas de mis sueños, víctima de mis caprichos, pero siempre fiel y robusta para mi compañera Lucía Carrero Arango.

DEDICATORIA WILSON MUÑOZ

Este trabajo lo quiero dedicar a mis padres, hermanos y compañeros que a lo largo de mi formación me brindaron apoyo incondicional.

DEDICATORIA SOCIAL

Una vez más las calles de esa Colombia multiétnica y feroz fueron manchadas por la sangre de esos soñadores incomprendidos que buscan un mejor mañana porque son hijos de la ruana y del sombrero volteado dónde se convirtieron amantes de un sueño alimentado de igualdad y equidad, que como toda telenovela criolla siempre será ese amor obstaculizado por los intereses de un cruel personaje. Este trabajo va dedicado a todas las víctimas del conflicto armado , a las personas que perdieron la vida por el abuso policial al igual que los muertos por el abandono estatal que sostienen esa estructura desigual llamada Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Tuvimos la fortuna de poder ser formados por uno de los más grandes y admirables profesionales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Dónde su seriedad, entrega y honestidad siempre irradiara una lección tanto profesional como académica. Gracias infinitas al profesor y asesor Oswaldo Pastran. Por guiar este proceso de aprendizaje, minado de victorias, fracasos y frustraciones en los cuales la cruel y feroz asignación cuantitativa que la escuela tradicional y obsoleta nos ha fundamentado pasa a aún segundo plano puesto que solo bastaba la sensación particular y de difícil descripción de haber adquirido el conocimiento transmitido por él .

CONTENIDO

Pág.

Resumen
Introducción
Planteamiento del problema
Objetivo
Justificación
Marco Teórico
Antecedentes
1. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN 27
1.1 Estado del arte 27
1.1.1 Momento heurístico 28
1.1.2 Momento hermenéutico 32
1.1.3 Afianzamiento del estado del arte 34
1.2 Parámetros de operación que acondicionan al diseño 38
1.2.1 Maquina universal de ensayos 38
1.2.2 Modelas más utilizados 39
1.2.2.1 Según su estructura 39
1.2.2.1.1 De una sola columna 39
1.2.2.1.2 Doble columna 40
1.2.2.1.3 De suelo 40
1.2.2.1.4 De automatización 41
1.2.2.2 Según su accionamiento 42
1.2.3 Dilucidación 44
1.3 Dimensión espacial 45
1.4 Restringir 48
1.5 Matriz de eficacia 49
1.5.1 Sistema de generación de fuerza 50
1.5.1.1 Sistema de generación mecánico 50
1.5.1.2 Sistema de generación hidráulico 51
1.5.2 Configuración estructural 51
1.5.2.1 Configuración estructural de 1 columna 52
1.5.2.2 Configuración estructural de 2 columnas 52
1.5.3 Sistema de sujeción 52
1.5.3.1 Sistema de sujeción neumático 53
1.5.3.2 Sistema de sujeción mecánico 53
1.5.4 Sistema de anclaje 53
1.5.5 Propuesta de diseño 54
1.5.5.1 Criterios de selección 55

1.5.5.1.1 Economía 55
1.5.5.1.2 Precisión de sujeción 55
1.5.5.1.3 Versatilidad 55
1.5.5.1.4 Facilidad de construcción 55
1.5.5.1.5 Peso 55
1.5.5.1.6 Robustez estructural 56
1.5.5.1.7 Tamaño amigable 56
1.5.5.1.8 Definición de escala 56
2. CALCULO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN 57
2.1 Columna 57
2.2 Viga 61
2.3 Tornillo de potencia 62
2.4 Placa base 64
2.5 Uniones soldadas 65
2.6 Poleas 66
2.7 Motoreductor 68
2.8 Mordazas 70
2.9 Celda de carga 72
2.9.1 Puente de wheaststone 72
2.9.2 Galgas extenciométricas 73
2.9.3 Conexión 73
2.9.4 Selección celda de carga 75
2.10 Selección de rodamientos 75
3. ANIMACIÓN Y ELABORACIÓN 77
3.1 Dimensiones y esquemas 3D 77
3.1.1 Tornillo de potencia 77
3.1.2 Columna 78
3.1.3 Cuerpo de tuerca 78
3.1.4 Base soporte 79
3.1.5 Viga superior 79
3.1.6 Otros 80
3.1.7 Esquema general 81
4. COSTOS 82
5. CONCLUSIONES 84
REFERENCIAS 86
Apéndice 1 (Manual de mantenimiento) 87
Anexos 95

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Material sometido a esfuerzo normal 21
Figura 2. Máquina de tensión 22
Figura 3. Repositorio institucional universidad nacional 29
Figura 4. Bases de datos SCIELO 29
Figura 5. Máquina de ensayo universal de una sola columna SERIE 3400 39
Figura 6. Máquina de ensayo universal de doble sola columna SERIE 3400 40
Figura 7. Máquina de ensayo universal de suelo serie industrial 41
Figura 8. Máquina de ensayo universal de automatización serie industrial. 42
Figura 9. Maquina universal de ensayos hidráulicos. 43
Figura 10. Maquina universal de ensayos electromecánica serie 23 EMIC 43
Figura 11. Mapa conceptual Maquina de tensión 45
Figura 12. Mapa conceptual taxonomía máquina de tensión 50
Figura 13. Mapa conceptual taxonomía máquina de tensión sistema de anclaje 54
Figura 14. Hoja de cálculo para análisis columna torcida 59
Figura 15. Diagrama momento flector y vector cortante 61
Figura 16. Propiedades de las áreas 61
Figura 17. Voladizo de sección trasversal rectangular soldado a un soporte en los bordes superiores e inferiores. 65
Figura 18. Longitud mínima. 68
Figura 19. Montaje motoreductor. 70
Figura 20. Puños de tensión de acción lateral con tornillo. 71
Figura 21. opciones de cara de agarre para 2710-113. 72
Figura 22. Puente de Wheatstone. 72
Figura 22. Montaje puente 73
Figura 23. Celda de carga tipo viga 73
Figura 24. Módulo de referencia XFW-HX711 73
Figura 25. Arduino uno 74
Figura 26. Conexión 74
Figura 27. Esquema de acondicionamiento analógico 74
Figura 28. Celda de carga tipo S-Beam. 75
Figura 29. Rodamientos SKF. 76
Figura 30. Rodamientos SKF tornillo de potencia. 76
Figura 31. Rodamientos SKF para el rodillo. 76
Figura 32. dimensiones tornillo de potencia y 3D. 77
Figura 33. dimensiones columna y 3D. 78
Figura 34. dimensiones cuerpo de tuerca y 3D. 78
Figura 35. dimensiones base soporte y 3D. 79
Figura 36. dimensiones viga superior y 3D. 79
Figura 37. motor 3D. 80
Figura 38. Soporte tuerca 3D. 80
Figura 39. carcasa 3D. 80

Figura 40. Rodillo 3D. 81
Figura 41. Esquema general 3D. a) vista frontal, b) vista lateral izquierda, c) vista lateral derecha, d) vista posterior. 81

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Grafica 1. Selección documental. 32
Grafica 2. Clasificación documental por país. 33
Grafica 3. Esfuerzo Vs Deformación fibras ópticas 47
Grafica 4. Esfuerzo Vs Deformación fibras ópticas con refuerzo 47
Gráfica 5. Construcción de las líneas de falla de una columna 58

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Recopilación bibliográfica momento heurístico 30
Tabla 2. Recopilación bibliográfica momento hermenéutico. 34
Tabla 3. Características geométricas y mecánicas de las fibras analizadas 46
Tabla 4. Ejemplificación material carbono AS4 46
Tabla 5. Características espaciales 48
Tabla 6. Propuesta de diseño. 54
Tabla 7. Criterios de selección 56
Tabla 8. Datos de entrada columna. 57
Tabla 9. Módulo de sección. 57
Tabla 10. Razón de esbeltez. 58
Tabla 11. Razón de esbeltez re calculado. 59
Tabla 12. Datos de la columna con carga excéntrica. 60
Tabla 13. Datos de la columna circular 63
Tabla 14. Datos carga crítica y carga permisible. 64
Tabla 15. Dimensión de cuenda seleccionado. 64
Tabla 16. Datos de entrada placa base 64
Tabla 17. Datos de entrada uniones soldadas. 65
Tabla 18. Resultado Tao prima. 65
Tabla 19. Resultado segundo momento de área 66
Tabla 20. Datos de entrada polea. 66
Tabla 21. Vueltas y velocidad de la polea. 67
Tabla 22. Longitud de la correa. 68
Tabla 23. Datos de entrada motoreductor. 68
Tabla 24. Resultado de los cálculos. 69
Tabla 25. Pre-selección catalogo LENTAX. 70
Tabla 26. Dimisiones mordaza y cara de agarre 71
Tabla 27. Tabla de costos asesor. 82
Tabla 28. Tabla de costos página web. 83

LISTA DE ECUACIONES

Pág.

Ecuación 1 20
Ecuación 2 21
Ecuación 3 21
Ecuación 4 57
Ecuación 5 58
Ecuación 6 58
Ecuación 7 60
Ecuación 8 60
Ecuación 9 62
Ecuación 10 62
Ecuación 11 62
Ecuación 12 63
Ecuación 13 63
Ecuación 14 63
Ecuación 15 64
Ecuación 16 65
Ecuación 17 66
Ecuación 18 66
Ecuación 19 66
Ecuación 20 67
Ecuación 21 67
Ecuación 22 67
Ecuación 23 67
Ecuación 24 68
Ecuación 25 69
Ecuación 26 69
Ecuación 27 69
Ecuación 28 69
Ecuación 29 69
Ecuación 30 70
Ecuación 31 72

RESUMEN

Puesto que en la actualidad la Universidad Distrital Francisco José de Caldas solo cuenta con una máquina universal de ensayos, la cual cuenta con una magna robustez, siendo ideal para el análisis en materiales metálicos los cuales se adecúan a las características de ésta. En el siguiente trabajo de grado se pretende realizar el diseño de una máquina la cual permita realizar ensayos de tensión sobre fibras, y de esta forma poder conocer las propiedades mecánicas bajo la idealización de escenarios críticos de usos, y cómo esto puede alimentar la transición escalonada del uso de nuevos materiales en aplicaciones donde los metales siempre han sido empleados.

En primer momento se realizará el estudio del arte, frente a los desarrollos académicos edificados en el estudio y comportamiento de las fibras, junto con los escenarios prácticos que han permitido la cuantificación de éstas. Posteriormente se definirán los parámetros de uso y diseño, los cuales se posicionan como la piedra angular del proyecto. Siendo evaluados bajo la implementación de matrices decisorias, puntualizando objetivamente la opción más destacada.

Por último, se generará una animación computarizada del diseño, la cual permita exponer el funcionamiento sistémico de la máquina, acompañado de la documentación orientadora en la relación usuario-máquina. Junto a las rutas metodológicas en el tratamiento de planes de mantenimiento correctivo y preventivo.

Ya que este trabajo carece de una disposición experimental, el análisis de resultados será generado desde una perspectiva cualitativa, la cual tendrá como punto de referencia los cimientos documentarios que en este caso es el alcance y conquista de los objetivos trazados inicialmente.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de que las sociedades vayan ampliando el anaquel de las conquistas científicas y tecnológicas se convierte en un objetivo transversal de todos los gobiernos de turno, o por lo menos, esto es visible en los planes estratégicos de gabinete. Es ahí donde la academia se convierte en uno de los eslabones primordiales, de esa larga cadena generadora de conocimiento, donde las dinámicas propias, componen las condiciones necesarias para el génesis del desarrollo intelectual. Lo cual se convierte en un vehículo que conduce a la obtención de posibles logros trazados.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, siempre se ha posicionado como una institución que tiene como objetivo generar programas académicos que permitan alimentar la naciente y cercana realidad del desarrollo, orientado a las exigencias de una sociedad netamente desigual, donde las soluciones tecnológicas y científicas pueden convertirse en una plataforma alimentadora de un ideal modelo de equidad social, esto sea situado como una de las primordiales banderas de lucha de las comunidades más desfavorecidas que componen al pueblo colombiana.

La Facultad Tecnológica adscrita a la Universidad, ha podido plasmar esta filosofía institucional por medio de los lineamientos estratégicos de los proyectos curriculares, donde a través de la idealización y conceptualización de la misión, visión, proyección, entre otros parámetros, se consolida el cuerpo filosófico y pragmático de una apuesta institucional, que surge como resultado de una serie de disertaciones gestadas, por unos sólidos grupos interdisciplinarios de académicos de gran índole, donde la solidificación de criterios se encuentra alimentada por el bagaje profesional de cada uno de los miembros. Lo anterior se puede ver reflejado en el Informe de Autoevaluación en los Programas de Ingeniería Mecánica y Tecnología Mecánica Por ciclos propedéuticos. Universidad Distrital Francisco José de caldas (2016) donde afirma lo siguiente:

El Proyecto Curricular de Tecnología Mecánica por medio de sus programas de Tecnología Mecánica e Ingeniería Mecánica por Ciclos propedéuticos contribuye al desarrollo socioeconómico y tecnológico de la nación, y en particular al de la ciudad capital, mediante la investigación, la proyección social a la comunidad y la formación de profesionales del área de la Ingeniería Mecánica (Tecnólogos Mecánicos, Ingenieros Mecánicos, y profesionales con títulos de postgrados como parte de su misión) altamente capacitados, con el fin de asumir los retos que representa la permanente dinámica de cambio que caracteriza a la sociedad actual.(P.15)

Es por esa razón que este proyecto, busca exponer el desarrollo evolutivo del diseño de una máquina para el análisis de tensión sobre fibras en materiales no metálicos, la cual aportará a los laboratorios de la Facultad, los cuales se posicionan como una piedra angular en la formación de Tecnólogos y profesionales,

no solamente de dicha facultad sino de diferentes programas de la Universidad como lo son programas de posgrado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Día a día nos desenvolvemos en un mundo material en el cual no dimensionamos los criterios fundacionales de esta realidad, ejecutados en el momento de la concepción y creación de la cultura material que nos rodea. No quiere decir que las interacciones sensoriales, no consoliden una posible “noción” de cuál fue el motivo por el cual se posicionó dicha selección.

El apuro para desarrollar acoples que puedan acomodarse a las necesidades o pretensiones en los escenarios del diseño ingenieril, debe estar acompañado de la realización de ensayos enfocados a la evaluación y análisis del conjunto de propiedades que componen a los materiales.

Es ahí donde los centros educativos establecen el primer elemento compositivo de este tipo de construcciones epistemológicas permitiendo fortalecer este ejercicio en constante desarrollo y que a su vez éste se fortalezca la matriz curricular de los programas educativos. Viendo esta práctica más allá de un elemento didáctico, sino como una herramienta afianzadora de criterios de selección en la construcción de un desarrollo y confección del diseño mismo.

La carencia de poder tener escenarios compatibles con las avanzadas investigativas, establece un desafío para los estudiantes de la Universidad Distrital, ya que la robustez de los equipos que componen el conjunto de campos experimentales no permite generar espacios prácticos, donde se vincule lo coloquialmente denominado “nuevos materiales”, puesto que la génesis de estos, corresponde a la manipulación y modificación de las viejas cualidades y/o propiedades, que limitaba la creación ingenieril en décadas pasadas.

Sin embargo, la producción de máquinas que puedan responder al análisis enfocado en el comportamiento mecánico de fibras en materiales no metálicos, establece desafíos en la construcción y diseño, ya que el desarrollo de los procesos de manufactura exige altos niveles de precisión por el tamaño de sus piezas elevando costos.

Como respuesta a esta problemática se ha propuesto desarrollar el diseño de una máquina de tensión para el análisis de fibras en materiales no metálicos permitiendo cuantificar valores experimentales obtenidos en este tipo de prueba, de tal manera que se pueda optimizar algunos parámetros de elección, dependiendo de las aplicaciones contextuales, tales como el peso, corrosión, conductividad, densidad, límite de fluencia entre otros.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina de tensión, para el análisis de fibras en materiales no metálicos.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Recopilar información de máquinas similares.
- Definir parámetros de diseño.
- Ejecutar una matriz de decisión para la selección más adecuada.
- Generar una tabla de costos de los materiales a utilizar.
- Realizar una animación computacional del diseño que muestre el funcionamiento de la máquina.
- Elaborar planos de construcción y montaje.
- Escribir los manuales de operación y mantenimiento.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el uso de materiales de origen sintético ha modificado el entorno tradicional que hasta hace unas décadas atrás era común en la mayoría de regiones del país. El uso de artefactos empleados para el transporte y empaque de alimentos se encontraban constituidos por fibras de origen natural que coloquialmente conocemos como “costales”, “canastos”, entre otros. Los cuales representaban una alternativa amigable recursiva y poco contaminante durante su prolongado ciclo de vida.

Esta nueva realidad colombiana genera una profunda preocupación entre algunos sectores ambientalistas y entidades públicas, esto se puede ver reflejado en un reciente artículo periodístico del periódico La Opinión (Cúcuta - Colombia) que titula: colombianos consumen más de un millón de toneladas de plástico al año donde se afirma lo siguiente:

Los plásticos de un solo uso se han convertido en un problema ambiental de grandes proporciones en Colombia. Para un país que desea ser amigable con el ambiente, las cifras no son favorables, solo el 1% de la industria está comprometida con la generación de plásticos biodegradables. (Zona verde, viernes 6 de marzo de 2020 3:01 pm)

La falta de políticas reales junto a falencias de carácter pedagógico y/o ciudadano al igual que una deficiencia de algunos actos administrativos que penalicen el uso inadecuado de estos productos en su etapa pos-uso agudiza más el problema, ya que durante el tránsito de la cadena productiva donde la generación de gases efecto invernadero son una consecuencia de su producción industrial, lo anterior no representa un antagonismo al mundo de problemáticas ambientales.

La Clínica Jurídica de Salud Pública y Medio Ambiente (MASP) de la Universidad de los Andes y Greenpeace Colombia exponen en uno de sus más recientes informes del 2019. El eje primario de dicho documento se basa en el entorno actual de los aspectos jurídicos y ambientales enmarcando la contaminación por residuos plásticos en Colombia, en este informe se puede ver como las problemáticas ambientales trascienden de algo local aún carácter mundial con la siguiente afirmación:

Crawford (2017), aproximadamente 150 millones de toneladas de plásticos en el océano y aproximadamente 8 millones de toneladas de plásticos ingresan anualmente en él. Teniendo en cuenta estos datos, se predice que la cantidad de plástico que ingresa al océano cada año aumentará a alrededor de 16 millones de toneladas para 2030, y aproximadamente a 32 millones de toneladas para 2050, por lo cual se estima que, en términos de peso, habrá más plásticos en el océano que peces en 2050. Estos plásticos acaban en el océano debido a que son tan ligeros que se transportan fácilmente por medio del viento o los ríos que desembocan en el

mar (SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PLÁSTICOS EN COLOMBIA Y SU IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE, pág. 9, noviembre 2019)

Una salida tangible a corto plazo la cual involucre de forma participativa los desechos sólidos parece algo utópico pero lo anterior es posible puesto que diversos esfuerzos académicos e investigativos han venido involucrando el estudio de los materiales no metálicos en función de un acercamiento en los valores de las propiedades mecánica ya conocidas en los materiales metálicos, lo cual permitirá reemplazar paulatinamente la implementación de estos nuevos materiales en aplicaciones estructurales como por nombrar algunos escenario prácticos. El doctor Martínez, J. (2016) afirma que

En los diferentes usos de los materiales compuestos y ante condiciones de trabajo normales, se pueden encontrar situaciones de carga que generen estados multiaxiales de tensión. Por este motivo y con el fin de estudiar experimentalmente el comportamiento de un material compuesto GFRP ante estados de tensión en más de una dirección (P. 25).

El matrimonio experimental que se ha venido gestando en los laboratorios de ingeniería, ha fundado pautas que dan un visible mejoramiento de las propiedades netas de estos materiales, cuando se vinculan con materiales de otra naturaleza siempre en una búsqueda constante de una modificación aumentativa de estas propiedades. Este tipo de procesos experimentales han venido tomando un alto grado de legitimidad gracias a los buenos resultados obtenidos, un claro ejemplo de esto se puede ver en el artículo científico. MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE TENSIÓN EN WPC DE LDPE: HIPS/FIBRA NATURAL MEDIANTE ENTRECRUZAMIENTO CON DCP escrito por Delgado, A, Aperador, W, Gómez, W, (2014) donde se afianza que:

En las últimas décadas las fibras naturales han sido consideradas como alternativa de refuerzo en compuestos poliméricos. Estas presentan buenas propiedades mecánicas, son biodegradables, reciclables, de bajo costo y baja densidad, sus principales desventajas en la elaboración y desempeño de compuestos poliméricos son: absorción de agua, formación de agregados, inestabilidad térmica, incompatibilidad fibra (hidrofílica)–polímero (hidrofóbica)

Se puede ver como mediante la vinculación de fibras naturales en un material compuesto de matriz polimérica, contribuyó al aumento del módulo de elasticidad de este compuesto, esta mejora está relacionada con el número de fibras vinculadas, ya que este aumento es proporcional.

Es por eso que mediante este proyecto se desea fortalecer los escenarios prácticos de aprendizaje como lo son los laboratorios, donde se ubican una de las cualidades innatas del estudiante del proyecto curricular de Tecnología en mecánica industrial, puesto que no solamente es una respuesta eficiente a una necesidad, sino el

reconocimiento contextual de los recursos académicos y formativos con los cuales se cuentan al momento de afrontar situaciones de inminentes respuestas, las cuales no deben estar distanciadas de las vanguardias científicas y tecnológicas.

La evolución de los escenarios prácticos, como el andamiaje para un constante progreso institucional donde no se tropiece por las limitaciones financieras o logísticas, sino que se afiance una propuesta de carácter autosustentable para que sean los espacios investigativos quienes asuman la responsabilidad de orientar pericias que configuran la naturaleza del estudiante de dicho programa.

MARCO TEÓRICO

MATERIALES COMPUESTOS

Un material compuesto es el matrimonio entre: un refuerzo el cual asimila y asume las propiedades mecánicas del material y una matriz la cual asume las condiciones térmicas y ambientales las cuales el material enfrentara.

Un material compuesto es la construcción o la creación de un material el cual tiene como objetivo superar las limitantes de los materiales existente.

FIBRAS

Las fibras se producen a partir de materiales cerámicos para diversos usos: como refuerzo en materiales compuestos, para hacer tejidas o para utilizarse en fibras ópticas. Askeland, D. and Phulé, *Ciencia E Ingeniería De Los Materiales*. México: International Thomson Editores. P 659., 2004.

FUNCIÓN DE LA FIBRA EN EL MATERIAL COMPUESTO

La fibra es el elemento reforzante por excelencia. Las propiedades mecánicas de cualquier material son superiores cuando ese material se presenta en forma de fibra.

Módulo elástico y resistencia mecánica de distintos materiales, en relación a su densidad. Las fibras aventajan a los restantes materiales acercándose al límite teórico. Shackelford, J., Güemes, A. and Martín, N., *Introducción A La Ciencia De Materiales Para Ingenieros (4A. Ed.)*. Madrid: Pearson Educación. P. 406, 2007.

CARGA AXIAL

Para el caso particular de carga normal a tensión sobre un material con módulo de elasticidad E, se tiene que el esfuerzo es la energía aplicada sobre el área transversal. La deformación unitaria se expresa como el cambio de longitud sobre la longitud inicial

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \varepsilon = \frac{L_F - L_0}{L_0}$$

Ecuación 1

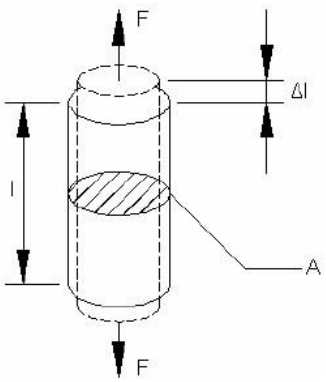


Figura 1 Material sometido a esfuerzo normal. (2005). [Ilustración]. repositorio universidad de los andes. https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22128/u260783.pdf?sequence=1

DEFORMACIÓN PLÁSTICA

Si se retira la carga aplicada en dicha zona, la probeta recupera solo parcialmente su forma quedando deformada permanentemente. Rita.udistrital.edu.co. 2021. [online]Availableat:<https://rita.udistrital.edu.co:23604/Documentos/Guias_de_laboratorio/resistencia/GL-RE04.pdf> [Accessed 26 January 2021].

MÓDULO ELÁSTICO

En la curva σ Vs ε la pendiente de la recta (en la zona elástica del material) es la constante de proporcionalidad entre el esfuerzo axial y la deformación unitaria axial, se llama módulo de elasticidad o módulo de Young y se representa con la letra E.

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Ecuación 2

Lo anterior ocurre siempre y cuando los esfuerzos y las deformaciones se tomen en consideración en la zona de comportamiento elástico del material. Oswaldo, P., *guía para el análisis y solución de problemas de resistencia de materiales*. Colombia. P. 62 - 63, 2015.

LEY DE HOOKE

La ley de Hooke establece una restricción en el cual el esfuerzo es proporcional a la deformación, y se aplica para el comportamiento elástico del material.

$$\sigma = E\varepsilon$$

Ecuación 3

ENSAYO DE TENSIÓN

El ensayo de tensión está muy difundido, porque las propiedades que se obtienen pueden aplicarse en el diseño de distintos componentes. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente.

Para medir la cantidad que se estira el espécimen entre las marcas de calibración cuando se aplican la carga, se usa un extensómetro o galga extensométrica. Así, lo que se mide es el cambio de longitud del espécimen, ΔL, en una longitud determinada, L_0. Askeland, D. and Phulé, *Ciencia E Ingeniería De Los Materiales*. México: International Thomson Editores. P 240., 2004.

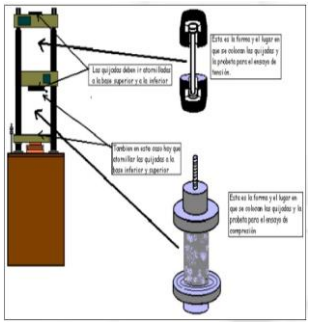


Figura 2. Máquina de tensión. (2017, 21 febrero). [Ilustración]. SIRIS - Recursos. https://rita.udistrital.edu.co:23604/recursos/?p=582

MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS

Es una maquina la cual se caracteriza por someter materiales a diferentes tipos de ensayos como el de tracción, compresión y flexión con la finalidad de inspeccionar sus propiedades. Está diseñada con el principio básico de la prensa en donde su fuerza es ejercida por placas de compresión o mordazas y su accionamiento puede ser hidráulico o mecánico.

FIBRA DE CARBONO

En la revista académica de ingeniera de la universidad autónoma de Yucatán se realizó una publicación sobre las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras, definiendo las fibras de vidrio como una composición atómica es cercana al grafito. En el grafito los microfilamentos o placas de carbono se colocan ordenadamente unas sobre otras y se entrelazan con fuerzas débiles, por lo que el grafito es blando y muchas veces transparente. En el caso de la fibra de carbono, miles de microfilamentos se apilan de manera desordenada y densa, lo que le da gran resistencia al material. Theurer, Rodríguez, Alcívar, López, Soriano, Villacis (2016), Se considera que la fibra de carbono tiene mejores características que el acero (Theurer et al., 2016 . P 59)

FIBRA DE VIDRIO

La fibra de vidrio tiene una estructura amorfa esto quiere decir que sus moléculas se organizan de forma aleatoria. Sus filamentos son de dióxido de silicio finos que al momento de tener altas temperaturas se desplazan libremente. En el proceso de enfriamiento cambia su forma amorfa a una estructura ordenada tomando una forma tetraédrica.

KEVLAR

La fibra de kevlar posee gran tenacidad lo cual se convierte en un atractivo para las industrias, se caracteriza por ser resistente a la tracción, operar en altas temperaturas, resistencia química.

POLÍMEROS

Los polímeros son moléculas formada por ‘eslabones’ llamados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Estos están formados por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales. Estas moléculas son las que forman los materiales plásticos

ANTECEDENTES

La relación de los humanos con los materiales ha permitido catapultar la cultura material de diferentes grupos sociales, un ejemplo de estos, es el caso de las culturas precolombinas con el oro y otros metales preciosos, donde el estudio y conceptualización de sus propiedades, permitieron el perfeccionamiento de diferentes técnicas de orfebrería. En la actualidad esto no ha cambiado, puesto que se puede ver reflejado en el desarrollo de las diferentes áreas investigativas y manufactureras. Donde el conocimiento de las propiedades de los materiales puede generar repunte comercial a nivel mundial. En este sentido hacemos la recolección de algunos trabajos investigativos, los cuales se encuentren orientados en la búsqueda de mejorar e innovar en este arduo estadio del conocimiento ingenieril que es las propiedades de los materiales.

En la actualidad la implementación de modelos experimentales usados para la obtención y valoración de propiedades mecánicas en los materiales, ha podido ser ejecutados en el comportamiento de algunas partes del cuerpo humano. En el trabajo “diseño y construcción de una máquina de ensayos de tracción para músculos” realizado en 2018 de la Universidad Militar Nueva granada por los estudiantes Michael Mauricio Bonilla Moral y Juliana Katerine Lagos Merchán, donde la creación de una máquina que permita evaluar el comportamiento mecánico de estas, la cual será evaluado bajo la implementación de software CAD. Se pueda estudiar el comportamiento de los tejidos musculares sometidos a la aplicación de fuerzas de tracción uniaxial.

La versatilidad de esta máquina, puedo definir que no solamente puede generar análisis de tracción para tejidos musculares, sino que es posible generar análisis para materiales de carácter no biológico.

Al igual que los tejidos musculares representan un nuevo epicentro epistemológico en la comprensión y concepción de las propiedades, los vegetales también se manifiestan en este nuevo escenario, en el trabajo “Diseño y fabricación de una máquina para realizar pruebas mecánicas de flexión a partes vegetales” realizado en 2014 de la Universidad Pontificia Bolivariana por es estudiante Camilo Restrepo Zuluaga, el campo de acción de esta máquina no solamente pretende tener un escenario formal de laboratorio, sino que también busca poder examinar el comportamiento en campos no formales. La implementación de materiales vegetales en campos prácticos de ingeniería, es uno de los fundamentos primordiales para el desarrollo de este proyecto, puesto que la vanguardia ingenieril pretende el desarrollo nuevas metodologías de consumo y producción más amigables con el entorno y el ecosistema.

Cabe aclarar que el uso de las propiedades de flexión en materiales de carácter vegetal, siempre ha sido manipulado. Esto lo podemos observar en el diseño de arcos en algunas zonas selváticas de sur américas, donde la flexión configura el elemento determinante.

Las limitantes lógicas como operativas juntas alimentadas por factores de altos costos, impiden el acceso de la industria manufacturera nacional poder alcanzar procesos de registro y evaluación de calidad, donde la exposición de esfuerzos tracción o de compresión, entre otros son cotidianos en el ciclo de usos de elementos. Restringiendo la implementación de mejoras estructurales o incluso variación en el material empleado.

Lo anterior representa unas de las inquietudes que impulsa el trabajo de grado "Diseño mecánico de una maquina universal de ensayos para polímeros" realizado en 2007 de la Universidad Tecnológica de Pereira por los estudiantes Paula Andrea Gallego Botero y Rolando Ferney Claros, donde la creación de una máquina de bajo costo pueda elevar los indicadores de calidad.

La evaluación de las propiedades mecánicas siempre se ha trabajo bajo modelos experimentales individuales, donde la evaluación de más de una propiedad a la vez. Resulta algo costo e incluso estructuralmente complejo. El trabajo de grado "Diseño y construcción de una máquina básica de ensayos destructivos de tracción y torsión" realizado en 2006 de la Universidad San Buena Aventura por los estudiantes Gloria Yaneth Morenos, Jorge Andrés López Gonzales, Oscar Daniel Malagón Mendoza y Juan Jacobo Henao Vega. La creación del material didáctico, junto a los sistemas de adquisición de datos se convierte en el puente entre los efectos físicos observados y la cuantificación de estos de forma digital. Este proyecto sigue conteniendo las dificultades frente a la consolidación del desarrollo de un ensayo simultáneo, y es conflicto de poder obtener partes de precisión de origen nacional, lo cual eleva considerablemente los costos de manufactura, y la lentitud en su materialización producto de dificultades al momento de la importación.

El comportamiento sobre fibras, no es una aventura investigativa moderna puesto que desde el siglo XX, varios modelos experimentales han intentado generar este tipo de análisis. La adaptación de prototipos anteriormente desarrollados a las vanguardias tecnológicas actuales, se convirtió en el eje transversal del proyecto de grado titulado "Adaptación de una máquina para pruebas a tensión sobre fibras" realizado en 2005 de la Universidad de los Andes por el estudiante Manuel Alfredo Caldas Morgan, donde la vinculación de movimientos netamente mecánicos a las

necesidades experimentales, permite alcanzar el análisis mecánico de muestras de hasta 155 μ de diámetro.

1 RECOPILAR INFORMACIÓN

1.1 ESTADO DEL ARTE

El estado del arte en la edificación de los procesos investigativos actuales se consolida como un elemento estructural de éstos ya que gracias a la masificación de la información al igual que el fácil acceso a ésta ha ratificado su implementación no como un elemento antagónico en la evolución de las metodologías investigativas sino como un elemento intrínseco a éstas. Todo lo anterior hace parte de los procesos de globalización que vienen afrontando la sociedad mundial donde la posibilidad de poder diseñar rutas de recopilación documental, las cuales no solamente se encuentren alimentadas por elementos locales, sino que está también integre componentes pertenecientes a los mal llamados países de "primer mundo", que hasta hace algunos años atrás era casi utópico poder socializar y recopilar las experiencias investigativas y académicas de la diversidad de escenarios formativos que componen la naturaleza exploraría propia de cada país. Lo anterior es ratificado en el documento titulado guía para construir estados del arte Londoño, Maldonado, Calderon (2016), el cual define como el investigador requiere incluir este aspecto metodológico en la investigación, y de esta forma tejer elementos epistemológicos que aporten a la consolidación del proceso investigativo.

En cualquier proceso de investigación es necesario seguir diversos pasos, todos ellos fundamentales, para abordar cualquier problema. Uno de ellos es el estado del arte, cuya elaboración es necesaria para afianzar la formulación del problema o tema investigativo. (Londoño et al., 2016, P5)

Es por esta razón que el objetivo de esto es poder presentar una forma ordenada y objetiva, la cual sistematice las huellas evolutivas de un campo específico del conocimiento y a su vez permita dibujar cual es la vanguardia frente a este tema. Sería un error afirmar que solo existe una forma universal para poder generar este tipo de estudios ya que su diversidad metodológica es demasiado amplia esto es fortalecido por Ragnhild Guevara Patiño, en el artículo titulado, El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? (2016), donde busca vigorizar una postura técnica sobre ¿qué es un estado del arte?, a través de la lectura e interpretación de diferentes académicos, donde resalta la importancia de no encasillar o restringir esto aún solo camino metodológico, afirmado lo siguiente:

Lozano et ál. (1998) plantean que en la investigación documental no existe un único método para la realización de los estados del arte, básicamente porque falta claridad y delimitación de lo que implica en realidad una investigación de esta naturaleza y debido a su reciente surgimiento dentro del campo de investigación. (Revista Folios, núm. 44, julio-diciembre, 2016, pág. 174. Universidad Pedagógica Nacional Colombia).

Aunque la construcción de este estudio, parten de consideraciones muy heterogéneas que pueden desenlazar en discusiones semánticas se puede fraccionar en dos grandes períodos el desarrollo de este.

El primero es la Heurística, el cual se podría definir de forma coloquial como un proceso de indagación y búsqueda la cual está orientada a la obtención de cualquier fuente bibliográfica que se encuentre vinculada con el área de estudio, si bien lo anterior busca generar algún tipo de interpretación conceptual, el artículo titulado El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? (2016). Lo define como:

Naranjo (2003) presenta como primer momento del estado del arte (definido como la primera parte en la creación de una investigación) la fase heurística, que implica la búsqueda, la recopilación y la organización de un inventario de fuentes de información. (Revista Folios, núm. 44, julio-diciembre, 2016, pág. 175. Universidad Pedagógica Nacional Colombia).

El segundo momento se desenvuelve en un proceso de interpretación y filtración, el cual permita generar una lectura objetiva que permita la conquista de los objetivos trazados, lo anterior se conoce como la fase hermenéutica. Este momento debe ser una construcción ordenada, minuciosa y quebrantada tal como lo recomienda el documento guía para construir estados del arte, Londoño, Maldonado, Calderón (2016), donde subraya la importancia de lo anterior.

Hermenéutica: consiste en la lectura, análisis, interpretación, correlación y clasificación de la información, según el grado de interés y necesidad frente a la nueva investigación. Como todo trabajo hermenéutico, es necesario realizar el ejercicio de pasar de la fragmentación realizado en las fichas, a la síntesis del texto y de la pluralidad del pensamiento, a la reflexión crítica. (Londoño et al., 2016, P 10)

1.1.1 Momento heurístico

Para este momento se ubican los repositorios institucionales de las universidades más importantes a nivel nacional como latinoamericano donde la implementación de criterios de búsqueda facilita la reducción del mapa de exploración, tales como: tensión and diseño, maquina and diseño… entre otras. Al igual que los repositorios institucionales las bases de datos también se emplean como elementos de búsqueda, tales como: Scielo, Doaj, Dialnet…entre otras.

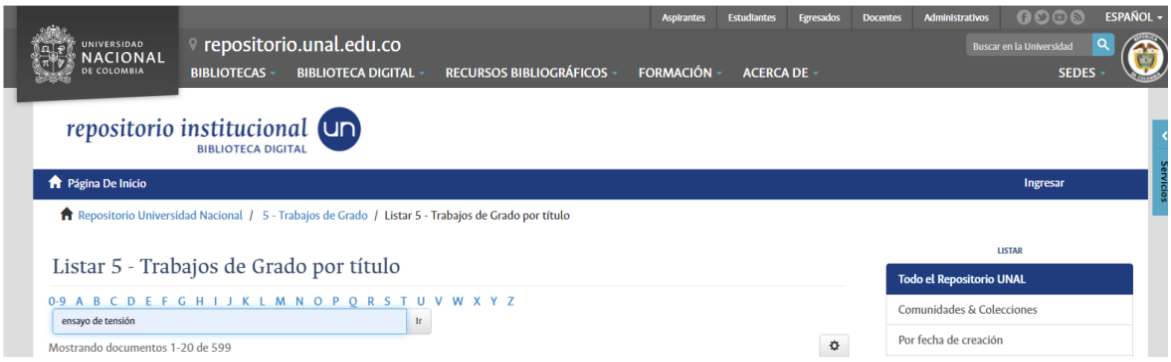


Figura 3. Repositorio institucional universidad nacional. Fuente propia



Figura 4. Bases de datos SCIELO. Fuente propia

La sistematización de los recursos adquiridos como resultado de las búsquedas en los diferentes lugares de recopilación bibliográfica, fueron ordenados y agrupados bajo la siguiente figura:

- Nombre
- Autores
- Fecha de publicación
- Fuente
- Tipo de documento

Lo anterior busca poder establecer una base de datos permitiendo tener una claridad en el momento de seleccionar y filtrar el contenido en su totalidad.

Fueron recolectados 17 documentos donde el 82.35% hacen parte de trabajos de grado bajo la modalidad de monografía y el 17.65% restante son artículos científicos.

TITULO	AUTORES	FECHA	FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE FATIGA "IN-SITU".	NICOLÁS ROBERTO HERNÁNDEZ	2011	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO (ARGENTINA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS-SISTEMA HIDRÁULICO DE PRESIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA.	RÓMMEL BLADIMIR LANCHIMBA SALAZAR	2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE(ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MAQUINA PARA REALIZAR ENSAYOS DE TRACCIÓN EN CUERDAS DE FIBRAS SINTÉTICAS.	BUÑAY GUALANCAÑAY ÁNGEL FABIÁN, MOROCHO LEÓN CARLOS FERNANDO	2015	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ECUADOR)CHIMBORAZO	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES.	DEMÓSTENES J. DURANGO, EDINSON J. HERRERA, NICOLÁS E. OTERO	2015	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA (COLOMBIA)	ARTICULO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA BÁSICA DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS DE TRACCIÓN Y TORSIÓN.	GLORIA Y. MORENO, JORGE A. LOPEZ, OSCAR D. MALAGÓN, JUAN J. HENAO	2006	UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENSAYO DE TENSIÓN PARA ACEROS DE USO AUTOMOTRIZ.	ARTURO ALEJANDRO ESPINOSA ORTIZ	2017	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL (ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO

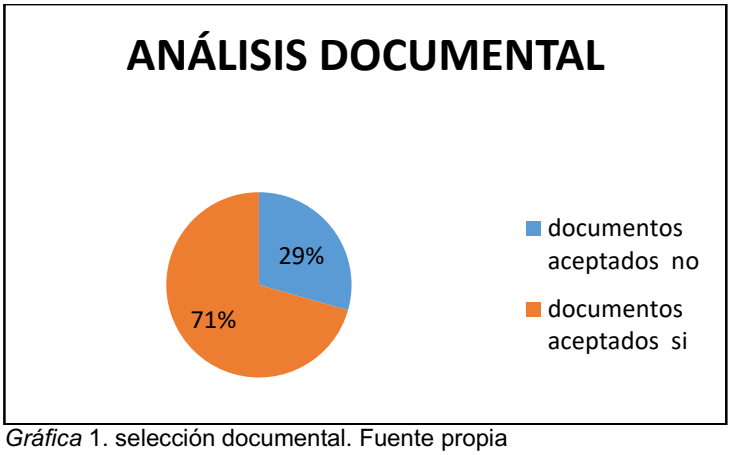
DISEÑO MECÁNICO DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS PARA POLÍMEROS	PAULA A. GALLEGO, ROLANDO F. CLAROS	2007	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA PRUEBAS BIAXIALES.	ESAU M. RODRIGUEZ, JOSE A. MOCTEZUNA, LUIS M. PALACIOS, ALEX E. ZÚÑIGA	2019	UNAM (MÉXICO)	ARTICULO
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LA TRACCIÓN Y TENACIDAD DE UN MATERIAL COMPUESTO A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y ALMIDÓN DE YUCA, A TRAVÉS DE LOS ENSAYOS DE TENSIÓN Y DE IMPACTO CHARPY.	JORGE A. AYALA, CRISTIAN A. BARBOSA	2014	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN PARA MÚSCULOS.	MICHAEL M. BONILLA, JULIANA K. LAGOS	2018	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO DE UNA MAQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN DE 10 TON.	JOSE ALBERTO RODRÍGUEZ AVALOS	2018	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO (PERÚ)	TRABAJO DE GRADO
ACTUALIZACIÓN DE UNA MAQUINA PARA ENSAYOS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN A POLÍMEROS PRODUCIDOS POR LA EMPRESA GERT S.A.	RUBÉN D. FIERRO, GONZALO. LOZANO	2019	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA.	CARI ALEJANDRA PACHECO PUENTES	2006	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE TENSIÓN MECÁNICA	MAURO I. NOGALES, DIEGO F. NOROÑA	2008	ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO (ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MAQUINA PARA REALIZAR PRUEBAS MECÁNICAS DE FLEXIÓN A PARTES VEGETALES	CAMILO RESTREPO ZULUAGA	2014	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
ADAPTACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PRUEBAS A TENSIÓN SOBRE FIBRAS	MANUEL ALFREDO CALDAS MORGAN	2005	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MICROTENSÓMETRO UNIVERSAL AUTOMATIZADO	JOSE G, CARRILLO. MIGUEL A. ARCIQUE, RICARDO A, GAMBOA.	2012	SCIENCEDIRECT	ARTICULO

Tabla 1. Recopilación bibliográfica momento heurístico. Fuente propia

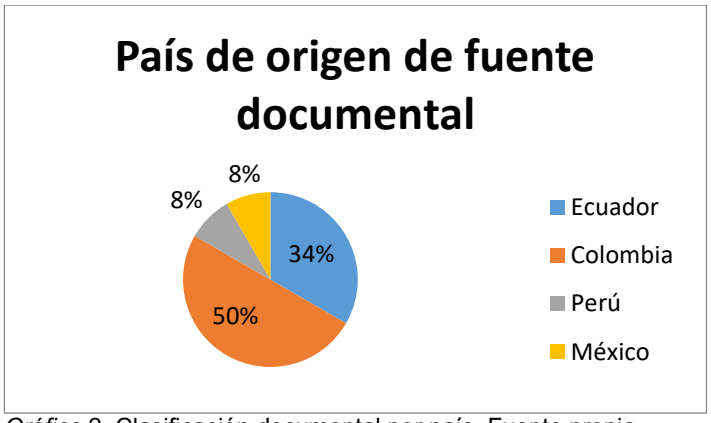
1.1.2 Momento hermenéutico

Poder generar una selección objetiva y que incumba al cumplimento de los intereses investigativos indujo a la elaboración y construcción de criterios de selección los cuales pretenden la consolidación de un entorno documental que pueda llegar a brindar elementos orientadores durante el proceso evolutivo que caracteriza los procesos investigativos, ya que como toda actividad de orden epistemológico está compuesta por momentos de “oscuridad y pánico” los cuales surgen en mayor parte por el nacimiento de variables contextuales y su posterior desconocimiento en el momento de abordarlas, es ahí donde la aplicación de dichos criterios responderá a la búsqueda de respuestas de carácter conceptual.



Gráfica 1. selección documental. Fuente propia

De la lista original de 17 documentos fueron seleccionados tan solo 12 los cuales se caracterizan por tener como área de estudio: el diseño y construcción de máquinas y prototipos de tensión, lo cual pertenece a nuestra área de investigación.



Gráfica 2. Clasificación documental por país. Fuente propia

Al desarrollar la indagación documental no solo se abordaron fuentes de carácter nacional sino también de carácter internacional enfocados al desarrollo investigativo latinoamericano lo cual nos dio como resultado la pre- selección de documentos de diferentes países que componen lo anteriormente mencionado.

Bajo la selección final de los 12 documentos, estos se encuentran agrupados de la siguiente manera:

- Colombia (6 documentos)
- Ecuador (4 documentos)
- Perú (1 documento)
- México (1 documento)

Colombia siendo la principal fuente de insumos bibliográficos encabeza la lista, donde la presencia de las universidades más importantes del país, son las que resaltan en esta lista.

1.1.3 Afianzamiento del estado del arte

TITULO	AUTORES	FECHA	FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO
(N°1) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS-SISTEMA HIDRÁULICO DE PRESIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA	RÓMMEL BLADIMIR LANCHIMBA SALAZAR	2018	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE(ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: Cualquier desarrollo de carácter ingenieril, está expuesto, a generar un posible riesgo de vida para el conjunto de personas que interactúen con este. Es ahí donde la necesidad de poder establecer el diseño de una maquina universal de ensayos, la cual pueda proveer información del comportamiento mecánico de elementos estructurales, los cuales puedan ser expuestos a la simulación de condiciones extremas, las cuales den una descripción real de corte experimental sobre los posibles riesgos. De esta forma poder generar un afianzamiento, de criterios ingenieriles. Todo lo anterior resume el alma del trabajo de grado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS-SISTEMA HIDRÁULICO DE PRESIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA” realizado en 2018 de la Universidad Técnica del norte, por el estudiante Rómmel Bladimir Lanchimba Salazar, el cual es motivado por la falencia de este tipo de máquinas en el norte de su país natal, Ecuador.				
(N°2) DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MAQUINA PARA REALIZAR ENSAYOS DE TRACCIÓN EN CUERDAS DE FIBRAS SINTÉTICAS.	BUÑAY GUALANCAÑAY ÁNGEL FABIÁN,MOROCHO LEÓN CARLOS FERNANDO	2015	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ECUADOR) CHIMBORAZO	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: Los procesos manufactureros, han evolucionado cada vez más rápido que antes, y junto a ellos los métodos valorativos y normativos, los cuales pretenden poner a prueba el resultado material y comercial de dichos procesos, todo lo anterior pretenden no poner en riesgo la vida de los usuarios. Desde esta condición el trabajo titulado “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MAQUINA PARA REALIZAR ENSAYOS DE TRACCIÓN EN CUERDAS DE FIBRAS” realizado en 2015 de la Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por los estudiantes Ángel Fabián Gualancañay y Carlos Fernando León Morocho. Buscan poder ofertar una solución económica y maleable, para los comerciantes y fabricantes de cuerdas de origen sintético. Generando una evaluación de la norma técnica ISO 2307. Donde no solamente se genera el desarrollo metodológico e investigativo, sino que se genera una comparación entre el producto final obtenido y las ofertas de mercado existente. Dando como resultado el cumplimiento de uno de los objetivos y es reducir el costo de este tipo de equipos.				

(N°3) DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES	DEMÓSTENES J. DURANGO, EDINSON J. HERRERA, NICOLÁS E. OTERO	2015	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA (COLOMBIA)	ARTICULO
Síntesis: La recopilación de información, que fundamente la toma de decisiones en los procesos de diseño y creación, puede ayudar a que se prevengan malas decisiones e incluso alumbra la cantidad infinita de incertidumbres que puede contraer este tipo de contextos. Esa fue la base procedimental que el proyecto titulado "DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES" desarrollados por los miembros Demóstenes J. Durango, Edinson J. Herrera, Nicolás E. Otero. Quienes pertenecen a la comunidad universitaria de la Universidad de Córdoba, los cuales desarrollaron este proyecto durante el 2015. Enfocándose en la búsqueda de catálogos y demás fuentes de información, que conllevaran alimentar el proceso. El resultado del prototipo, es sometido a una valoración que pueda cotejar los datos obtenidos vs los datos entregados por máquinas posicionadas ya en el mercado local.				
(N°4) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA BÁSICA DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS DE TRACCION Y TORSIÓN	GLORIA Y. MORENO, JORGE A. LOPEZ, OSCAR D. MALAGÓN, JUAN J. HENAO	2006	UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: La evaluación de las propiedades mecánicas siempre se ha trabajo bajo modelos experimentales individuales, donde la evaluación de más de una propiedad a la vez. Resulta algo costo e incluso estructuralmente complejo. El trabajo de grado "Diseño y construcción de una máquina básica de ensayos destructivos de tracción y torsión" realizado en 2006 de la Universidad San Buena Aventura por los estudiantes Gloria Yaneth Morenos, Jorge Andrés López Gonzales, Oscar Daniel Malagón Mendoza y Juan Jacobo Henao Vega. Donde la creación del material didáctico, junto a los sistemas de adquisición de datos se convierte en el puente entre los efectos físicos observados y la cuantificación de estos de forma digital. Este proyecto sigue conteniendo las dificultades frente a la consolidación del desarrollo de un ensayo simultáneo, y el conflicto de poder obtener partes de precisión de origen nacional, lo cual eleva considerablemente los costos de manufactura, y la lentitud en su materialización producto de percances al momento de la importación.				
(N°5) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENSAYO DE TENSIÓN PARA ACEROS DE USO AUTOMOTRIZ	ARTURO ALEJANDRO ESPINOSA ORTIZ	2017	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL (ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: desde la aparición de los automóviles en el día a día, un gran foco de desarrollo ingenieril y comercial ha tomado mucho protagonismo en la actualidad. Es así que no es antagónico, ver el tamaño o el color del automóvil, como el resultado de una unión que busca potenciar desde lo comercial las conquistas en ingeniería. Es por esta razón que durante el año 2017, se desarrolló el trabajo de grado, titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ENSAYO DE TENSIÓN PARA ACEROS DE USO AUTOMOTRIZ" desarrollado por el estudiante Arturo Alejandro Espinosa Ortiz de la Universidad Tocológica Equinoccial. Donde los requerimientos estructurales				

necesarios, para la ejecución de este tipo de pruebas en aceros de uso automotriz, son distinto que los de las pruebas convencionales en aceros. Esto conllevo a la identificación y estudio de los aceros empleados en este contexto y de esta forma poder conceptualizar los requerimientos mecánicos, necesarios el funcionamiento óptimo de banco de ensayos.				
(N°6) DISEÑO MECÁNICO DE UNA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS PARA POLÍMEROS	PAULA A. GALLEGO, ROLANDO F. CLAROS	2007	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: Las limitantes operativas como de obraje, alimentadas por factores de altos costos, impiden el acceso de la industria manufacturera nacional, poder alcanzar procesos de registro y evaluación de calidad, donde la exposición de esfuerzos tracción, compresión, entre otros. es cotidiana en la relación de usuario- producto. Restringiendo la implementación de mejoras estructurales o incluso variación en el material empleado. Lo anterior representa unas de las inquietudes que impulsa el trabajo de grado “DISEÑO MECÁNICO DE UNA MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS PARA POLÍMEROS” realizado en 2007 de la Universidad Tecnológica de Pereira por los estudiantes Paula Andrea Gallego Botero y Rolando Ferney Claros, donde la creación de una máquina de bajo costo pueda elevar los indicadores de calidad.				
(N°7) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN PARA MÚSCULOS	MICHAEL M. BONILLA, JULIANA K. LAGOS	2018	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: En la actualidad la implementación de modelos experimentales, usados tradicionalmente para la obtención y valoración de propiedades mecánicas en los materiales. Han podido ser aplicados en el comportamiento de algunas partes del cuerpo humano. En el trabajo “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN PARA MÚSCULOS” realizado en 2018 de la Universidad Militar Nueva granada por los estudiantes Michael Mauricio Bonilla Moral y Juliana Katerine Lagos Merchán, donde la creación de una máquina, que permita evaluar el comportamiento mecánico de estas, la cual se pretende ser evaluada, bajo la implementación de software CAD. Estudiando el comportamiento de los tejidos musculares sometidos a la aplicación de fuerzas de tracción uniaxial. La versatilidad de esta máquina, puedo definir que no solamente consigue generar análisis de tracción para tejidos musculares, sino que es viable generar análisis para materiales de carácter no biológico.				
(N°8) DISEÑO DE UNA MAQUINA DE ENSAYOS DE TRACCIÓN DE 10 TON	JOSE ALBERTO RODRÍGUEZ AVALOS	2018	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO (PERÚ)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: Los diferentes programas a nivel mundial, buscan implementar diferentes espacios de carácter práctico donde se visualice, la teoría impartida de forma magistral. En el trabajo titulado “DISEÑO DE UNA MAQUINA DE ENSAYOS DE TRACCION DE 10 TON” desarrollado en el 2018, por el estudiante José Alberto Rodríguez Avalos de la Universidad Cesar Vallejo. Enfrenta la problemática de desarrollar una máquina de tracción para la				

Universidad de donde es estudian. La cual es legitimada a partir de diferentes espacios de indagación, donde los docentes de dicha Universidad son los que alimentan. Los criterios de selección empleados en el diseño final, es atreves de diferentes herramientas CAM, que pueden obtener diversos datos propios de los elementos mecánicos como; el esfuerzo de Von Mises (σ'), el Factor de Seguridad (FS), entre otros. Lo cual les permite tener un análisis económico, frente el aspecto oferta – demanda.				
(N°9) ACTUALIZACIÓN DE UNA MAQUINA PARA ENSAYOS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN A POLÍMEROS PRODUCIDOS POR LA EMPRESA GERT S.A	RUBÉN D. FIERRO, GONZALO. LOZANO	2019	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: el *Repotencionamiento* de maquinaria, ha sido un campo de acción muy común en los países tercermundista, puesto que mediante la implementación de nuevos elementos que permitan volver a la vida, viejas máquinas que por diversos motivos su vida útil ha caducado. Con el fin de poder dar un nuevo ciclo de vida a estos, donde el objetivo primordial es que sus condiciones de funcionabilidad se encuentren a la par de la vanguardia tecnológica. En el trabajo de grado titulado "ACTUALIZACIÓN DE UNA MAQUINA PARA ENSAYOS DE TRACCIÓN Y COMPRESION A POLÍMEROS PRODUCIDOS POR LA EMPRESA GERT S.A" desarrollado por los estudiantes Rubén D. Fierro y Gonzalo Lozano durante 2019 en la Universidad Autónoma de Occidente. Desarrollaron una actualizan y repotenciación, de una maquina fabricada por la empresa GERT S.A, la cual se encontraba en condiciones de nulo funcionamiento. Donde se analizaron diferentes tipos de alternativas comerciales, las cuales correspondieran al uso óptimo de esta, siendo validadas por medio de herramientas de simulación.				
(N°10) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE TENSIÓN MECÁNICA	MAURO I. NOGALES, DIEGO F. NOROÑA	2008	ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO (ECUADOR)	TRABAJO DE GRADO
Síntesis: la ingeniería inversa, se ha empleado como una alternativa de obtener información de un productor, por medio de interactuar con este. Donde a partir de esta interacción se extrae elementos sustanciales tales como: su funcionamiento, proceso de manufactura, entre otros. Bajo este principio fue desarrollado el trabajo de grado titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE TENSIÓN MECÁNICA" desarrollado por los estudiantes Mauro I. Nogales y Diego F. Noroña durante 2008 en la Escuela Politécnica del Ecuador. Quienes, por medio del desarrollo de visitas técnicas a fabricantes e instituciones, que poseían este tipo de maquinaria, buscaron profundizar y afianzar las nociones que tenían sobre esto. Dimensionando cuales eran las características que debía poseer la maquina a partir de las necesidades identificadas.				
(N°11) ADAPTACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PRUEBAS A TENSIÓN SOBRE FIBRAS	MANUEL ALFREDO CALDAS MORGAN	2005	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (COLOMBIA)	TRABAJO DE GRADO

Síntesis: El comportamiento sobre fibras, no es una aventura investigativa moderna puesto que desde el siglo XX, varios modelos experimentales han intentado generar este tipo de análisis. La adaptación de prototipos anteriormente desarrollados a las vanguardias tecnológicas actuales, se convirtió en el eje transversal del proyecto de grado titulado “ADAPTACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA PRUEBAS A TENSIÓN SOBRE FIBRAS” realizado en 2005 de la Universidad de los Andes por el estudiante Manuel Alfredo Caldas Morgan, donde la vinculación de movimientos netamente mecánicos a las necesidades experimentales, permite alcanzar el análisis mecánico para muestras de hasta 155 μ de diámetro.				
(N°12) DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MICROTENSÓMETRO UNIVERSAL AUTOMATIZADO	JOSE G. CARRILLO, MIGUEL A. ARCIQUE, RICARDO A. GAMBOA.	2012	SCIENCEDIRECT	ARTICULO
Síntesis: los requerimientos que diariamente, exigen las conquistas tecnológicas y científicas, exige que los materiales con que tradicionalmente se ha conquistado, todo lo que suele acompañarnos también varíen. Un claro ejemplo de estas nuevas pretensiones puede ser la conquista del espacio exterior, donde la necesidad de tener materiales más resistentes y a la vez livianos, es un punto de auge ingenieril. Es bajo este panorama que el artículo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MICROTENSÓMETRO UNIVERSAL AUTOMATIZADO” escrito por Jose G, Carillo. Miguel A. Arcique y Ricardo A. Gamboa, durante el 2012. Recalca la importancia de poder generar dispositivos capaces de analizar y evaluar el comportamiento de micro tensión en fibras naturales y sintéticas, al igual que en materiales compuestos. El cual se desarrolló bajo elementos de automatización, los cuales fueron apoyados por softwares de instrumentación.				

tabla 2. Recopilación bibliográfica momento hermenéutico. Fuente propia

1.2 PARÁMETROS DE OPERACIÓN QUE ACONDICIONAN AL DISEÑO

El establecer parámetro o aspecto acondicionadores es resultado de examinar y generar un análisis detallado desde lo macro hasta lo micro, lo cual permita fundamentar las lecturas preliminares desde la objetividad.

1.2.1 Máquina universal de ensayos

Una máquina universal de ensayos, es aquella que, por medio de la aplicación de fuerzas sobre una probeta o elemento de estudio, se busca analizar su comportamiento en función a la carga, cabe aclarar que elemento de investigación es sujetado por diferentes modelos de mordazas, los cuales restringen que haya algún tipo de movimiento o desplazamiento que pueda afectar la toma de datos y posterior análisis.

1.2.2 Modelos más utilizados

El tipo de modelos, estructuras y demás características que puedan definir una máquina son construcciones variantes y netamente dependientes de los fabricantes a continuación, se hará referencia de cuatro tipos de modelos que representan y acogen los elementos constitutivos de este tipo de máquinas a nivel comercial.

1.2.2.1 Según su estructura

1.2.2.1.1 De una sola columna

Este tipo de diseños suelen ser empleados para pruebas experimentales, que no involucren materiales, con altos valores en sus propiedades mecánicas, donde su configuración estructural, no tenga riesgo de obtener una afectación colateral producto de la aplicación del ensayo.

Las máquinas de ensayo universales electromecánicas de baja fuerza de Instron realizan ensayos de tracción, compresión, flexión, pelado, desgarramiento y otros ensayos mecánicos en materiales y productos, de conformidad con diversas normas del sector, como ASTM e ISO. Estos sistemas están disponibles en diversos tamaños y capacidades de fuerza máxima. Los sistemas de ensayo de baja fuerza de Instron realizan ensayos en materiales y productos que van desde la microelectrónica y los biomateriales hasta los plásticos, textiles, metales y materias primas compuestas de hasta 50 kN de fuerza, lo anterior se puede verificar en la página web de INSTRON siguiendo la siguiente ruta Productos – Sistema de ensayos – Sistemas de ensayos universales – Sistemas de ensayo universales de baja fuerza.



Figura 5. Máquina de ensayo universal de una sola columna SERIE 3400. Fuente INSTRON. Sistemas de ensayo universales para ensayos de tracción, compresión y flexión [Ilustración]. Recuperado de Recuperado de https://www.instron.es/-/media/literature-library/products/2019/04/3400-series-universal-testing-systems.pdf#page=16.

1.2.2.1.2 Doble columna

Este tipo de diseños estructurales suelen estar presentes en los diferentes tipos de gamas, como lo son: bajas, medias y altas, ya que su configuración estructural, ofrece una mayor robustez al momento de emplear los ejercicios experimentales. Sistemas de ensayo universales de baja fuerza, lo anterior se puede verificar en la página web de INSTRON siguiendo la siguiente ruta Productos – Sistema de ensayos – Sistemas de ensayos universales – Sistemas de ensayo universales de baja fuerza – Serie 3400.



Figura 6. Máquina de ensayo universal de doble sola columna SERIE 3400. Fuente INSTRON. Sistemas de ensayo de rango medio capacidades de 5 kN, 10 kN, 30 kN y 50 kN. (s. f.). [Ilustración]. Recuperado de https://www.instron.es/-/media/literature-library/products/2019/04/3400-series-universal-testing-systems.pdf#page=17.

1.2.2.1.3 De suelo

Este tipo de máquinas solo responden a configuraciones estructurales de doble columna. Su nombre hace referencia al sistema de apoyo que emplea, puesto que éstas están asociadas a la gama de “fuerza elevada” y requieren estar apoyadas sobre planchas de hormigón.

Las máquinas de ensayo universales de fuerza elevada de Instron realizan ensayos de tracción, compresión, flexión, pelado, desgarramiento y otros ensayos mecánicos en materiales y productos, de conformidad con diversas normas del sector, como ASTM e ISO. Estos sistemas están disponibles en diversos tamaños y capacidades de fuerza máxima, lo anterior se puede verificar en la página web de INSTRON siguiendo la siguiente ruta Productos – Sistema de ensayos – Sistemas de ensayos universales – Sistemas de ensayo universales de fuerza elevada.



Figura 7. Máquina de ensayo universal de suelo serie industrial. Fuente INSTRON. Serie de sistemas industriales hidráulicos y estáticos [Ilustración]. Sistemas de prueba universales de alta capacidad para pruebas de tracción, compresión y flexión. https://www.instron.es/es-es/products/testing-systems/universal-testing-systems/high-force-universal-testing-systems/static-hydraulic

1.2.2.1.4 De automatización

Esta gama de máquinas, se desprende de los espacios experimentales uniaxiales, sino busca poder estudiar el comportamiento de los materiales, bajo los efectos miltiaxiales. Donde las configuraciones de precisión y exactitud requieren de hacer uso de inteligencia artificial.

Para aquellas aplicaciones de ensayos cuyos requisitos superan las ofertas de los bastidores estándar, nuestro grupo de soluciones de ingeniera está disponible para diseñar sistemas especializados que se adapten a sus necesidades, incluyendo bastidores más altos o anchos, características de seguridad personalizadas, bastidores de alta velocidad, capacidades de automatización y robótica y muchos más, lo anterior se puede verificar en la página web de INSTRON siguiendo la siguiente ruta Productos – Sistema de ensayos – Automated Systems Testing

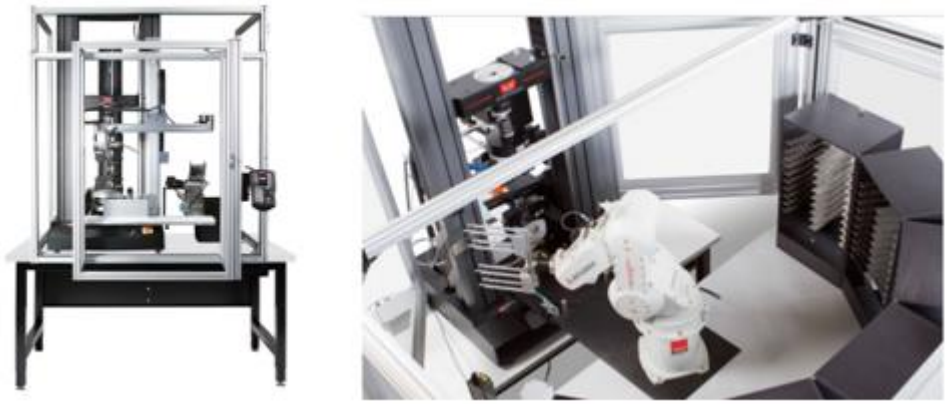


Figura 8. Máquina de ensayo universal de automatización serie industrial.
Fuente INSTRON. Sistema de prueba no robótico de 3 ejes AT3 [Ilustración]. Recuperado de https://www.instron.es/es-es/products/testing-systems/universal-testing-systems/custom/automation

1.2.2.2 Según su sistema de accionamiento

Los sistemas de accionamiento en las máquinas comerciales de este tipo, se dividen en dos tipos: hidráulico y electromecánico, los cuales tienen componentes diversos, que pueden potencializar y/o dificultar según el campo de aplicación. En el trabajo de grado titulado "MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS: SISTEMA MÓVIL" realizado en 2018 por el estudiante Ángel Abel Alarcón Pupiales, de la Universidad Técnica del norte y como se citó en TENSON,2018 e INSTRON 2017, Se realiza una identificación y descripción de este junto a los sistemas de medición para cada caso.

Máquina universal de ensayos hidráulicos

Este tipo de máquina es comercializado por varias marcas. Comúnmente tienen un control manual, el indicador del dinamómetro muestra la fuerza del ensayo; vienen, ya sea con accionamiento por tornillo sin fin o por cadena y permiten realizar ensayos de tracción, compresión, flexión o corte de materiales metálicos (TENSON, 2018). En cuanto al sistema móvil vemos que consta de dos tornillos de potencia los cuales desplazan un cabezal intermedio cruzado en el posicionamiento y en los ensayos. En la figura número 9 se puede observar un ejemplo del modelo antes descrito.



Figura 9. Maquina universal de ensayos hidráulicos. Fuente TENSON (2018).
Alarcón pupiales, A. A. (2018, 31 julio). “máquina universal de ensayos destructivos: sistema móvil.” Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8561/1/04%20mec%20239%20trabajo%20de%20grado.pdf

Máquina universal de ensayos electromecánica

Este tipo de máquinas son más sofisticadas, debido a la tecnología empleada para lograr todas sus prestaciones. En la figura se muestra un ejemplo de este modelo comercializado por la empresa INSTRON, el cual incluye electrónica integrada digital para el manejo de datos y está provisto de accesorios de la más alta calidad. Su estructura se compone de vigas fijas y móviles. El accionamiento es por medio de un tornillo de bolas precargado y columnas de guía de cruceta (INSTRON, 2017).



		23-300
Capacidad de Carga	kN	300
Velocidad de Ensayo Máxima	mm/min	500
Velocidad de Ensayo Mínima	mm/min	0,005
Velocidad de Retorno al Finalizar Ensayo	mm/min	500
Recorrido Máximo	mm	1200
Espacio entre Columnas	mm	660
Altura	mm	2300
Altura con la mordaza superior montada	mm	2600
Ancho	mm	1340
Profundidad	mm	1000
Peso	kg	1900
Potencia Máxima	VA	1800

Figura 10. Maquina universal de ensayos electromecánica serie 23 EMIC. Fuente INSTRON 2017.

1.2.3 Dilucidación

Los procesos de diseño corresponden a una serie de “conciliaciones” fundamentalmente entre dos actores o más. Por un lado, es el diseñador y por otro lado el cliente. Este último, no necesariamente debe ser el destinatario final, sino simplemente es un eslabón de una larga cadena comercial que se teje alrededor de determinado producto.

Poder entender las necesidades y características que debe poseer el producto es resultado de un proceso satisfactorio y evolutivo de corte hermenéutico, el cual parte desde las indicaciones preliminares del gestor del proyecto y el contexto de donde se desea aplicar. Es inevitable no poder convivir con la dualidad de extraer conceptualmente lo complejo que puede llegar hacer las pretensiones iniciales, o lo simple que puede llegar a ser en el aspecto procedimental. Esto no necesariamente es un fenómeno que aparece en la etapa inicial, sino es algo que convive durante la génesis y el ocaso del proyecto, ni tampoco, es un rasgo de identidad de un solo actor, participe de esto.

Lo anterior, fue tratado en dos instantes durante el desarrollo del trabajo de grado “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MAQUINA PARA REALIZAR ENSAYOS DE TRACCIÓN EN CUERDAS DE FIBRAS SINTETICAS” realizado en el 2015 en la Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por los estudiantes Ángel Fabián Gualancañay y Carlos Fernando León Morocho.

El primer instante lo define como: voz de usuario (voc), en el cual es el cliente y en este caso el patrocinador quien describe y puntualiza. Cuáles son los elementos constituyentes de la máquina.

El segundo instante lo define como: la voz del ingeniero, donde son esos elementos constituyentes, escuchados y replanteados bajo la rigurosidad técnica en algunos momentos o transformados de lo coloquial aun léxico netamente tecnifico. Lo anterior trae como resultado lo siguiente:

- Fuerza de ruptura de la cuerda.
- Sistema de control.
- Diseño de mordazas.
- Ergonomía.
- Norma ISO 2307.
- Diseño de software de adquisición de datos.
- Periodos de mantenimiento.
- Normas de seguridad.
- Suministro de energía.
- Genere un reporte el ensayo.
- Economía.

Lo cual, si bien es el resultado de un proceso de inmersión, para la aplicación de un ensayo de tensión para un material en específico. Esto permite sintetizar el alma de lo que debe tener una máquina de ensayos de tensión.

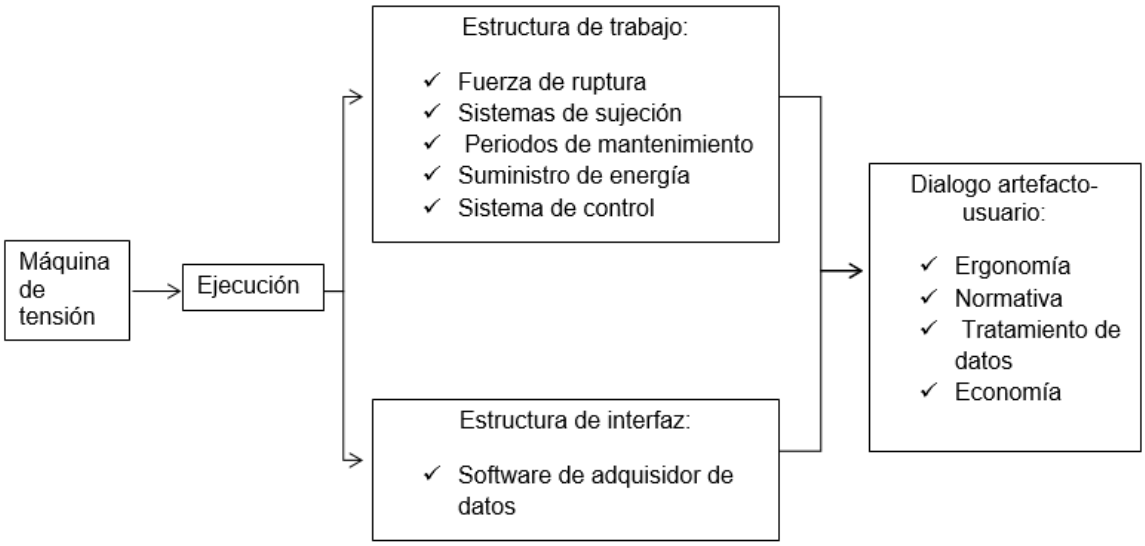


Figura 11. Mapa conceptual Maquina de tensión. Fuente propia.

1.3 DIMENSIÓN ESPACIAL

Los diferentes estudios de carácter experimental han demostrado, que las pruebas de tracción sobre fibras, pueden reorientar el mundo material que hoy en día conocemos. En el artículo titulado “RESISTENCIA Y TENACIDAD DE FIBRAS ESTRUCTURALES PARA REFUERZO DE MATERIALES COMPUESTOS” realizado por M. Herráez, A. Fernández, C. González, C. Lopes, en donde por medio de modelos experimentales y apoyados de instrumentación en laboratorio, pretenden poder comprobar las propiedades mecánicas de fibras en pequeños diámetros. Lo anteriormente mencionado representa un desafío experimental, ya que su reducido tamaño ha conllevado a que dicho análisis se realice por medio de la inspección visual sobre superficies. Para esta plataforma experimental se emplearon tres tipos de fibras, las cuales fueron: Carbono AS4, Vidrio E y Kevlar KM2. Con diámetros constitutivos bajo el orden de micras (μ).

Tipo de fibra	Carbono AS4	Vidrio E	Kevlar KM2
Densidad lineal (tex)	0.84±0.03	3.1±0.2	1.64±0.06
Diámetro (μm)	7.8±0.2	12.4±0.4	11.8±0.4
Módulo elástico (GPa)	229±14	67±2	86±9
Resistencia de Weibull, σ_0 (MPa)	3959	1951	4095
Módulo de Weibull, m (-)	6.5	4.1	6.5
Resistencia media (MPa)	3687	1771	3816

Tabla 3. Características geométricas y mecánicas de las fibras analizadas. Herraez., M., Fernández., A., Gonzales., C., & Lopes., C. (2016, marzo). Resistencia y Tenacidad de Fibras Estructurales para Refuerzo de Materiales Compuestos. ResearchGate.

Partiendo de los datos, presentados en la tabla anterior, realizamos el cálculo de la fuerza necesaria para poder llegar al valor de modulo elástico.

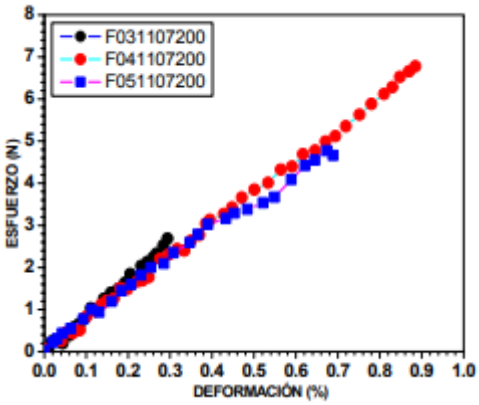
Diámetro	7,8	μm
	0,0000078	m
Modulo elástico	229	Gpa
	2,29E+11	Pa

σ=	F	Newton
	A	Metro^2
(σ)(A)=	F	
F	10,94245	Newton

Tabla 4. Ejemplificación material carbono AS4. Fuente propia

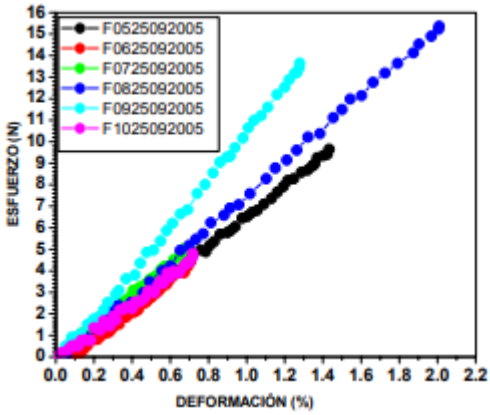
Este cálculo se presentó para el Carbono AS4 que posee el mayor módulo elástico. Aunque las propiedades mecánicas de los materiales parecen ser un conjunto de cualidades independiente y poco influyentes en el demás conjunto de propiedades, es mentira, ya que por ejemplo el comportamiento de las fibras ópticas, bajo los efectos de tensión no es antagónico al estudio de algunas propiedades en la óptica, tales como: polarización, reflexión e intensidad. Lo anterior fue la base investigativa que contribuyó al desarrollo del artículo titulado “METODOLOGÍA PARA DETERMINAR ESFUERZOS DE TENSIÓN APLICADOS A FIBRAS ÓPTICAS UTILIZANDO UNA MÁQUINA UNIVERSAL” escrito por los siguientes académicos M. May Alarcón; R. A. Vázquez Sánchez; C. O. Sequera Domínguez; J. Bolón Velueta; A. Flores Gil; Rafael Sánchez Lara; Agustín Pérez Ramírez, Víctor Golikov, J. L. Vázquez Avila ; R. J. Pali Casanova. Donde esto puede afectar los procesos de cableado en el área de las telecomunicaciones.

Para este desarrollo investigativo, se emplearon probetas de 125 µm, de fibra óptica. Estas fueron graficadas por medio de la interfaz gráfica de la máquina de laboratorio, dando como resultado que la de mayor fuerza de ruptura es de 7 Newton tal y como lo respalda la siguiente imagen.



Gráfica 3. Esfuerzo Vs Deformación fibras ópticas. Alarcón., M., Sánchez., R., Domínguez., C., Bolon., J., Gil, A., & Lara, R. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR ESFUERZOS DE TENSIÓN APLICADOS A FIBRAS ÓPTICAS UTILIZANDO UNA MÁQUINA UNIVERSAL.

Estas mismas probetas fueron reforzadas en sus extremos con cilindros polímeros, rellenos de resina, lo cual mostró una significante respuesta en el aumento de sus propiedades, dando la carga máxima de 15 Newton.



Gráfica 4. Esfuerzo Vs Deformación fibras ópticas con refuerzo. Alarcón., M., Sánchez., R., Domínguez., C., Bolon., J., Gil, A., & Lara, R. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR ESFUERZOS DE TENSIÓN APLICADOS A FIBRAS ÓPTICAS UTILIZANDO UNA MÁQUINA UNIVERSAL.

Con base en los datos experimentados hallados en las fuentes bibliográficas se procede a mirar comercialmente cuales son las características espaciales que poseen las máquinas de dicha envergadura referente a capacidad de carga, para poder trazar unas dimensiones preliminares.

Máquina para el ensayo de tensión en fibras de materiales no metálicos			
Características preliminares			
Dimensiones	Alto	1000	mm
	Ancho	400	mm
	Profundidad	500	mm
Capacidad de carga	30	Newton	

Tabla 5. Características espaciales. Fuente propia.

1.4 RESTRINGIR

Si bien la normativa ingenieril es un lenguaje procedimental que busca poder generar una homogenización en los procesos experimentales con el objetivo de poder tener un campo de aplicación casi global, ya que dicho concepto obtenidos producto de estos ejercicios serán aplicados en diferentes escenarios de diseño ingenieril, dando así una cimentación de criterios de selección y lectura de contexto. En las últimas décadas la organización que mayor ha establecido criterio y procedimientos en esta área de la investigación experimental es la ASTM, quien en sus siglas en ingles significa (American Society for Testing and Materials o ***ASTM*** International) y que su respectiva traducción quiere decir: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. En donde bien su nombre resume la realidad de la ciencia de los materiales en la actualidad y es un universo de posibilidades que sobre paso lo tradicionalmente conocido.

Fabricante posicionado mundialmente en la fabricación de maquinaria para laboratorio respalda que sus equipos destinados para el análisis de fibras siguen la norma ASTM D885, como es el caso de INSTRON, quien en su página web resalta lo siguiente; “La norma ASTM D885 cubre el ensayo de hilados de filamentos fabricados con fibras con base orgánica, cuerdas de hilos retorcidos, tejidos realizados con dichas cuerdas y productos que están especialmente hechos para ser usados en la fabricación de ruedas neumáticas. Puede ser aplicada también a hilos y cuerdas similares utilizadas para reforzar productos de caucho u otras aplicaciones industriales.

Los hilos de fibras de vidrio son E-glass principalmente diseñadas para el devanado de filamentos y poltrusión o como refuerzos en cables. Los hilos son tratados con componentes a base de silano que permiten unas prestaciones de alto nivel en el diseño de cables. El ensayo de tracción de los hilos de fibras de vidrio es realizado normalmente según ASTM D885.” INSTRON. ASTM D885 Industrial Filament Yarns Made from Manufactured Organic-Based Fibers. Recuperado de https://www.instron.es/es-es/testing-solutions/by-test-type/tension/astm-d885

Es bueno aclarar que la variedad de composiciones y diseños en materiales,

innatamente conlleva una normativa nueva.

Poder establecer las propiedades mecánicas o de otro tipo en algunos momentos debe ser alimentado de diversos conceptos los cuales dan un aspecto más dinámico y preciso. Es el caso de la norma D1577, la cual busca analizar la tensión por medio de la densidad lineal, en fibras textiles, la cual fue utilizada como ruta procedimental en el artículo titulado "RESISTENCIA Y TENACIDAD DE FIBRAS ESTRUCTURALES PARA REFUERZO DE MATERIALES COMPUESTOS" realizado por M. Herráez, A. Fernández, C. González, C. Lopes, donde describe lo siguiente "La densidad lineal de las fibras fue determinada con la máquina de ensayo de fibras mediante el método de las frecuencias de acuerdo al estándar ASTM D1577. Con este método, la fibra es pretensada en torno a 0.45-0.70 cN/tex y a continuación, se extraen las frecuencias naturales de Vibración, lo que implica obtener la densidad lineal y por lo tanto la sección transversal de la misma. Con este último valor se obtienen la resistencia y el módulo individuales de cada fibra. Todos los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente. Los valores de densidad lineal y diámetro medio de la población de fibras analizadas". dando así un fiel ejemplo de un ejercicio experimental real.

1.5 MATRIZ DE EFICACIA

El proceso de diseño es un resultado de construcciones creativas, alimentadas de insumos culturales y/o percepciones propias, las cuales deben ser evaluadas bajo competencias estrictas y objetivas, donde, no solamente los elementos estéticos puedan conllevar a una selección visualmente agradable, pero funcional y estructuralmente débil.

Aunque los procesos evaluativos siempre se han estado ceñidos de dos vertientes las cuales se mantienen longevamente, desde sus cimientos filosóficos. como lo son el empirismo y racionalismo.

Es ahí donde se puede ver como los conceptos hijos de estos escenarios mencionados anteriormente, han legitimado los procesos evaluativos en el mayor estadio práctico visible, el cual es la escuela, donde el matrimonio o la separación de estos dos han buscado sintetizar el alcance o la incapacidad para congraciar determinado objetivo.

Las matrices evaluativas son un instrumento que hace posible poder alinear, estos dos elementos, donde a través de la construcción cualitativa de unas palabras, se busca poder conceptualizar éstas, dando una utilidad autóctona en determinado contexto sin violentar la etimología e epistemología de ésta, permitiendo, por medio de la asignación cuantitativa de un collar de posibilidades poder visualizar cual oferta, una mayor adaptación frente a los conceptos constitutivos. Es necesario reconocer que, aunque la suma escalonada de cada uno de los ítems en las matrices logra resumir la preponderancia de algunos postulados sobre los demás.

Esto no, culmina ahí, sino que, por medio de análisis detallados se logra entrelazar posibilidades de matrimonios estadísticos entre postulados.

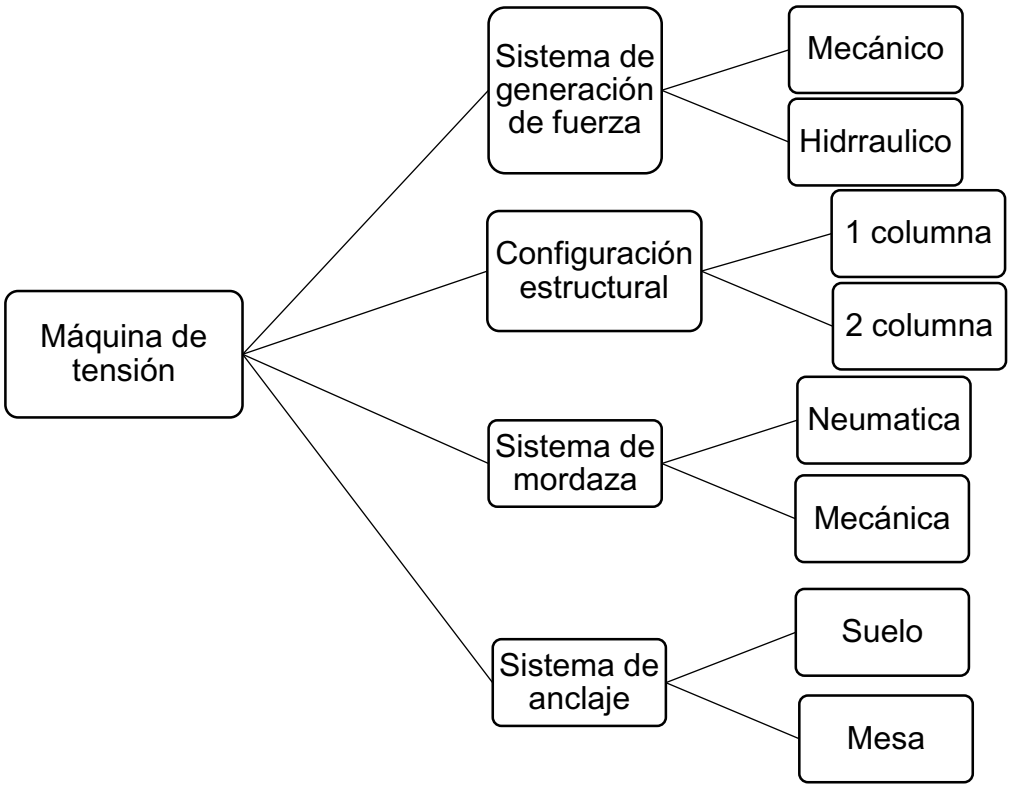


Figura 12. Mapa conceptual taxonomía máquina de tensión. Fuente propia.

1.5.1 Sistema de generación de fuerza

El sistema de generación de fuerza, será aquel que permitirá poder generar el ensayo, ya que este ensayo busca mostrar la relación que existe entre una fuerza empleada sobre un área transversal. Comercialmente se emplean dos sistemas: mecánico e hidráulico. Cada uno poseedor de ventajas y desventajas, las cuales suelen ser aspectos decisivos en la selección y/o construcción de estas.

1.5.1.1 Sistema de generación mecánico

Estos sistemas están compuestos básicamente por dos elementos. El primero es una fuente motora la cual entregará la fuerza deseada, acompañada de diferentes elementos y dispositivos que logran manipular variables tales como la velocidad, al igual que la intensidad de la fuerza entre otras muchas más. El segundo elemento es un tornillo de potencial, el cual se configura como la unidad cohesionadora entre un movimiento de rotación y translación, al mismo tiempo.

Ventajas

- Precisión en la generación de movimiento lineal.
- Alto rendimiento en su capacidad de carga.
- Su velocidad de accionamiento genera un fácil manejo.

Desventajas

- Alto desgaste debido a la fricción.
- Costos elevados producto, de la exigencia en los productos de alta precisión.
- Complejidad en el momento de la elaboración.
- Lenta respuesta al momento de exigir que se detenga.

1.5.1.2 Sistema de generación hidráulico

Estos sistemas son el resultado de la aplicación de presión sobre un fluido, en este caso el fluido es de carácter líquido. Suele no emplearse agua, ya que puede generar problemas de corrosión entre los elementos. Estos son muy usados a nivel industrial, ya que su versatilidad, al igual que su amplio sistema de respuesta positiva en altas exigencias de carga y fuerza, lo hace predominar sobre algunos otros.

Ventajas

- Alta precisión.
- Respuesta instantánea al momento de detenerse.
- Facilidad en los procesos de mantenimiento y reparación.

Desventajas

- Oferta bajos números de velocidad en los actuadores.
- El manejo de fluidos puede generar altos niveles de suciedad.
- Precios muy costosos para cada uno de los elementos que componen el sistema.

1.5.2 Configuración estructural

La estructura de cualquier máquina se podría asociar al sistema óseo de un ser vivo vertebrado. Puesto que es el que brinda soporte, apoyo y defensa al conjunto de elementos que componen el cuerpo. Es ahí donde recae la responsabilidad de poder generar una salomónica lectura sobre los requerimientos necesarios en la edificación de un producto de carácter ingenieril.

1.5.2.1 Configuración estructural de 1 columna

Como su nombre lo indica, consta de un solo elemento longitudinal de orientación vertical el cual se encuentra ubicado en la mitad del sistema de anclaje.

Ventajas

- Simplicidad estructural.
- Disminución en dimensión espacial.

Desventajas

- Dificultades de esbeltez si es sometido a altas cargas.
- No es empleado para alta exigencia de carga.
- No suele ser empleado para ejercer altos niveles de fuerza.

1.5.2.2 Configuración estructural de 2 columnas

Como su nombre lo indica es una constitución de dos columnas, las cuales se encuentran ubicadas paralelamente entre sí y con una orientación vertical.

Ventajas

- Presenta un mejor comportamiento de su esbeltez cuando es sometido a carga.
- Es empleado para exigencia de alta carga.
- Mejor estabilidad al momento de ejercer una fuerza sobre una superficie.

Desventajas

- Aumento de la dimensión espacial.
- Aumento del costo ya que se emplea el doble del material.

1.5.3 Sistema de sujeción

El sistema de sujeción es aquel que permite tener la probeta de experimentación sujeta durante la aplicación de la carga, impidiendo cualquier tipo de movimiento o desprendimiento, el cual no sea producto del ensayo. Por lo general la superficie interna de estos sistemas suele estar compuesta por diferentes tipos de protuberancias con la finalidad de poder aumentar los niveles de fricción.

1.5.3.1 Sistema de sujeción neumático

Este sistema al igual que el hidráulico, tiene como principio aplicar una presión sobre un fluido. Donde oferta un aspecto automatizado sobre la apertura y cierre de las mordazas.

Ventajas

- Automatización en cierre y apertura.
- Puede generarse una regulación de la fuerza de sujeción.

Desventajas

- Altos costos en los aspectos constitutivos del sistema
- Aumento en los tiempos de mantenimiento debido a que los procesos de montaje y desmontaje no suelen ser fáciles.

1.5.3.2 Sistema de sujeción mecánico

Este sistema tiene como principio la utilización de un tornillo que, mediante su movimiento vaya reduciendo la apertura existente entre dos plaquetas paralelas entre sí. Básicamente este sistema suele ser relacionado con el de una prensa de banco.

Ventajas

- Bajo costo ya que la obtención de sus partes no exige alta complicación manufacturera.
- Facilidad en el mantenimiento.
- Genera altas cargas de sujeción.

Desventajas

- Dependencia de personal al momento de ejecutar la prueba.
- Poca precisión al momento de determinar la capacidad de sujeción.

1.5.4 Sistema de anclaje

Este sistema es el que ofrece soporte y apoyo; impidiendo que los factores anteriormente mencionados sean violentados, producto de elementos propiamente de la máquina, tales como: el peso, la fuerza ejercida… etc. Esto va propiamente asociado con las características, lo cual en algunos casos no basta solamente con la determinación o elección de este sistema sino con una serie de exigencias locativas especiales.

Existen dos tipos de sistemas los cuales responden netamente a configuraciones específicas asociadas con la envergadura de la fuerza de ensayo.

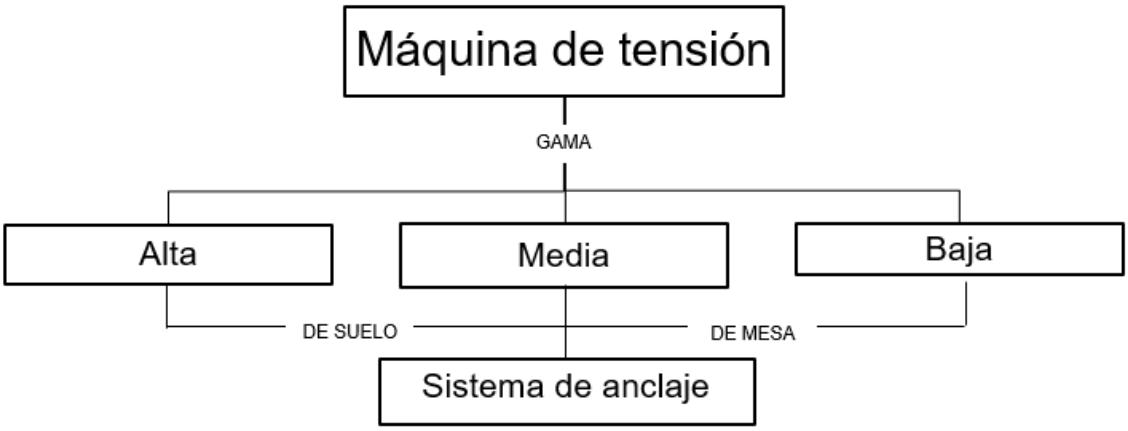


Figura 13. Mapa conceptual taxonomía máquina de tensión sistema de anclaje. Fuente propia.

1.5.5 Propuestas de diseño

Estas propuestas son el resultado de lecturas preliminares obtenidas de los insumos bibliográficos y comerciales los cuáles serán evaluados por medio de matrices de evaluación.

Propuestas de diseño			
Sistema de generación de fuerza	Mecánico	Hidráulico	Hidráulico
Configuración estructural	1 columna	1 columna	2 columnas
Sistema de mordazas	Mecánico	Mecánico	Neumático
Sistema de anclaje	Mesa	Mesa	Mesa
N° de opción	1	2	3

Tabla 6. Propuesta de diseño. Fuente propia.

1.5.5.1 Criterios de selección

La elaboración de los criterios parte desde el deseo de poder generar una alternativa eficiente la cual puede tener una envergadura necesaria de competir con las ofertas comerciales existentes y que se observe una disminución del costo.

1.5.5.1.1 Economía

Si bien este criterio puede reducirse a un tema netamente cuantitativo de carácter instantáneo que busca resumir la suma del conjunto de elementos que componen la máquina. Hay que examinar elementos proyectivos a largo plazo, uno de estos puede ser los costos asociados a mantenimiento y reparación de estos.

1.5.5.1.2 Precisión de sujeción

Como el diseño está orientado al estudio de tensión sobre fibras, la necesidad de tener elementos de precisión en los elementos de sujeción establece algo determinante ya que el uso de diámetros bajo el orden de las micras exige un alto nivel.

1.5.5.1.3 Versatilidad

Aunque inicialmente el diseño está constituido para fibra éste no debe cerrarse netamente a este tipo de elementos, sino que al contrario debe poder ofrecer la posibilidad de examinar otro tipo de configuraciones geométricas o de propiedades mecánicas, las cuales no sobre pase, ni esfuerce la naturaleza de la máquina.

1.5.5.1.4 Facilidad de construcción

Esto es algo que encierra los principios conceptuales de la filosofía ingenieril, ya que el deseo de generar una solución óptima y eficiente está asociado con esa facilidad de montaje en las fases iniciales, al igual que en procesos posteriores de evaluación y reparación.

1.5.5.1.5 Peso

El peso puede definir básicamente un elemento primordial y es el sistema de anclaje, el cual requiere de un acondicionamiento locativo para poder funcionar óptimamente.

1.5.5.1.6 Robustez estructural

Poder establecer un diseño que ofrezca una solides bajo los planos reales de trabajo.

1.5.5.1.7 Tamaño amigable

Poder diseñar una máquina que permita tener una fácil adaptación no solamente en espacios de laboratorio, sino en aulas y demás espacios que conforman el olimpo educativo.

1.5.5.1.8 Definición de escalas

La asignación cualitativa de cada ítem se encuentra enmarcada de 1 a 5.

- 5 representa un cubrimiento total del 100% del ítem.
- 4 representa un cubrimiento parcial del 80% del ítem.
- 3 representa un cubrimiento modesto del 60% del ítem.
- 2 representa un cubrimiento insuficiente del 40% del ítem.
- 1 representa un cubrimiento casi nulo del ítem.

Criterios	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Economía	4	3	3
Precisión de sujeción	5	5	3
Versatilidad	4	4	4
Facilidad de construcción	5	5	5
Peso	5	4	4
Robustez estructural	4	5	5
Tamaño amigable	5	5	4
Total	**32**	**31**	**28**

Tabla 7. Criterios de selección. Fuente propia.

2 CÁLCULO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN

2.1 COLUMNA

Datos iniciales				
Carga aplicada	Pa	10000	N	Newton
Longitud	L	1	m	metros
	F.S	1,3	Factor de seguridad	
Factor de longitud efectiva	K	2,4	Empotrada - libre	
Material	Material	200	Gpa	Astm A500
Esfuerzo de fluencia	Sy	228	Mpa	Mega pascales
Modulo elastico	E			
Diametro	D			
Radio de giro	r			
Razon de esbeltez	Sr			
Carga critica	Pcr			
Modulo de seccion	S			
Carga permisible	Pp			
Longitud excentrica	e			

Tabla 8. Datos de entrada columna. Fuente propia

Mediante el módulo de sección (S) partimos de una selección de un perfil cuadrado obteniendo los resultados de la tabla 9.

Perfil cuadrado		
Pcr	13000	newton
KL^2	5,76	metros^2
constante	12	
Pi^2	9,869604401	
E	2,00E+11	pascales
S	0,0260	metros

Tabla 9. Módulo de sección. Fuente propia

$$s = \left(\frac{Pcr * KL^2 * 12}{\pi^2 * E}\right)^{0.25}$$

Ecuación 4

La carga critica (Pcr) es la multiplicación de la carga aplicada (Pa) y el factor de seguridad (F.S), se trabaja con el factor de longitud efectiva (K) , la longitud (L) y el modulo elástico en pascales (E).

Una vez calculado el módulo de sección (S) se realiza los cálculos para el radio de giro de la sección cuadrada (r) con el fin de hallar los criterios de esbeltez (Srd).

$$r = \frac{s}{\sqrt{12}}$$

Ecuación 5

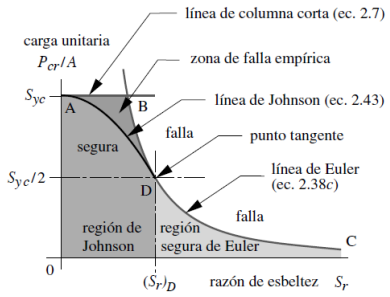
$$(Sr)D = \pi * \sqrt{\frac{2E}{Syc}}$$

Ecuación 6

Razón de esbeltez		
Pi	3,141592654	
Constante	2	
E	2,00E+11	Pascales
Sy	228000000	Pascales
KL	2,4	metros
r	0,00750	metros
(Sr)d	131,59	
Sr	320,07	Columna larga
Nota= se selecciona un perfil cuadrado de 50 X 50 mm ofreciendo mejor versatilidad en los sistemas		

Tabla 10. Razón de esbeltez. Fuente propia.

Una vez se calcula la razón de esbeltez (Srd) se utiliza el factor de longitud efectiva (K), la longitud (L) dividido en el radio de giro (r) hallando la razón de esbeltez (sr) con el fin de ubicarnos en la gráfica 5 indicando el tipo de columna a utilizar bajo los criterios de diseño.



Gráfica 5. Construcción de las líneas de falla de una columna. Diseño de máquinas Norton pg. 127

A partir del resultado obtenido se da una selección preliminar del tipo de perfil la cual obliga a recalcular los pasos anteriores. La carga permisible no debe supere las restricciones del material.

Razón de esbeltez		
Pi	3,141592654	
Constante	2	
E	2,00E+11	Pascales
Sy	228000000	Pascales
KL	2,4	metros
r	0,01443	metros
(Sr)d	131,59	
Sr	166,28	Columna larga grafica #1

Tabla 11. Razón de esbeltez re calculado. Fuente propia.

El diseño estructural de la columna orienta que la carga será aplicada excéntricamente sobre el eje centroidal del cuerpo.

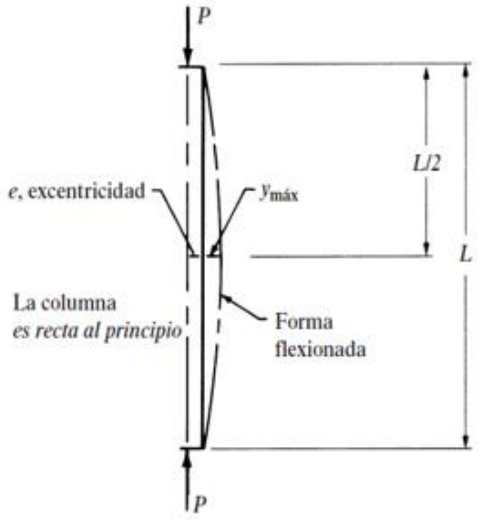


Figura 14. Hoja de cálculo para análisis columna torcida. diseño de elementos de máquinas pg. 253

El punto medio de la columna representa la parte de mayor posibilidad de falla es por eso que el análisis se realiza mediante la ecuación de la secante.

Columna con carga excéntrica		
P	10000	Newton
A	0,0025	metros^2
e	0,05	metros
c	0,025	metros
KL	2,4	metros
r	0,0002	metros

Tabla 12. Datos de la columna con carga excéntrica. Fuente propia.

$$\sigma \frac{l}{2} = \frac{P}{A}\left[1 + \frac{ec}{r^2} * \sec\left(\frac{KL}{2r} * \sqrt{\frac{P}{AE}}\right)\right]$$

Ecuación 7

El gama L/2 ($\sigma \frac{l}{2}$) es el resultado de la operación realizada en la ecuación 7 donde:

P= Carga aplicada
A= Área
e= longitud excéntrica
c= longitud excentrica dividida en 2
K= Factor de longitud efectiva
L= longitud
E= Módulo elástico

Finalmente, al ser un elemento que se encuentra sometido a una carga la deflexión es un criterio de falla que puede afectar el comportamiento optimo del elemento.

$$ymax = e\left[\sec\left(\frac{KL}{2r} * \sqrt{\frac{P}{AE}}\right) - 1\right]$$

Ecuación 8

Ymax hace referencia a la deflexión máxima, sec hace referencia a la secante.

2.2 VIGA

Actualmente la utilización de software facilita el cálculo de algunos elementos. Para calcular los diagramas de momento flector y vector cortante se realiza mediante el programa MDsolid como lo muestra la figura 15.

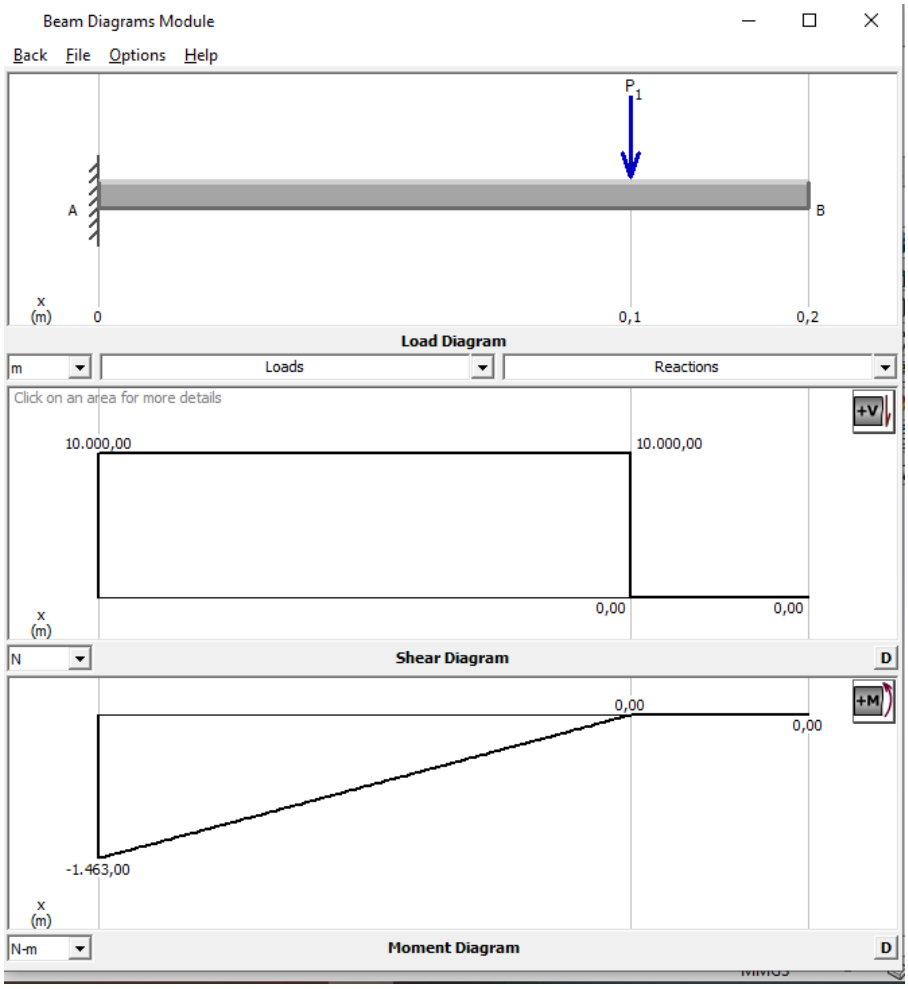


Figura 15. Diagrama momento flector y vector cortante. Fuente propia.

Conociendo el valor máximo del momento flector podemos hallar el módulo de sección rectangular como se muestra en la figura 16.

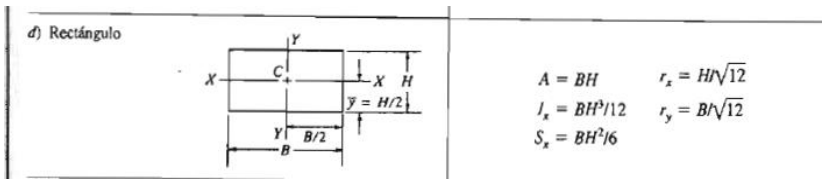


Figura 16. Propiedades de las áreas. Diseño de elementos de máquinas Mott apéndice 1

Con esto se puede determinar los criterios geométricos de la selección.

Para obtener la función de la deflexión v se integrar dos veces; en cada integral aparece una nueva constante de integración la primera derivada $\frac{\sigma v}{\sigma x}$ será la pendiente de la curva y , si se asume en este texto que la viga está fabricada de un mismo material. Oswaldo, P., *guía para el análisis y solución de problemas de resistencia de materiales*. Colombia. P. 319, 2015.

2.3 TORNILLO DE POTENCIA

Para calcular el tornillo de potencia se rige bajo los criterios de una columna donde se debe utilizar la ecuación de sustitución de Euler ecuación 10 y diámetro requerido circular ecuación 11.

$$I = \frac{\pi\, D^4}{64}$$

Ecuación 9

$$I = \frac{N\, Pa(\, KL)^2}{\pi^2 E}$$

Ecuación 10

$$D = \left[\frac{64NPa(\, KL)^2}{\pi^3 E}\right]^{\frac{1}{4}}$$

Ecuación 11

Para calcular el diámetro (D) se realiza la operación que muestra la ecuación 11 donde se utiliza valor ya determinados como factor de seguridad (N) , carga aplicada (Pa) , factor de longitud efectiva (K) y demás. En la tabla 13 se observa la abreviación y significado de cada uno.

Ecuacion #2 sustitucion ecuacion de euler			
Pa	Carga aplicada	10000	Newton
N	Factor de seguridad	1,3	
K	Factor de longitud efectiva	2,4	
L	Longitud	0,75	Metros
Pi	Pi	3,141592654	
E	Modulo elastico	2,00E+11	Pascales
64	Constante	64	
D	Diametro	0,025677	Metros
D	Diametro	25,677	Milimetros
A	Area	517,8264653	Milimetros
A	Area	0,000518	Metros ^2

Tabla 13. Datos de la columna circular. Fuente propia.

Una vez calculado el diámetro (D) se debe determinar el área (A) mediante la ecuación 12

$$A = \frac{D^2\pi}{4}$$

Ecuación 12

Ya determinado el diámetro y el área utilizamos la ecuación 5 y 6 con el fin de poder determinar la razón de esbeltez y radio de giro, para poder implementarlo en la carga critica (Pcr) ecuación 13.

$$Pcr = \frac{\pi^2 EA\, r^2}{(KL)^2}$$

Ecuación 13

Calculado la carga critica se calcula la carga permisible (Pp) donde el resultado proviene de la división de la carga critica (Pcr) y el factor de seguridad (N) como lo muestra la ecuación 14.

$$Pp = \frac{Pcr}{N}$$

Ecuación 14

Ecuacion #1 Euler			
Pi	Pi	3,141592654	
E	Modulo elastico	2,00E+11	Pascales
A	Area	0,000518	Metros ^2
r	Radio de giro	0,0064193	Metros
K	Factor de longitud efectiva	2,4	
L	longitud	0,75	Metros
Pcr	Carga critica	13000	Newton
Pp	Carga permisible	10000	Newton

Tabla 14. Datos carga crítica y carga permisible. Fuente propia.

Teniendo estos datos se revisa la tabla de dimensiones principales de cuerdas de tornillo para poder seleccionar la cuerda adecuada no superando la carga permisible como lo muestra la tabla 15. Anexo 1

Tabla 11-2 Norton			
d	Diametro mayor	39	mm
p	Paso	4	mm
dr	Diametro menor	34,09	mm
At	Area de esfuerzo	975,75	mm^2
Fc	Factor de friccion	0,15	
Dm	Diametro de paso	37	mm

Tabla 15. Dimensión de cuenda seleccionado. Tabla 11-2 Norton.

Teniendo estos datos se calcula la torsión de subida (Ts) y de bajada (Tb) el cual da un resultado de Ts= 34.29 y Tb= 21.27

2.4 PLACA BASE

Datos iniciales				
Carga aplicada	Pa	10000	N	Newton
Longitud	L	0,5	m	metros
Factor de seguridad	N	1,3	Factor de diseño	
Limite de fluencia	sy	228000000	Pascales	

Tabla 16. Datos de entrada placa base. Fuente propia.

$$\tau = \frac{v}{A}$$

Ecuación 15

Esfuerzo cortante es la relación entre la fuerza cortante y el área, es decir, la fuerza contenida en el plano analizando dividido entre dicha área. Oswaldo, P., *guía para*

el análisis y solución de problemas de resistencia de materiales. Colombia. P. 51, 2015.

Para este caso se obtiene un esfuerzo cortante de 131635861 pa , para obtener el espesor se utiliza la ecuación 16.

$$Espesor = \frac{Pa}{\tau * L}$$

Ecuación 16

2.5 UNIONES SOLDADAS

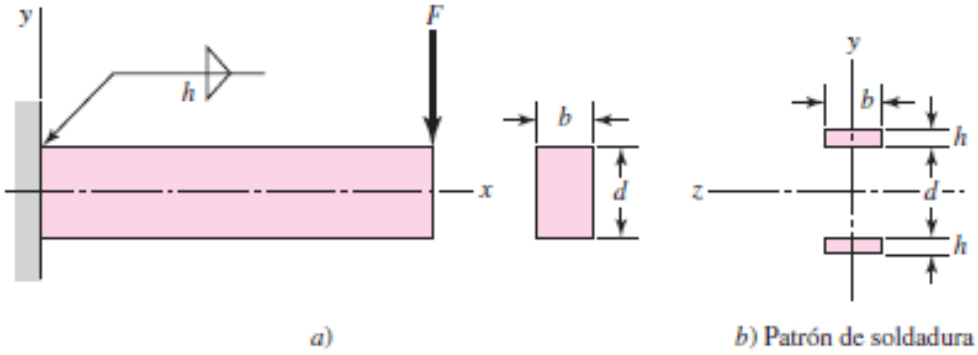


Figura 17. Voladizo de sección trasversal rectangular soldado a un soporte en los bordes superiores e inferiores. Shingley 8 edición pg. 469.

Antes de realizar cualquier cálculo se deben tener datos de entrada, así como se muestra la tabla 16.

Fuerza	F	10000	N	Newton
Base	b	0,05	m	Metros
Altura	d	0,018	m	Metros
Altura de garganta	h	0,01	m	Metros
Factor de seguridad	F.S	1,3		
Momento	M	500	N*m	Newton * metro
Distancia Fuerza	P	0,05	m	Metros

Tabla 17. Datos de entrada uniones soldadas. Fuente propia.

$\tau' = \frac{V}{A}$	Tao prima	τ'	N/m^2	Pascales
	Fuerza cortante	V	N	Newton
	área total de la garganta	A	m^2	Metros cuadrados
	τ'	39,3	Mpa	mega pascales

Tabla 18. Resultado Tao prima. Fuente propia.

Para obtener el resultado de tao prima (τ') se debe dividir la fuerza (F) entre la contaste de 1.414 , la altura de la garganta (h) y la altura (d).

El segundo momento de área unitario (Iu) es el resultado de la operación base (b) altura (d) dividido entre 2 como lo muestra la ecuación 17

$$Iu = \frac{bd^2}{2}$$

Ecuación 17

$I = 0.707hI_u = 0.707h\frac{bd^2}{2}$	constante	0,707		
	altura de garganta	h	m	metros
	segundo momento de área unitario	Iu	m^3	metros cúbicos
	segundo momento de área	I	m^4	metros a la cuatro
	segundo momento de área	5,7267E-08	m^4	metros a la cuatro

Tabla 19. Resultado segundo momento de área Fuente propia.

El segundo momento de área (I) se obtiene de la multiplicación de una constate de 0.707 por la altura de garganta (h) y el segundo momento de area unitaria (Iu).

Para calcular tao (τ) se utiliza la contaste 1.414 por el momento (M) dividido por la altura (d) , base (b) y la altura de garganta (h) como se evidencia en la ecuación 18.

$$\tau = \frac{1.414\ M}{bdh}$$

Ecuación 18

Finalmente se calcula el esfuerzo cortante máximo el cual da un resultado de 44.95 mega pascales

2.6 POLEAS

Datos de entrada			
Diámetro Polea motriz	D1	60	mm
Numero de revoluciones D1	N1	8,7	RPM
Diámetro Polea conducida	D2	67	mm
Numero de revoluciones D2	N2	7,79	RPM

Tabla 20. Datos de entrada polea. Fuente propia

Para obtener los diámetros de la polea conductora y conducida los catálogos brindan esta información. Ver anexo 3

$$D1 * N1 = D2 * N2$$

Ecuación 19

D1= Polea conductora
N1=Número de revoluciones polea conductora (velocidad de salida del motoreductor seleccionado)
D2= Polea conducida

N2=Número de revoluciones polea conductora

$$N2 = \frac{D1 * N1}{D2}$$

Ecuación 20

Como no se conoce el número de revoluciones de la polea conductora se utiliza la ecuación 20. La finalidad de utilizar poleas es conectar el tornillo de potencia con el motoreductor y de este modo reducir las RPM debido a que siguen siendo altas para el ensayo.

Relación de transmisión			
Relación de transmisión	i	N1/N2	1,12
Velocidad tangencial			
Perímetro	P1	188,50	mm
Velocidad tangencial	Vt1	1640	mm/min
	vt1	0,027	m/s

Tabla 21. Vueltas y velocidad de la polea. Fuente propia

Para calcular la relación de transmisión (i) se toma el número de revoluciones de la polea conductora (N1) y se divide en el número de revoluciones de la polea conducida (N2).

$$i = \frac{N1}{N2}$$

Ecuación 21

El cálculo de la velocidad tangencial (Vt1) consiste en hallar un perímetro (P1) mediante la multiplicación del diámetro de la polea conductora (D1) y π (pi) ecuación 22. Calculado el perímetro (P1) se multiplica por el número de revoluciones de la polea conductora (N1) ecuación 23.

$$P1 = D1 * \pi$$

Ecuación 22

$$Vt1 = N1 * P1$$

Ecuación 23

Longitud de la correa		
LC=pi * D + 2A		
A	25	mm
Longitud de la correa D1	238,5	mm
	23,85	cm
Longitud de la correa D2	260,5	mm
	26,05	cm

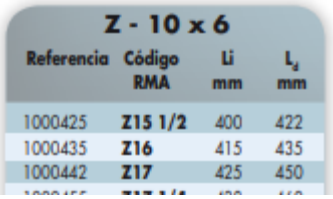
Tabla 22. Longitud de la correa. Fuente propia

LC= Longitud de la correa
D= Diámetro de la polea
A= Distancia entre centros

$$LC = \pi * D + 2A$$

Ecuación 24

Para la polea conductora (D1) se obtiene una correa de 23.85 cm y para la polea conducida (D2) 26.05 cm. Debido a que comercialmente las correas no se consiguen se fabricar a medida especial debido a la corta distancia entre centros.



Z - 10 x 6

Referencia	Código RMA	Li mm	L_d mm
1000425	**Z15 1/2**	400	422
1000435	**Z16**	415	435
1000442	**Z17**	425	450

Figura 18. Longitud mínima. Catalogo intermec

2.7 MOTOREDUCTOR

Datos de entrada				
Longitud	L	1	m	metros
Tiempo	t	28	minutos	minutos
Avance	A	4	mm/rev	milímetros / revoluciones
Velocidad	v	35,71	mm/s	milímetros / segundos
Torque de subida	T1	34,29	N.m	newton metro
torque de bajada	T2	21,27	N.m	newton metro
eficiencia	r	0,99	Catalogo de LENTAX	
Factor de servicio	F.S	1,25	10 Hrs / choque moderado RAISA	

Tabla 23. Datos de entrada motoreductor. Fuente propia.

Para calcular el motoreductor se trabaja con los datos de entrada que se observa en la tabla 22.

El número de vueltas del tornillo (Nv) resulta de la división de la longitud (L) y el avance del tornillo de potencia (A).

$$Nv = \frac{L}{A}$$

Ecuación 25

La velocidad de salida (ns) resulta de la división entre el número de vueltas (Nv) y el tiempo (t). Una vez que se obtiene el ns en rev/min se convierte a rad/s

$$ns = \frac{Nv}{t}$$

Ecuación 26

La potencia de cálculo (Na) es la multiplicación del torque de subida (T1) y la velocidad de salida en radianes (ns rad/s) convertida a Horsepower.

$$Na = T1 * ns$$

Ecuación 27

La potencia de entada (Ne) resulta de la división de la potencia de cálculo en Horsepower (Na) y la eficiencia (r) la cual se obtiene de catálogos.

$$Ne = \frac{Na}{r}$$

Ecuación 28

numero de vueltas del tornillo	Nv	250	rev	revoluciones
Velocidad de salida	ns	8,93	rev/min	revoluciones / minuto
radianes por minuto	Ns	0,93	rad / s	radianes / segundo
potencia de calculo	Na	31,9	watt	newton * metro / segundo
	Na	0,042752	Hp	horsepower
potencia de entrada	Ne	0,043403	Hp	horsepower

Tabla 24. Resultado de los cálculos. Fuente propia.

Obtenido los resultados de la tabla 23 se hace una pre-selección del motoreductor con la velocidad de salida (ns). Ver anexo 4

La relación de trasmisión (I) es la división de la velocidad de entrada obtenida del catálogo y la velocidad de salida (ns)

$$I = \frac{Velocidad\ de\ entrada\ catalogo}{ns}$$

Ecuación 29

La potencia de mando (Nm) es el resultado de la división entre la potencia de entrada del catálogo en Horsepower (Ne catálogo) y el factor de servicio F.S

$$Nm = \frac{Ne\ catalogo\ pre - seleccionado}{F.S}$$

Ecuación 30

se selecciona un motor de 0,33 Hp y tomamos la velocidad de entrada mas pequeña catalogo LENTAX				
Modelo pre-seleccionado COT3 0,33/6				
Relación de transmisión	I	100,24	895 Catalogo LENTAX	
Potencia de mando	Nm	0,264	Hp	horsepower
verificación	Nm > Ne	0,264 > 0,043403		

Tabla 25. Pre-selección catalogo LENTAX. Fuente propia.

Una vez calculado todos los datos se busca una nueva potencia de entrada que se aproxime a la relación de transmisión. Ver anexo 5.

Finalmente, seleccionado el motor, con los datos de la potencia de entrada y la relación se puede hallar la referencia del reductor con sus dimisiones. Ver anexos 6

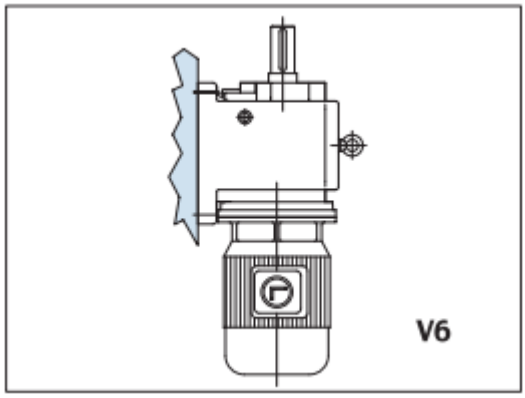


Figura 19 . Montaje motoreductor. Catalogo LENTAX (pg. 73).

2.8 MORDAZA

Debido al material con el cual se va trabajar la compañía INSTRON sugiere las mordazas de puños extendibles ya que esta tiene agarre de tracción con diferentes capacidades de fuerzas trabajando con hilos, cuerdas, plásticos, etc.

Puños de tensión de acción lateral con tornillo			
Numero de catalogo	2710-113	INSTRON	
Capacidad	1	kN	kilonewton
Montaje inferior y superior	Pasador de horquilla 6	mm	milímetros
Longitud superior efectiva (A)	116,5	mm	milímetros
Ancho total (B)	196	mm	milímetros
Profundidad de garganta (c)	42,5	mm	milímetros
Profundidad de garganta (D)	17,5	mm	milímetros
Peso (Por agarre)	1,15	kg	kilogramos

Opciones de cara de agarre para 2710-113			
Numero de catalogo	2702-352	INSTRON	
Superficie	Perfil de onda	INSTRON	
Ancho de cara	50	mm	milímetros
Altura de cara	50	mm	milímetros
Espesor máximo de la muestra	22,5	mm	milímetros

Tabla 26 . Dimisiones mordaza y cara de agarre. Catalogo INSTRON.

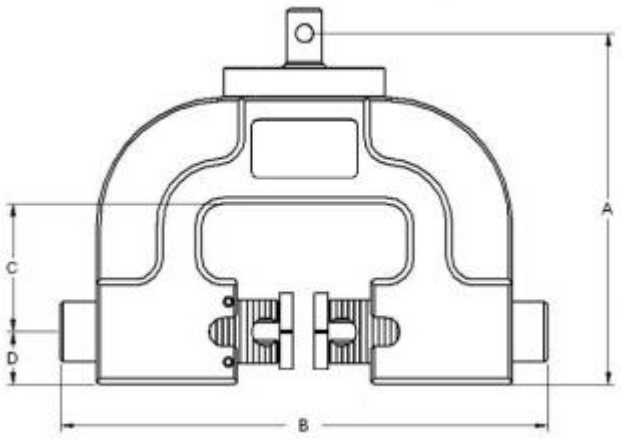


Figura 20. Puños de tensión de acción lateral con tornillo. Catalogo INSTRON.

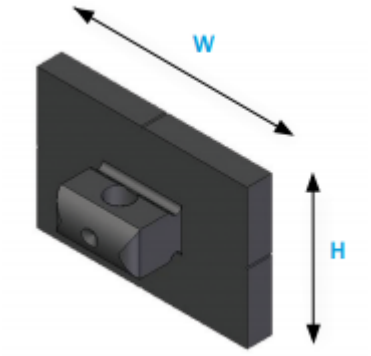


Figura 21. opciones de cara de agarre para 2710-113. Catalogo INSTRON.

2.9 CELDA DE CARGA

2.9.1 Puente de Wheatstone

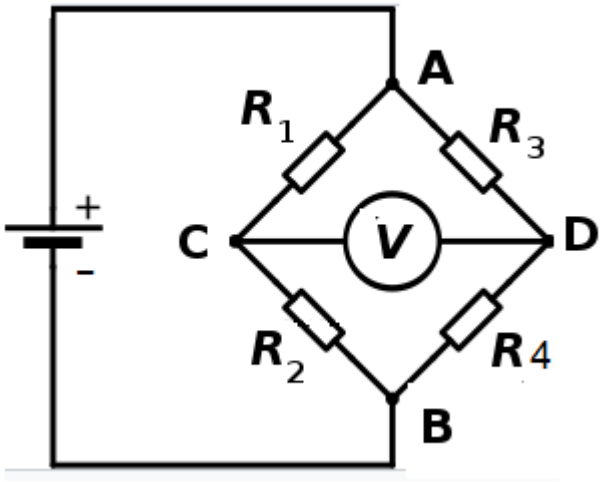


Figura 22. Puente de Wheatstone. Fuente propia.

La resistencia 4 (R4) es la que se debe calcular , la resistencia 1,2 ,3 (R1,R2,R3) del puente son valores conocidos. El puente de Wheatstone se alimenta de una tensión continua donde el valor de la resistencia 3 (R3) puede tomar valores diferentes.

$$R4 = R3 * \frac{R2}{R1}$$

Ecuación 31

2.9.2 Galgas extensiométricas

Las galgas extensiométricas son sensores que trabajan bajo el principio del puente de Wheatstone donde varían la resistencia con una fuerza aplicada, con estas galgas se puede hallar valores de fuerza, presión, tensión, etc.

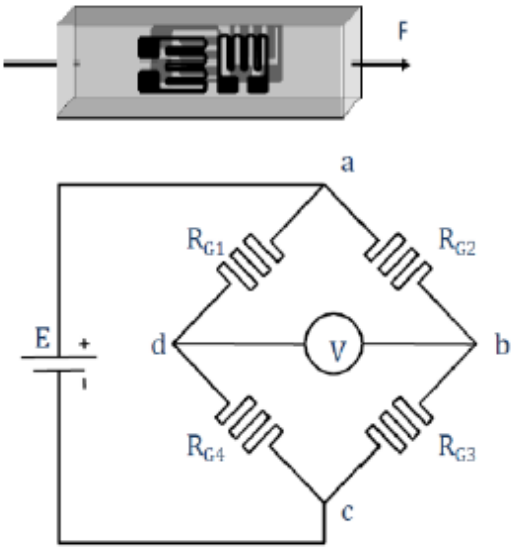


Figura 22. Montaje puente. González, R. J. F. (2019, 17 septiembre). Diseño e implementación de sistema de caracterización de células de carga con fines docentes. Rai Upc. Página 5. Recuperado de https://repositorio.upct.es/handle/10317/7879.

2.9.3 Conexión



Figura 23. Celda de carga tipo viga. Fuente propia.



Figura 24. Módulo de referencia XFW-HX711. Fuente propia



Figura 25. Arduino uno. Fuente propia

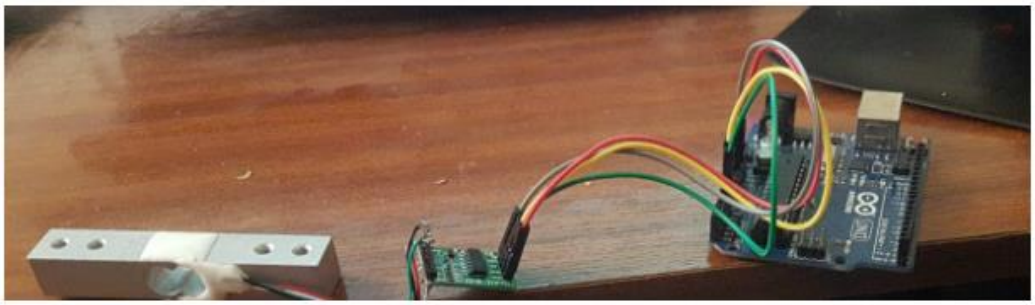


Figura 26. Conexión. Fuente propia

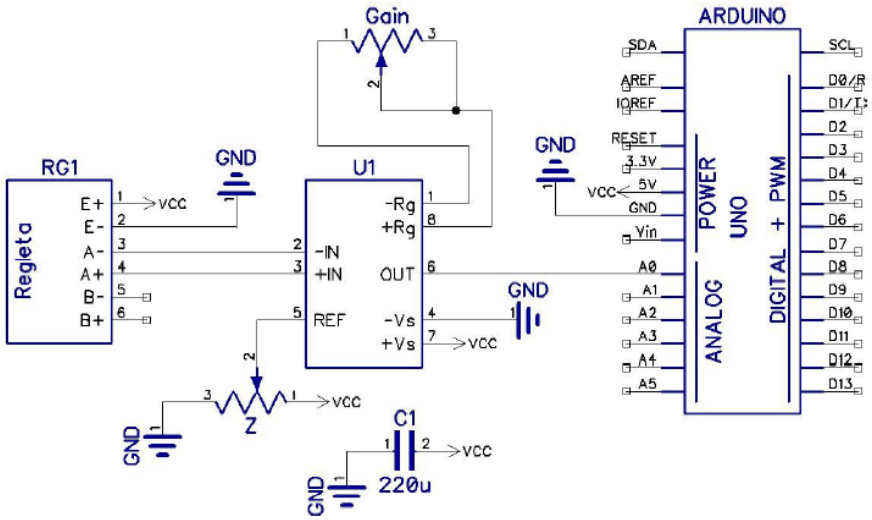


Figura 27. Esquema de acondicionamiento analógico . González, R. J. F. (2019, 17 septiembre). Diseño e implementación de sistema de caracterización de células de carga con fines docentes. Rai Upc. Página 17. Recuperado de https://repositorio.upct.es/handle/10317/7879

Se utiliza una celda de carga tipo viga de 4 hilos como muestra la figura 23, se conecta al módulo XFW-HX711 figura 24 mediante la siguiente conexión:

Hijo rojo – E+
Hijo negro – E-
Hijo verde - A-
Hijo blanco - A+

Una vez realizada esta parte se conecta el módulo y la viga al arduino uno de la siguiente manera

GND – GND
DT – A1
SCK – A0
VCC – 5V

Ya de esta manera se puede utilizar el software de Arduino para así poder tomar los valores digitales.

2.9.4 Selección celda de carga

Debido al ensayo a realizar y el material se utiliza una celda de carga tipo S de 4 hilos. Ver anexo 7



Figura 28. Celda de carga tipo S-Beam. Catalogo HyH basculas.

2.10 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Mediante la aplicación que brinda skf se ingresa un valor conocido con la cual se puede seleccionar el ancho y el diámetro máximo.

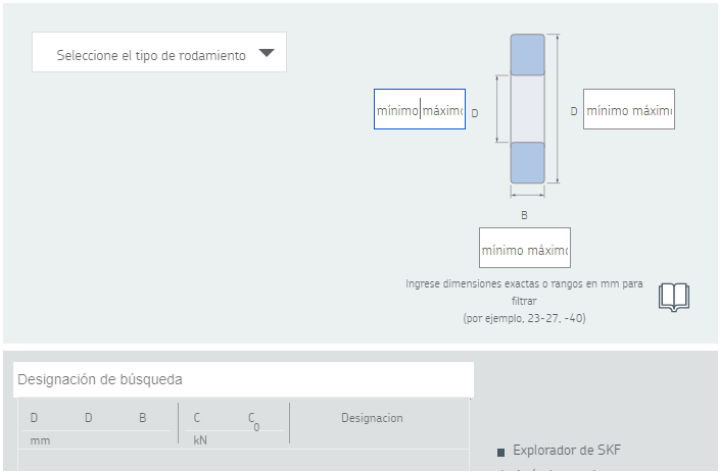


Figura 29. Rodamientos SKF. Fuente tipo y disposición SKF

Se implementan rodamientos como se muestran en la figura 30 – figura 31.

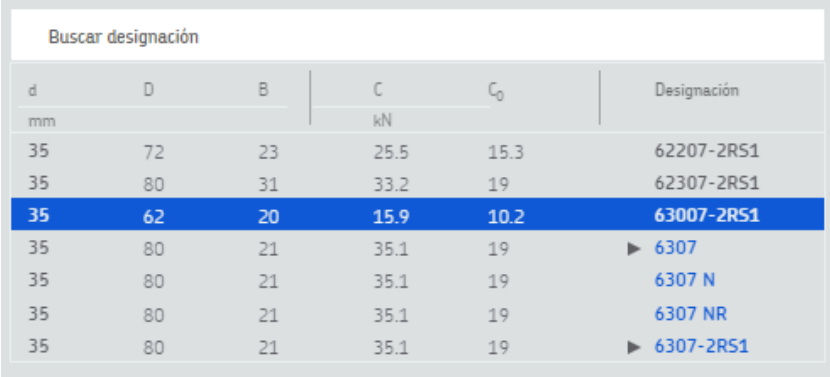


Figura 30. Rodamientos SKF tornillo de potencia. Fuente tipo y disposición SKF

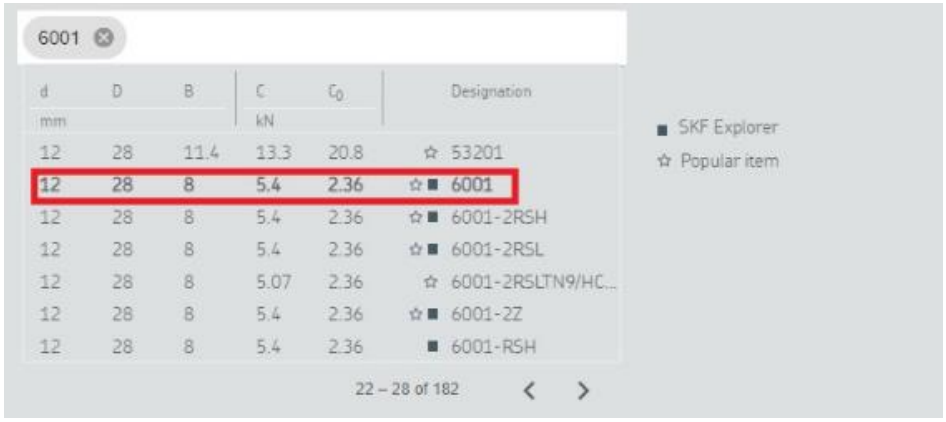


Figura 31. Rodamientos SKF para el rodillo. Fuente tipo y disposición SKF

3 ANIMACIÓN Y ELABORACIÓN

3.1 DIMENSIONES Y ESQUEMAS 3D

Los software de simulación permiten evaluar diseños facilitando la visualización de respuesta ante la selección de determinados elementos, en el campo ingenieril es común encontrar este tipo de software ya que no limita la mente para crear diseños.

Para este caso la utilización de solidworks permitió crear pieza por pieza como se puede observar en la figura 32 a la figura 36 donde se tiene un modelado en 3D con sus respetivas dimensiones. En el anexo 8 mediante un video de simulación se puede ver el desplazamiento de las mordazas por medio del tornillo de potencia.

3.1.1 Tornillo de potencia



Figura 32. dimensiones tornillo de potencia y 3D. Fuente propia.

3.1.2 Columna

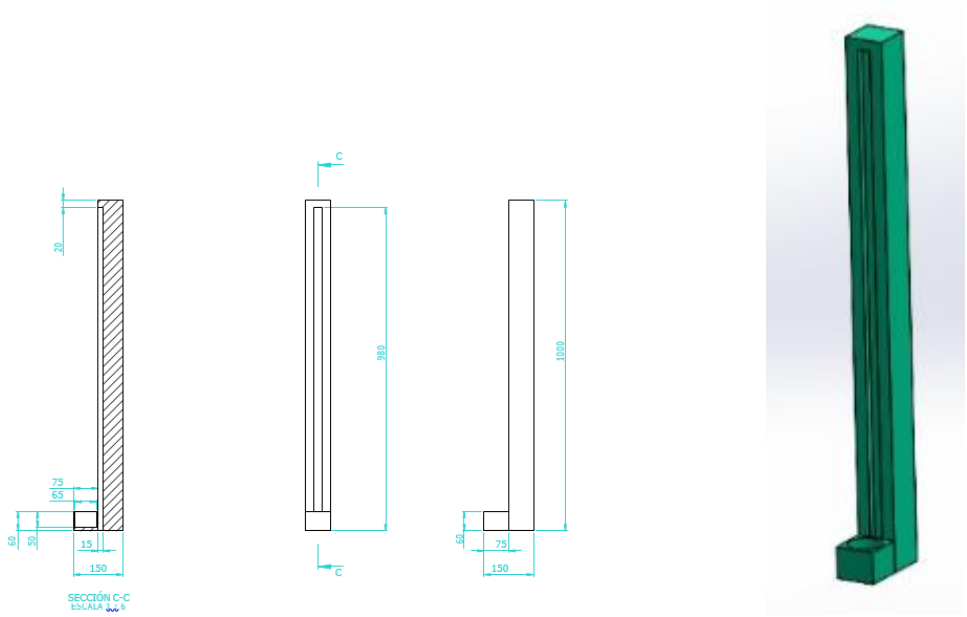


Figura 33. dimensiones columna y 3D. Fuente propia.

3.1.3 Cuerpo de tuerca

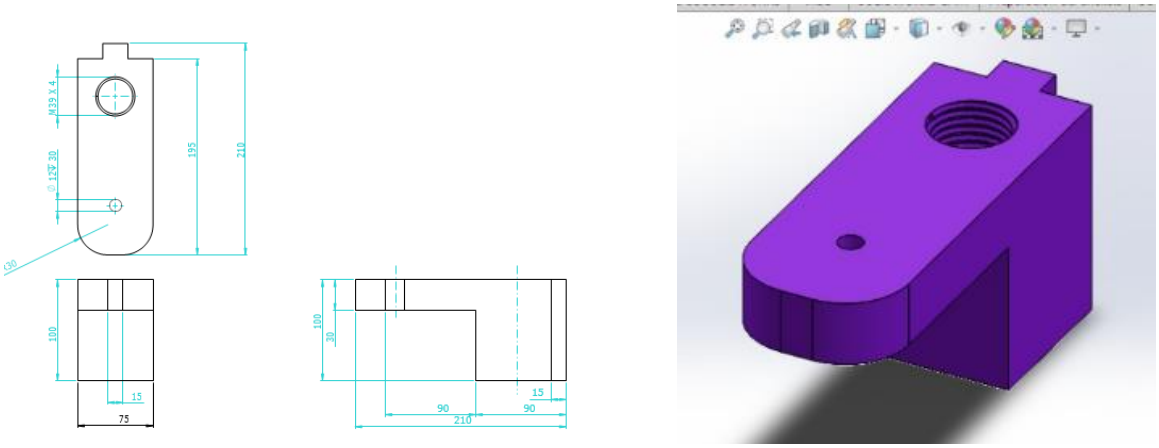


Figura 34. dimensiones cuerpo de tuerca y 3D. Fuente propia.

3.1.4 Base soporte

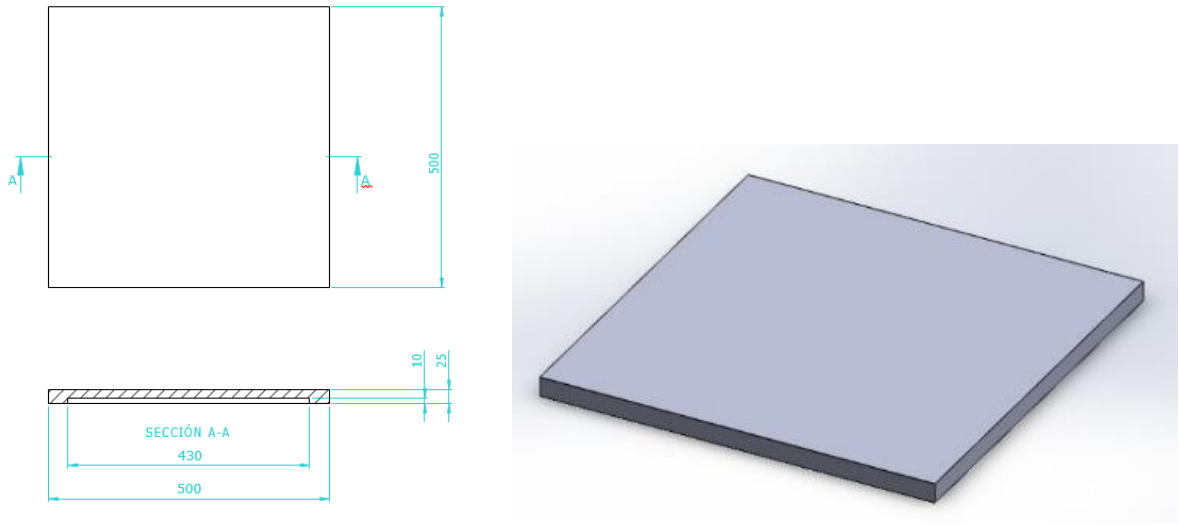


Figura 35. dimensiones base soporte y 3D. Fuente propia.

3.1.5 Viga superior

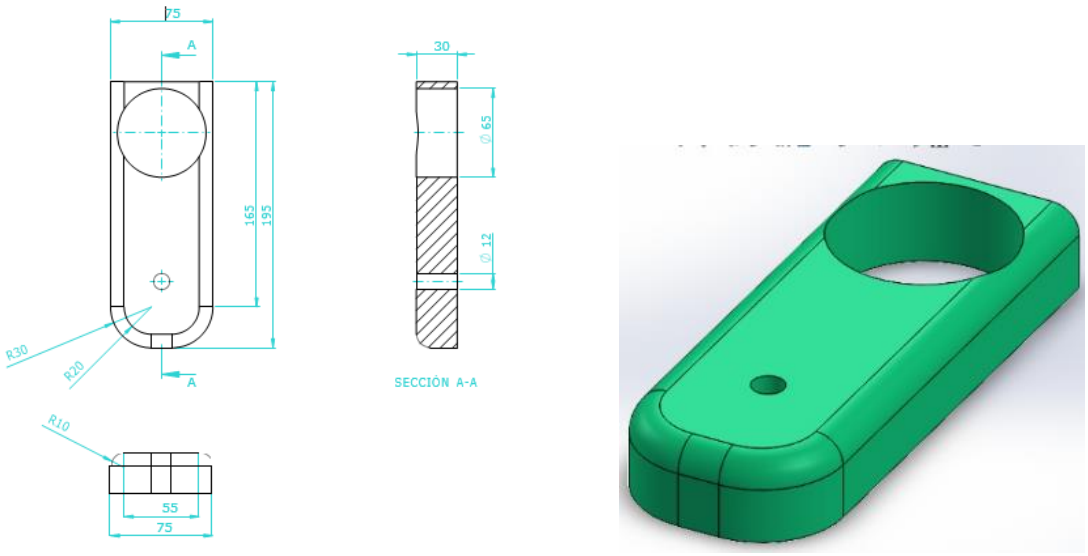


Figura 36. dimensiones viga superior y 3D. Fuente propia.

3.1.6 Otros

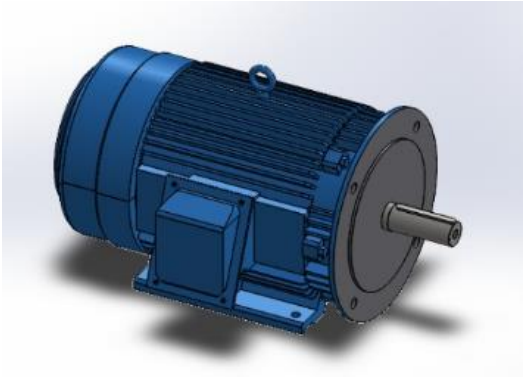


Figura 37. motor 3D Fuente propia.



Figura 38. Soporte tuerca 3D Fuente propia.

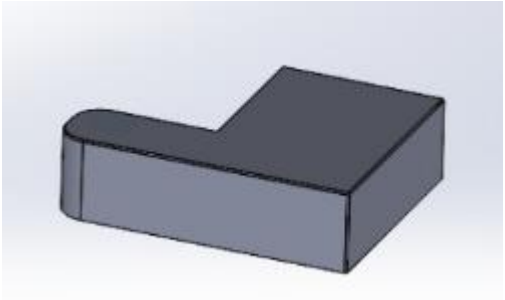


Figura 39. carcasa 3DFuente propia.

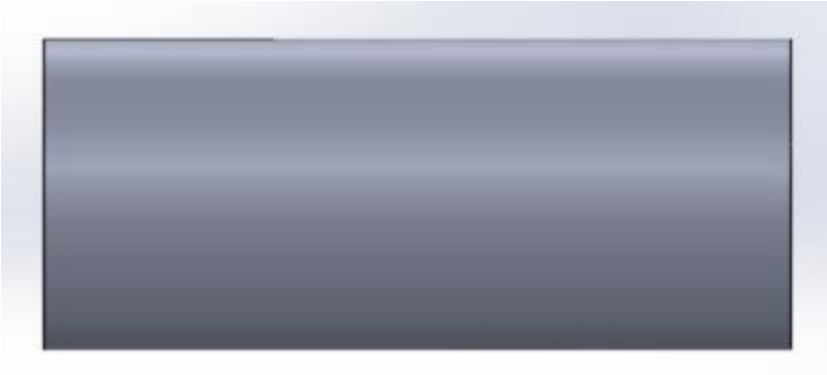


Figura 40. Rodillo 3D. Fuente propia.

3.1.7 Esquema general

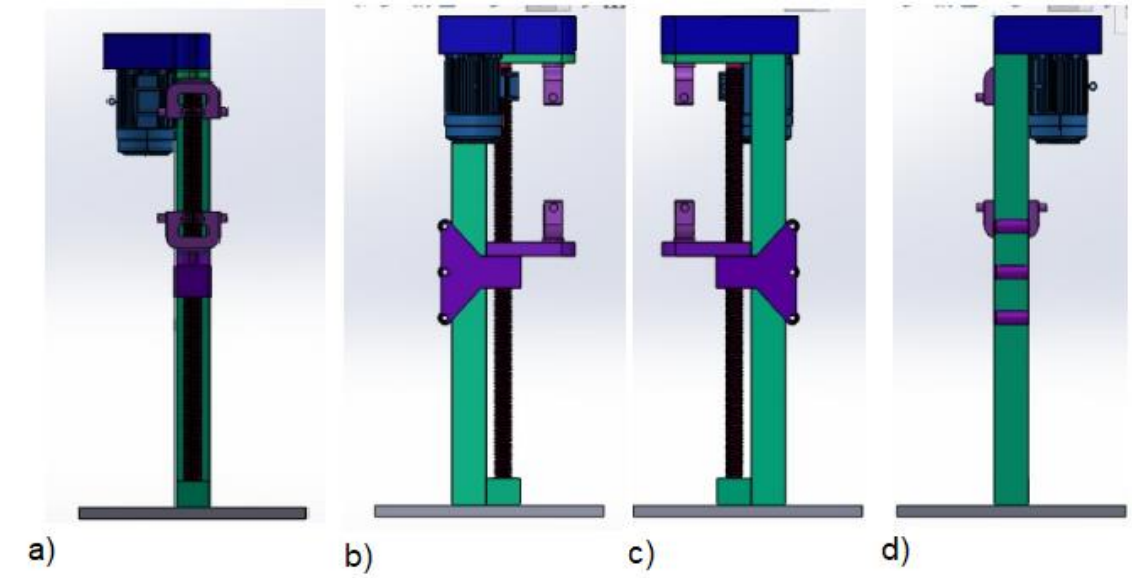


Figura 41. Esquema general 3D. a) vista frontal, b) vista lateral izquierda, c) vista lateral derecha, d) vista posterior. Fuente propia.

4 COSTOS

Los costos estimados no acobijan: La mano de obra, aranceles por importación, trasporte. Ya que estos fueron obtenidos por medio de páginas web y asesores comerciales.

TABLA DE COSTOS ASESOR				
ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UBICACIÓN
Motor 0,5 hp	1	$ 628.800	$ 628.800	https://exhibirequipos.com/categoria-producto/motores-motorreductores-electricos/motores-trifasicos-220-voltios/
Reductor coaxial	1	$ 832.300	$ 832.300	https://exhibirequipos.com/categoria-producto/motores-motorreductores-electricos/motorreductores-cajas-reductoras/
Celda de carga tipo S	1	$ 297.300	$ 297.300	https://industrialesandes.co/neumatica/382-celda-de-carga-tipo-s-0-1000-kg-sensor-de-peso.html?gmc_currency=1&gclid=Cj0KCQjw4eaJBhDMARIsANhrQABD1BWv5f8cUYCCw7C93NEzZeBOtfS2oroVuydMW1TwD46ZRWdsytMaAvwWEALw_wcB
LVDT	1	$ 1.800.000	$ 1.800.000	https://co.mouser.com/c/sensors/linear-displacement-sensors/
Arduino uno	1	$ 35.000	$ 35.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-617093728-arduino-uno-cable-_JM?matt_tool=99279475&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=11584883659&matt_ad_group_id=115595145969&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=478554425908&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=272104123&matt_product_id=MCO617093728&matt_product_partition_id=311407048681&matt_target_id=aud-345731277302:pla-311407048681&gclid=Cj0KCQjw4eaJBhDMARIsANhrQABvbzIe7rSiZ77PkdEdzpcZBID_7Z5XhTNBH_OP3dLmYO87Wj2szfwaAtlLEALw_wcB
Modulo HX711	1	$ 8.300	$ 8.300	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-586705891-modulo-conversor-analogicodigital-de-24-bits-hx711-_JM?matt_tool=99279475&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=11584883659&matt_ad_group_id=115595145969&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=478554425908&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=386663367&matt_product_id=MCO586705891&matt_product_partition_id=311407048681&matt_target_id=pla-311407048681&gclid=CjwKCAjw7fuJBhBdEiwA2lLMYXRhQCexsrOLzqqi-r6re8wzGrAvg9aIIDoBX76TVrdwNZOXTWdhIBoCzHoQAvD_BwE
Celda de carga tipo viga	1	$ 20.000	$ 20.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-464853638-celda-de-carga-10kg-_JM#position=17&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f30826ab-e210-4739-aad4-703418210e6c
TOTAL			$ 3.621.700	

Tabla 27. Tabla de costos asesor. Fuente propia.

TABLA DE COSTOS MERCADO WEB				
ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	UBICACIÓN
Rodamiento 63007-2R51	2	$ 38.000	$ 76.000	https://cl.rsdelivers.com/product/skf/63007-2rs1/rodamiento-de-bolas-skf-63007-2rs1/2078251
Rodamiento 6001	6	$ 15.000	$ 90.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-585463145-6001-2rsc3-rodamiento-de-bolas-bb1482a-skf-_JM#position=13&search_layout=stack&type=item&tracking_id=dd35f4bd-f425-416d-92e0-bb621a2b41ed
Polea 60mm	2	$ 62.000	$ 124.000	https://es.aliexpress.com/i/1005001454274324.html
polea 67 mm	2	$ 50.000	$ 100.000	https://www.zuendo.com/repuestos-de-motores-electricos/4242-polea-tipo-spa-de-67-mm-de-1-canal-selecciona-eje.html
Acero	1	$ 1.900.000	$ 1.900.000	https://spanish.alibaba.com/product-detail/astm-a500-gr-b-carbon-steel-square-rectangular-tube-price-1926748632.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.6a0a62bczTgj6b
TOTAL			$ 2.290.000	

Tabla 28. Tabla de costos página web. Fuente propia.

5 CONCLUSIONES

La obtención de los elementos electrónicos como lo son sensores suele ser muy complicado ya que en el mercado local no es de fácil acceso.

Se planteó inicialmente para fibras de materiales no metálicos pero la capacidad de carga y el conjunto de resistencia total permite poder poner a prueba materiales compuestos, de matriz polimérica o reforzados.

El uso de cilindros neumáticos puede agilizar un poco los cálculos y demandar un costo menor. ya que el mecanizado de la rosca del tornillo eleva los costos.

Se selecciona un factor de seguridad 1.3, ya que la bibliografía sugiere que si se conoce las propiedades mecánicas no debe ser tan alto.

El alto límite de fluencia del acero empleado permite tener un dimensionamiento menor de los elementos mecánicos.

La fabricación de la máquina tiene un costo elevado ya que la mayoría de los elementos no estandarizados fueron seleccionados bajo catálogos no nacionales lo cual demandaría costos de importación.

La oferta comercial de este tipo de máquinas ha aumentado en los últimos tiempos lo cual genera una ventaja entre el costo beneficio frente a la diseñada.

El camino que constituyó al desarrollo del diseño fue el levantamiento de información mediante la consolidación del estado del arte donde se puede visualizar las metodologías de diseño empleadas y las referencias comerciales que trazan los criterios de operación.

El diseño de la máquina debe contener un fuerte elemento de la función indicativa, ya que el uso de la máquina presenta el limitante de que solo personas que conozcan sobre el ensayo pueden accionarla.

La variedad de criterios normativos para el ensayo de fibras obliga a que se emplee elementos de instrumentalización industrial. Para poder tener una versatilidad del diseño ya que uno de los criterios variantes de los canales de operación, son las velocidades de avance.

Para los criterios de operación estipulados en el diseño, demanda que empleen otros tipos de elementos como un reductor de velocidad debido que el trabajo realizado por el motor es demasiado robusto.

Poder determinar la altura de garganta en el cálculo de soldadura, representa una dificultad ya que no es un valor de fácil obtención numérica, sino que también exige un análisis dimensional, porque de lo contrario puede quedar muy corta esta. Aumentando la posibilidad de fractura o desprendimiento de las uniones

Partir del cálculo del tornillo de potencia como una columna, puede facilitar el cálculo de éste ya que se puede partir del diámetro obtenido como el diámetro menor y así partir a las tablas de roscas comerciales

La designación de rodamientos se facilita, ya que los fabricantes ofrecen escenarios de fácil interacción como lo son apps. Esto liberando un poco la densidad de cálculos en el diseño de la maquina

Para la instalación de la celda de carga se sigue el principio del puente de Wheatstone, conectado a un módulo y esta su vez a un arduino con la finalidad de obtener los datos suministrados en la interfaz para el tratamiento de los datos con el propósito de hacer la curva esfuerzo vs deformación.

REFERENCIAS

[1] Shackelford, J., Güemes, A. and Martín, N., *Introducción A La Ciencia De Materiales Para Ingenieros (4A. Ed.)*. Madrid: Pearson Educación.

[2] Oswaldo, P., *guía para el análisis y solución de problemas de resistencia de materiales*. Colombia.

[3] Askeland, D. and Phulé, *Ciencia E Ingeniería De Los Materiales*. México: International Thomson Editores.

[4] Mott, (2006). Diseño De Elementos De Maquinas (4.a ed.). Pearson Educación.

[5] Norton, R. (2011). *Diseño De Maquinas* (4.ª ed.). Pearson Educación.

[6] Budynas, R., & Nisbett, J. (2008). Diseño en ingeniera mecánica de shigley (8.a ed.). McGraw-Hill Education.

[7] Rita.udistrital.edu.co. 2021. [online] recuperado de : https://rita.udistrital.edu.co:23604/Documentos/Guias_de_laboratorio/resistencia/GL-RE04.pdf.

[8] Londoño Palacio, O., Maldonado Granados, L. and Calderón Villafáñez, L., 2016. guía para construir estados del arte. International Corporation of Network of Knowledge, ICONK. ISBN 978-958-57262-2-2 recuperado de : https://iconk.org/docs/guiaea.pdf.

[9] GUEVARA PATIÑO, R., 2016. El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?. Revista Folios, 165-179. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/3459/345945922011.pdf.

[10]. INSTRON. Recuperado de https://www.instron.es/es-es/

[11] . Moncayo., M., Rodríguez., J., & A. (2016, 24 noviembre). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. Revista académica, 20(1), 59. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927006.pdf

[12] González, R. J. F. (2019, 17 septiembre). Diseño e implementación de sistema de caracterización de células de carga con fines docentes. Rai Upc.. Recuperado de https://repositorio.upct.es/handle/10317/7879

Apéndice 1

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN MÁQUINA PARA EL ENSAYO DE TENSIÓN EN FIBRAS DE MATERIALES NO METÁLICOS

ÍNDICE

1.Glosario.

2. Introducción manual mantenimiento.

3. Alcances proyectivos.

4. Fallas y acciones recomendadas.

5. Introducción manual de operación.

6. Transporte y almacenamiento.

7. Señales.

8. Uso.

GLOSARIO

Mantenimiento

Se define como mantenimiento al conjunto de técnicas utilizadas para conservar equipos e instalaciones en funcionamiento durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

Diagnóstico

Es un procedimiento que se aplicará para diagnosticar cuales son las posibles áreas que presentan fallas en el motor o los sistemas que componen el auto.

Peritaje

Es un análisis exhaustivo del estado general del vehículo, para saber cómo está el funcionamiento del motor, frenos, dirección, transmisión, suspensión y demás partes que lo componen.

Mantenimiento preventivo

Es aquel que se realiza con el fin de prevenir el surgimiento de fallas. Está orientado a conservar los equipos e instalaciones en funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hará tratando de corregir cualquier tipo de inconveniente que se pueda presentar en la parte automotriz con el fin de no tener pausas futuras en la operación.

Mantenimiento correctivo

Se realiza con el fin de corregir fallas previamente identificadas por descuido o mala utilización del equipo.

Consistirá en reparar y adecuar las partes más deterioradas de la flota de buses

Sistema de transmisión

Se compone de diferentes sistemas los cuales son los encargados de conducir desde el cigüeñal la potencia suficiente para que hacer girar las ruedas.

Sistema de frenos

Es el encargado de conseguir por medio de mecanismos la reducción gradual del desplazamiento.

Sistema eléctrico

Se encarga de realizar la alimentación eléctrica en toda la máquina.

Tornillo de potencia

Es un elemento mecánico, el cual transmite movimiento de forma lineal.

Sistema mecánico

Es un conjunto de elementos y/o componentes relacionados entre sí, los cuales tienen como finalidad poder transmitir, modificar, transformar una energía en movimiento.

INTRODUCCIÓN MANUAL DE MANTENIMIENTO

La necesidad de poder potencializar la actividad humana ha llevado que a través de la historia los grupos humanos desarrollen artefactos, maquinarias y entre otros elementos que se encuentran enmarcados en la cultura material de estos grupos, con el fin de poder potencializar la actividad humana y a su vez optimizar los procesos de producción.

Estas creaciones y desarrollos se establecen como piedras angulares en el desarrollo de las labores rutinarias. el desgaste paulatino y secuenciales consecuencias de los escenarios de uso continuo, ha obligado al desarrollo de alternativas instantáneas o planificas, de posibles soluciones que puedan sobrellevar estas dificultades. Es ahí donde podremos decir que surge la necesidad de poder trazar una nueva área de estudio que es el mantenimiento.

El cual se encuentra conformado por sus diferentes facetas (Correctivo, preventivo, predictivo…Etc.), que poco a poco se ha venido tecnificando gracias a la reconstrucción de experiencias y saberes experimentales y/o empíricos adquiridos de forma fortuita.

Este documento tiene su génesis en la necesidad de poder ofrecer soluciones eficaces y oportunas. en los escenarios de falla o declive donde el área del mantenimiento pueda constituir horizontes prácticos, los cuales se encuentran basados en la amplia experiencia de los integrantes de nuestros equipos de trabajo, respaldados por metodologías seguras que acatan los índices internacionales de seguridad y calidad.

Es por lo anterior que se hace necesario establecer una guía tipo manual donde permita establecer metodologías, organizadas y secuenciadas. para la detección y solución en múltiples escenarios pragmáticos el día a día.

MISIÓN

Brindar herramientas alta calidad en el área del mantenimiento, los cuales se encuentren respaldado bajo el criterio de excelentes profesionales los cuales se encuentra forjados por una sólida experiencia, y un sólido componente disciplinar.

VISIÓN

Establecer solidos lineamentos y metodologías en el área del mantenimiento, los cuales brinden una eficacia y oportuna respuesta.

ALCANCE

Este manual de mantenimiento contiene las acciones valorativas previas desarrolladas, las cuales tiene como objetivo el desarrollo metodológico en la gestión del mantenimiento de la máquina.

META

Identificar las variables que afectan la implementación de una oportuna y eficaz gestión del mantenimiento

OBJETIVO

Instruir de forma objetiva y ordenada, desarrollos conceptuales y/o procedimentales necesarios para la implementación de acciones de mantenimiento preventivo o correctivo.

Elemento	Falla	Controles preventivos	Controles detección
Tornillo potencia	Deformaciones	inspección visual, durante el recorrido de la tuerca	cronometraje de tiempos de desplazamiento
	Paso de rosca	verificación de paso mediante galgas	
Tuerca	Paso de rosca	verificación de paso mediante galgas	
Mordazas	Mala sujeción	verificación visual de sistema de apriete	implementación de patrones para evaluar marcas de apriete
	Deformaciones	verificación visual de posibles grietas o torceduras	verificación de uniformidad en la sección transversal y longitudinal
Polea	Desgaste	Evaluar su rodadura	
	Rotura	inspección visual por toda la superficie	
Correa	Aumento de la longitud	verificación del torque entregado	
Motor	Operación no optima	inspección y verificación de limpieza junto a terminales eléctricas	
Soldaduras	grietas o fisuras	inspección visual por toda la superficie	inspección por tintas penetrantes
Cojinetes	Desgaste	Evaluar su rodadura	
Vigas	Deformaciones	verificación de uniformidad en la sección transversal y longitudinal	
Columnas	Deformaciones	verificación de uniformidad en la sección transversal y longitudinal	
Sensores	Operación no optima	inspección y verificación de limpieza junto a terminales eléctricas	
		implementación de patrones para la medición de variables	

Tabla 1. En esta tabla se realizó la taxonomía de la máquina donde se proyectó cuáles son las fallas más recurrentes de cada componente y como esto demanda una serie de controles preventivos y correctivos con el fin de poder tener un manejo de estos fenómenos.

Nota: Tener en cuenta las recomendaciones de vida útil, que suelen dar los fabricantes de los elementos rodantes. Como por ejemplo rodamientos o poleas. Puesto que son estos parámetros algo define un óptimo comportamiento de los elementos en funcionamiento.

INTRODUCCIÓN MANUAL DE OPERACIÓN

Cualquier relación directa o indirecta que un algún usuario tenga con algún tipo de máquina y/o herramienta debe estar mediada por una serie de restricciones y acuerdos con el fin de poder evitar cualquier eventualidad de carácter fatal o que comprometa la vida útil de esta.

Todo esto es el resultado de una serie de normativas apiladas por diferentes órganos de carácter internacional que han evidenciado estadios de alta accidentalidad donde la necesidad de poder homogenizar en un solo lenguaje toda esta serie de lineamiento. se hace un requisito indispensable para poner en marcha un producto sobre el mercado.

Lo anterior se resume en que los manuales de operación se consolidad como en la carta magna donde se acentuara la relación entre: el usuario, el objeto y el fabricante. Cualquier violación a lo estipulado puede absolver a las partes restantes.

Señales: es un lenguaje gráfico y literal el cual busca dar a conocer un posible riesgo potencial identificado previamente. esto responde al armazón de una serie de mensajes codificados pertenecientes al sistema de gestión del riesgo.



Figura 1. Señalización de seguridad y salud en el trabajo Molina J. (s.f). medios: señalización de seguridad y salud prevención, protección y protocolos de emergencia. Recuperado de https://sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/medios-de-proteccion/medios-senalizacion-de-seguridad-y-salud

Transporte y almacenamiento

Para el transporte de la máquina de tensión se debe dar bajo los requerimientos de anclaje recomendados con el fin de que no se vaya a generar algún tipo desprendimiento o caída de esta o de alguno de sus elementos durante la acción de transporte. Todo esto debe estar consolidado bajo algún tipo de vehículo que cumpla con los requerimientos de almacenaje y transporte que acobijen la naturaleza de la máquina.

En el almacenamiento se recomienda tener un ambiente controlado bajo los estándares de laboratorio lo cual garantizara que haya una homogeneidad durante la toma y lectura de resultados producto de la aplicación de la prueba, al igual tener alejado de fluidos o elementos corrosivos que puedan afectar o atacar el cuerpo de la máquina.

Uso

La máquina naturalmente fue diseñada para hacer pruebas sobre fibras de materiales no metálicos, lo cual no excluye que no se puedan hacer pruebas de algunos materiales compuestos reforzados con matrices poliméricas. cabe aclarar que los parámetros de uso están limitados por las normativas particulares de cada ensayo, lo cual debe estar configurado previamente.

Recomendaciones

- No operar la maquina bajo ningún efecto de alicoramiento o sustancia psicoactiva

- Portar siempre los elementos de seguridad, como lo son las gafas, bata y/o overol

- Si la maquina no está en uso, desconectar ya que se puede presentar alguna falla en la red eléctrica que puede afectar los componentes.

- Mantenerse alejado si no se encuentra el personal.

- Si se requiere realizar algún cambio de componente, se debe tener en cuenta los parámetros de uso, para que estos ayuden a determinar óptimamente el componente.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 11-2 Dimensiones principales de cuerdas de tornillos del estándar métrico ISO

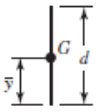
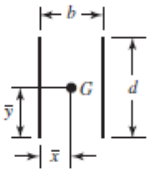
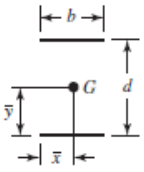
Datos calculados con las ecuaciones 11.1; véase la referencia 4 para mayor información

	Cuerdas gruesas			Cuerdas finas		
Diámetro mayor d (mm)	Paso p mm	Diámetro menor d_r (mm)	Área de esfuerzo por tensión A_t (mm^2)	Paso p mm	Diámetro menor d_r (mm)	Área de esfuerzo por tensión A_t (mm^2)
3.0	0.50	2.39	5.03			
3.5	0.60	2.76	6.78			
4.0	0.70	3.14	8.78			
5.0	0.80	4.02	14.18			
6.0	1.00	4.77	20.12			
7.0	1.00	5.77	28.86			
8.0	1.25	6.47	36.61	1.00	6.77	39.17
10.0	1.50	8.16	57.99	1.25	8.47	61.20
12.0	1.75	9.85	84.27	1.25	10.47	92.07
14.0	2.00	11.55	115.44	1.50	12.16	124.55
16.0	2.00	13.55	156.67	1.50	14.16	167.25
18.0	2.50	14.93	192.47	1.50	16.16	216.23
20.0	2.50	16.93	244.79	1.50	18.16	271.50
22.0	2.50	18.93	303.40	1.50	20.16	333.06
24.0	3.00	20.32	352.50	2.00	21.55	384.42
27.0	3.00	23.32	459.41	2.00	24.55	495.74
30.0	3.50	25.71	560.59	2.00	27.55	621.20
33.0	3.50	28.71	693.55	2.00	30.55	760.80
36.0	4.00	31.09	816.72	3.00	32.32	864.94
39.0	4.00	34.09	975.75	3.00	35.32	1028.39

ANEXO 2

Tabla 9-2

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete*

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$

ANEXO 3

Tabla 8. Diámetros mínimos de poleas						
Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C	D	E
60	V					
63	R					
67	V					
71	R	V				
75	V	V				
80	R	V				

ANEXO 4

Potencia Entrada kW	Potencia Entrada HP	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO		Factor de Seguridad (fz)	Momento Util (Nm)	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Carga Radial adm. (kg)	Carga Axial adm. (kg)	Peso aprox. (kg)	Medidas Página	Repuestos Página
		3,4	404,56	C1FR	0,33	0,95	656	1370	1100	440	44	pag 58	pag 74-76
		3,9	349,32	C1FR	0,33	1,10	566	1370	1100	440	44	pag 58	pag 74-76
		4,9	281,73	C1FR	0,33	1,35	457	1370	1100	440	44	pag 58	pag 74-76
		5,9	232,58	C1FR	0,33	1,65	377	1370	1030	412	44	pag 58	pag 74-76
		7,0	195,23	C1FR	0,33	1,95	317	1370	1030	412	44	pag 58	pag 74-76
		8,3	165,87	C1FR	0,33	2,30	269	1370	1030	412	44	pag 58	pag 74-76
		9,6	142,20	C1FR	0,33	2,70	231	1370	1030	412	44	pag 58	pag 74-76
		6,5	136,93	C1T3	0,33 /6	1,95	345	895	1030	412	43	pag 57	pag 76
		7,2	124,78	C1T3	0,33 /6	2,15	315	895	1030	412	43	pag 57	pag 76
		7,8	114,23	C1T3	0,33 /6	2,40	288	895	1030	412	43	pag 57	pag 76
		9,2	97,43	C1T3	0,33 /6	2,75	246	895	1030	412	43	pag 57	pag 76
		10,0	89,20	C1T3	0,33 /6	3,05	225	895	1030	412	43	pag 57	pag 76
0,24 kW	0,33 HP	10,0	136,93	C1T3	0,33	2,95	226	1370	1030	412	37	pag 57	pag 76
		11,0	124,78	C1T3	0,33	3,25	206	1370	1030	412	37	pag 57	pag 76
		12,0	114,23	C1T3	0,33	3,60	188	1370	1030	412	37	pag 57	pag 76
		5,3	258,69	C0FR	0,33	1,00	420	1370	815	326	34	pag 58	pag 74-76
		6,1	224,77	C0FR	0,33	1,15	364	1370	815	326	34	pag 58	pag 74-76
		7,2	190,98	C0FR	0,33	1,35	310	1370	815	326	34	pag 58	pag 74-76
		8,4	163,72	C0FR	0,33	1,55	265	1370	815	326	34	pag 58	pag 74-76
		6,2	143,20	C0T3	0,33 /6	1,10	361	895	815	326	33	pag 57	pag 76
		6,7	132,69	C0T3	0,33 /6	1,20	335	895	815	326	33	pag 57	pag 76
		8,0	111,99	C0T3	0,33 /6	1,40	282	895	815	326	33	pag 57	pag 76
		8,6	103,77	C0T3	0,33 /6	1,55	262	895	815	326	33	pag 57	pag 76
		9,9	90,03	C0T3	0,33 /6	1,75	229	895	815	326	33	pag 57	pag 76

ANEXO 5

Potencia Entrada kW	Potencia Entrada HP	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO		Factor de Seguridad (fz)	Momento Util (Nm)	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Carga Radial adm. (kg)	Carga Axial adm. (kg)	Peso aprox. (kg)	Medidas Página	Repuestos Página
		8,4	163,72	C0FR	0,50	1,00	402	1370	815	326	35	pag 58	pag 74-76
		8,1	111,99	C0T3	0,50 /6	0,95	423	905	815	326	33	pag 57	pag 76
		8,7	103,77	C0T3	0,50 /6	1,05	392	905	815	326	33	pag 57	pag 76
		10,0	90,63	C0T3	0,50 /6	1,15	342	905	815	326	33	pag 57	pag 76
		9,6	143,20	C0T3	0,50	1,10	357	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		10,3	132,69	C0T3	0,50	1,20	331	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		12,2	111,99	C0T3	0,50	1,40	280	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		13,2	103,77	C0T3	0,50	1,55	259	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		15,1	90,63	C0T3	0,50	1,75	226	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		16,3	83,98	C0T3	0,50	1,90	210	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		18,2	75,10	C0T3	0,50	2,10	187	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		20,0	69,59	C0T3	0,50	2,30	174	1370	815	326	28	pag 57	pag 76
		22,0	63,30	C0T3	0,50	2,50	158	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		23,0	58,65	C0T3	0,50	2,75	146	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		25,0	54,02	C0T3	0,50	2,90	135	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		27,0	50,06	C0T3	0,50	3,20	125	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		29,0	46,54	C0T3	0,50	3,40	116	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		32,0	43,13	C0T3	0,50	3,70	108	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		34,0	40,38	C0T3	0,50	3,90	101	1370	775	310	28	pag 57	pag 76
		15,8	86,61	C00T3	0,50	0,95	216	1370	520	208	19	pag 57	pag 76
		18,2	75,24	C00T3	0,50	1,05	188	1370	520	208	19	pag 57	pag 76
		20,0	69,41	C00T3	0,50	1,15	173	1370	520	208	19	pag 57	pag 76
		22,0	61,68	C00T3	0,50	1,30	154	1370	380	152	19	pag 57	pag 76
		24,0	56,90	C00T3	0,50	1,40	142	1370	380	152	19	pag 57	pag 76
		27,0	51,37	C00T3	0,50	1,55	128	1370	380	152	19	pag 57	pag 76
		29,0	47,39	C00T3	0,50	1,70	118	1370	380	152	19	pag 57	pag 76

0,37 kW 0,50 HP

ANEXO 6

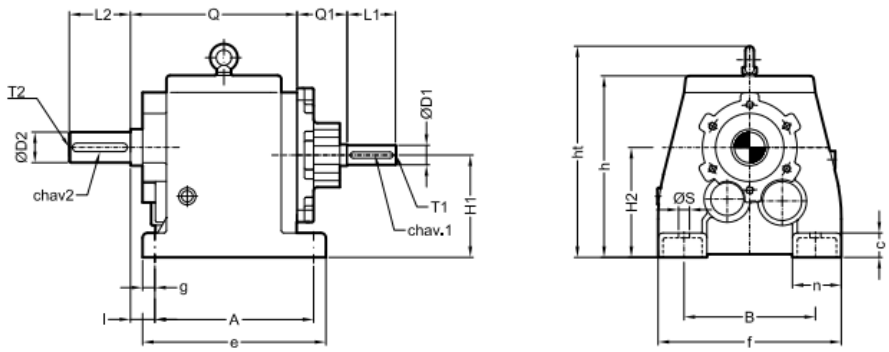
TABLA DE SELECCIÓN PARA RELACIONES NOMINALES ENTRE 90/1 y 225/1

SELECTION TABLE FOR NOMINAL RATIO BETWEEN 90/1 and 225/1

Relación Nominal / *Nominal Ratio*	Velocidad de entrada / *Input R.P.M.*	RC00T3		RC0T3		RC1T3		RC2T3		RC3T3		RC4T3		RC45T3		RC5T3		RC6T3	
		i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)
90	1500		0,35		0,70		1,12		1,76		2,81		5,36		8,31		14,34		23,46
	1000		0,23		0,47		0,75		1,18		1,87		3,57		5,54		9,56		15,64
	750	86,6	0,17	84,0	0,35	89,2	0,56	84,9	0,88	80,9	1,40	84,8	2,68	92,7	4,15	86,7	7,17	91,8	11,73
	500		0,12		0,23	(*)	0,37	(*)	0,59	(*)	0,94		1,79		2,77	(*)	4,78		7,82
	300		0,07		0,14		0,22		0,35		0,56		1,07		1,66		2,87		4,69
95	1500		0,31		0,64		---		---		2,49		---		---		12,94		---
	1000		0,21		0,43		---		---		1,66		---		---		8,63		---
	750	93,9	0,15	90,6	0,32	---	---	---	---	92,0	1,24	---	---	---	---	95,9	6,47	---	---
	500		0,10		0,21		---		---	(*)	0,83		---		---		4,31		---
	300		0,06		0,13		---		---		0,50		---		---		2,59		---
100	1500		---		0,57		1,01		1,49		2,26		4,54		7,28		11,84		21,40
	1000		---		0,38		0,67		1,00		1,50		3,02		4,85		7,89		14,26
	750	---	---	103,8	0,28	97,4	0,50	100,4	0,75	100,4	1,13	100,1	2,27	106,1	3,64	104,3	5,92	101,0	10,70
	500		---		0,19	(*)	0,34	(*)	0,50	(*)	0,75		1,51		2,43	(*)	3,95		7,13
	300		---		0,11		0,20		0,30		0,45		0,91		1,46		2,37		4,28
	1500		0,26		0,51		0,88		1,44		1,94		3,77		6,84		10,74		18,38

TABLA DE MEDIDAS - SERIE " RC "

OVERALL DIMENSIONS - TYPE " RC "



Modelo *Model*		D1ø	L1	chav 1 *keway 1*	T1	D2ø	L2	chav 2 *keway 2*	T2	H1	H2	N	A	B	Sø	Q	Q1
RC00T	mm	14	30	5 x 5	M5	25	50	8 x 7	M10	84.2	90	5.8	130	110	9	171	70
	inch	*0.625*	*1 3/16*	*3/16 x 3/32*	*UNC 3/16"*	*1.000*	*2*	*1/4 x 1/8*	*UNC 3/8"*	*3.315*	*3.543*	*0.228*	*5 1/8*	*4 11/32*	*3/8"*	*6 23/32*	*2 3/4*
RC0T	mm	14	30	5 x 5	M5	30	60	8 x 7	M10	101	115	14.0	165	135	14	206	70
	inch	*0.625*	*1 3/16*	*3/16 x 3/32*	*UNC 3/16"*	*1.188*	*2 3/8*	*1/4 x 1/8*	*UNC 3/8"*	*3.976*	*4.528*	*0.228*	*6 1/2*	*5 5/16*	*9/16"*	*8 1/8*	*2 3/4*
RC1T	mm	24	50	8 x 7	M8	35	70	10 x 8	M12	120.9	130	9.1	195	150	14	210.5	61
	inch	*0.875*	*2*	*3/16 x 3/32*	*UNC 5/16"*	*1.375*	*2 3/4*	*5/16 x 5/32*	*UNC 1/2"*	*4.760*	*5.118*	*0.358*	*7 11/16*	*5 29/32*	*9/16"*	*8 9/32*	*2 13/32*

Modelo *Model*		l	B1ø	R1ø	S1ø	a1ø	c	c1	e	f	g	h	ht	n	Peso kg *Weight lb*	aceite lts *oil fl.oz*
RC00T	mm	25	110	130	9	160	20	10	155	150	11.5	155	165	40	15	0.65
	inch	*1*	*4.331*	*5 1/8*	*3/8*	*6 5/16*	*13/16*	*3/8*	*6 1/8*	*5 7/8*	*7/16*	*6 1/8*	*6 1/2*	*1 5/8*	*33*	*22*
RC0T	mm	30	130	165	11	200	25	12	195	195	15	190	200	57.5	24	0.80
	inch	*1 3/16*	*5.118*	*6 1/2*	*7/16*	*7 7/8*	*1*	*1/2*	*7 3/4*	*7 3/4*	*5/8*	*7 1/2*	*7 7/8*	*2 1/4*	*53*	*28*
RC1T	mm	30	180	215	14	250	30	12	230	215	18.5	218	270	62.5	32	1.10
	inch	*1 3/16*	*7.087*	*8 15/32*	*9/16*	*9 7/8*	*1 3/16*	*1/2*	*9 1/8*	*8 1/2*	*3/4*	*8 5/8*	*10 5/8*	*2 1/2*	*70*	*38*

ANEXO 7

VISHAY

Model 60001

Vishay Sensortronics

S-Beam Load Cell



OIML NTEP Factory Mutual System Approved

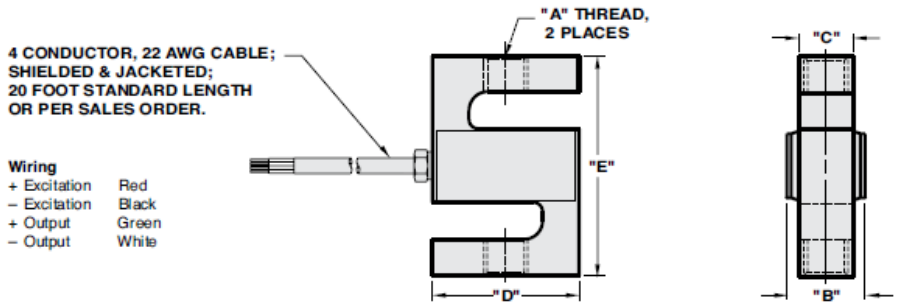
FEATURES

- Rated capacities of 25 to 20,000 pounds
  50 kilograms to 10 metric tons
- Designed for single or multiple load cell applications
- Constructed of high quality alloy tool steel
- Nickel plated for outstanding corrosion resistance
- *Sensorgage*™ sealed to IP67 standards
- Trade certified for NTEP Class III: 5000d, IIIL: 10000d and OIML R-60 3000d available
- Factory Mutual System Approved for Classes I, II, III; Divisions 1 and 2; Groups A through G.
  Also, non-incendive ratings (No barriers!).

OPTIONAL FEATURE

- Stainless steel version is Model 60050

OUTLINE DIMENSIONS in inches [millimeters]



CAPACITY	A	B	C	D	E	DEFLECTION	WEIGHT
25–200	1/4-28 UNF-2B	0.65	0.50	2.00	2.50	0.015–0.010	4.0
250–300	3/8-24 UNF-2B	0.75	0.50	2.00	3.00	0.010	4.0
500–2k	1/2-20 UNF-2B	1.00	0.75	2.00	3.00	0.010–0.012	6.5
2.5k–4k	1/2-20 UNF-2B	1.25	1.00	2.00	3.00	0.012	6.5
5k	3/4-16 UNF-2B	1.25	1.00	3.00	4.25	0.017	6.5
10k	3/4-16 UNF-2B	1.25	1.00	3.50	4.75	0.025	6.5
15k	1-14 UNF-2B	1.50	1.25	4.00	5.50	0.025	9.0
20k	1-1/4-12 UNF-2-B	2.25	2.00	5.00	7.00	0.025	9.0
[50–100 kg]	M8.0 x 1.25-6H	[16.5]	[12.7]	[50.8]	[63.5]	[0.03–0.004]	[0.8]
[250 kg–1T]	M12 x 1.75-6H	[25.4]	[19.1]	[50.8]	[76.0]	[0.004]	[1.8]
[2.5T]	M20 x 1.5-6H	[31.8]	[25.4]	[76.2]	[108.0]	[0.008]	[2.9]
[5T]	M20 x 1.5-6H	[31.8]	[25.4]	[88.9	[120.7]	[0.011]	[2.9]
[10T]	M30 x 2.0-6H	[57.2]	[50.8]	[127.0]	[177.8]	[0.011]	[4.0]

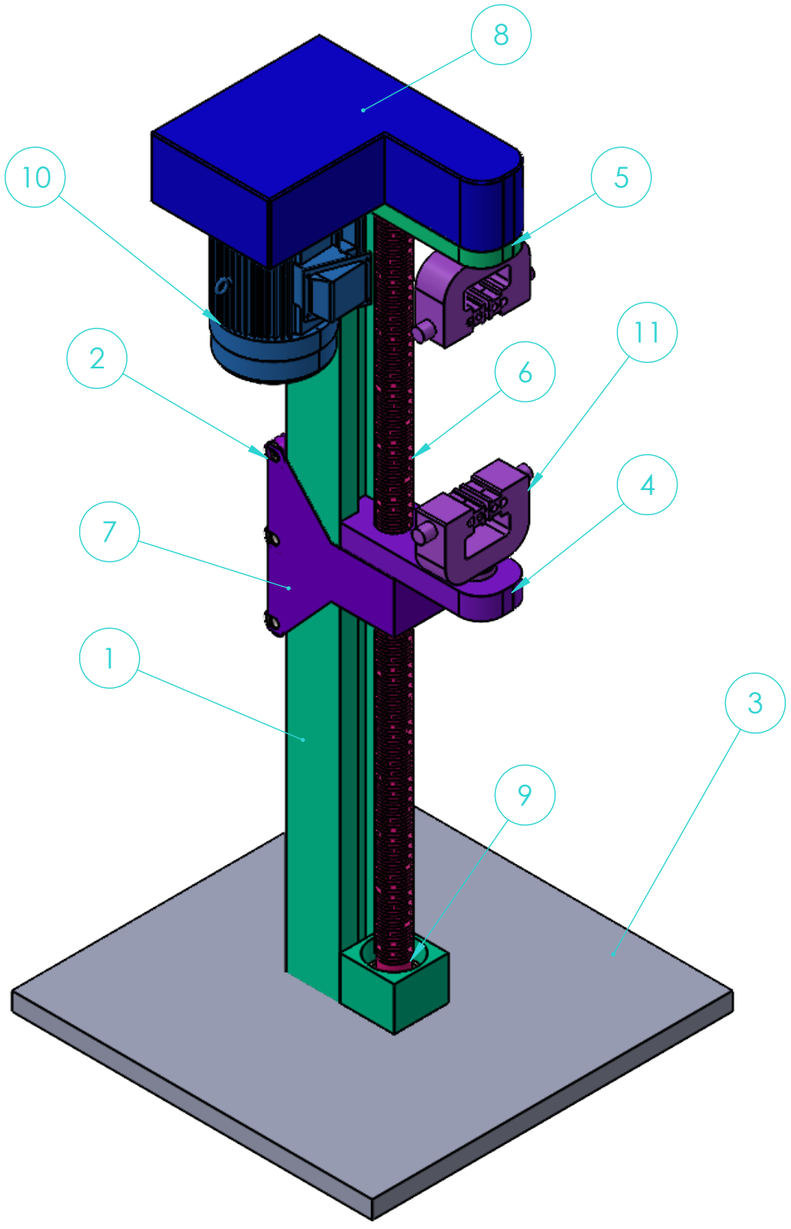
Capacities are in pounds [kg/T]. Deflection is ±10%. Certified drawings are available.

ANEXO 8

VIDEO ENSAMBLE

Nota: Para visualizar el video del ensamble final dar click donde dice ENSAMBLE, una vez realizado esto los enviara la YouTube.





Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodillos	3
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1
6	Tornillo	1
7	Camisa	1
8	Tapa superior	1
9	Rodamiento 63007-2R51	2
10	Motor	1
11	Mordaza	2
12	Polea 60	2
13	Polea 67	2
14	Correa de transmicion	1
15	Rodamiento	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

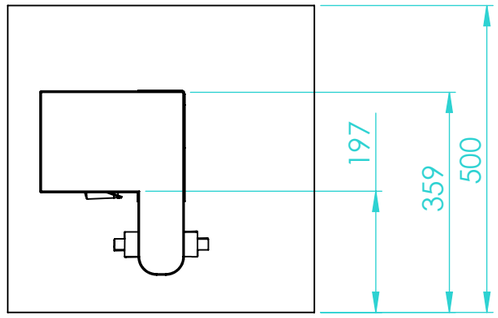
MATERIAL

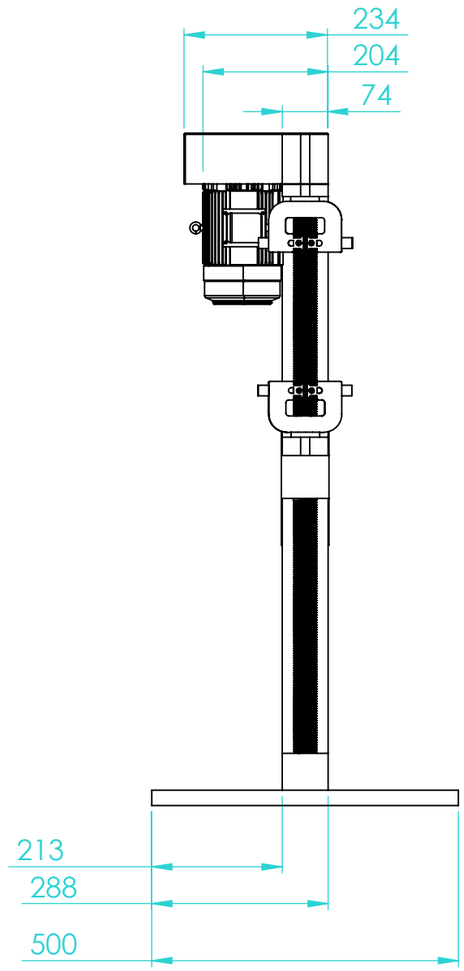
MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

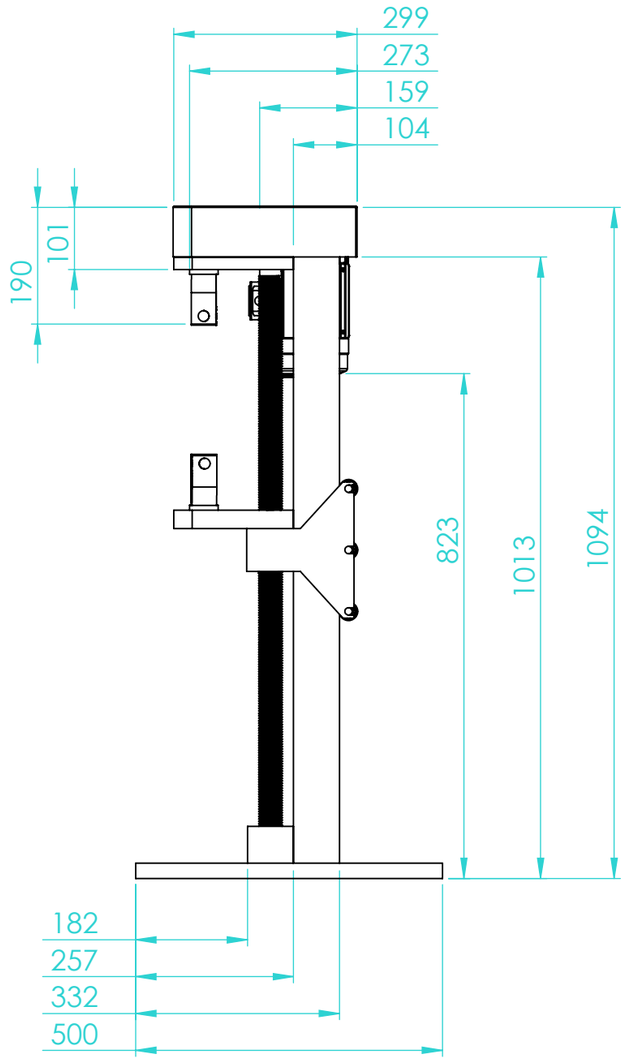
FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:6
PLANO	PLANO 1

Lista de materiales

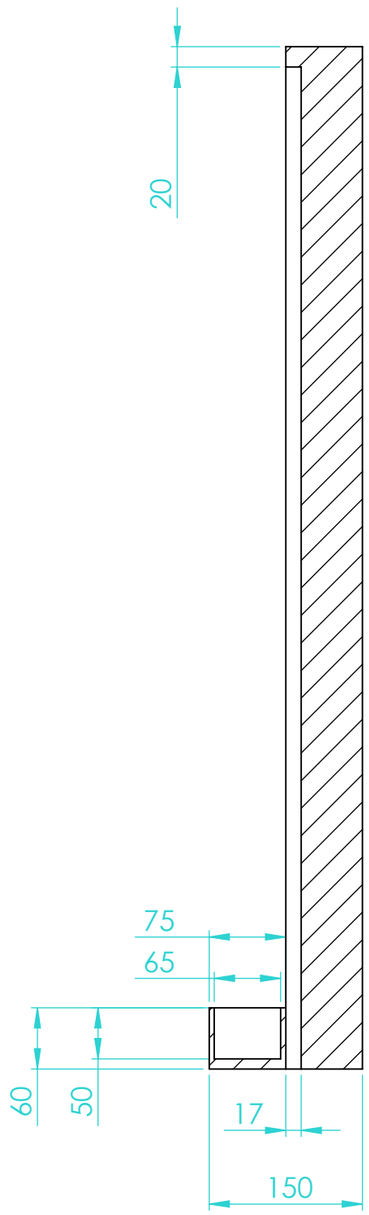
FORMATO
A3



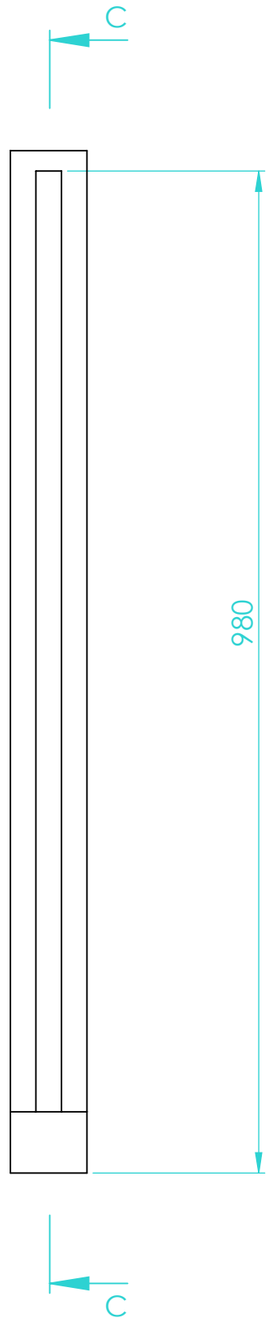


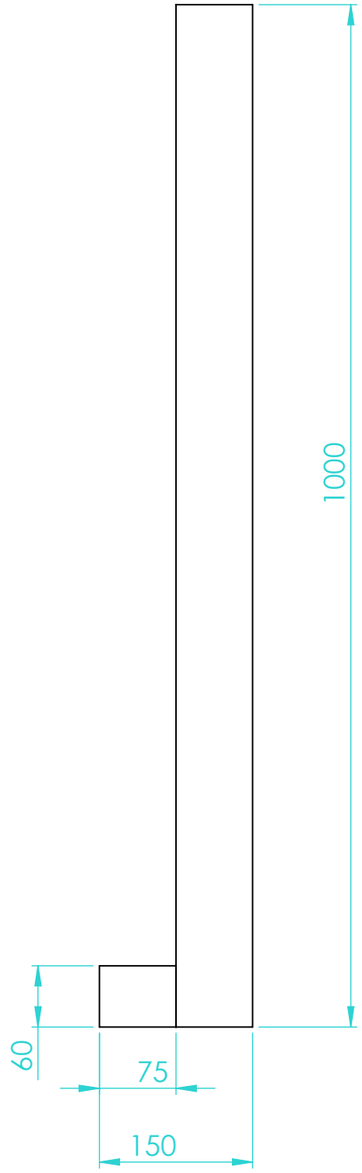


UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA	MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS		FORMATO A3
KEVIN DUARTE WILSON MUÑOZ	FECHA	05/09/2021	
	ESCALA	1:10	
	PLANO	PLANO : 1	
MATERIAL	ESQUEMA GENERAL		



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 6





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

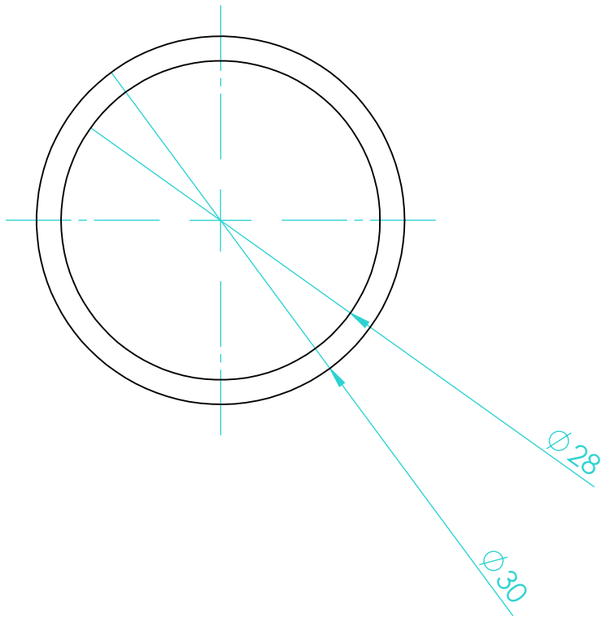
MATERIAL ASTM A500

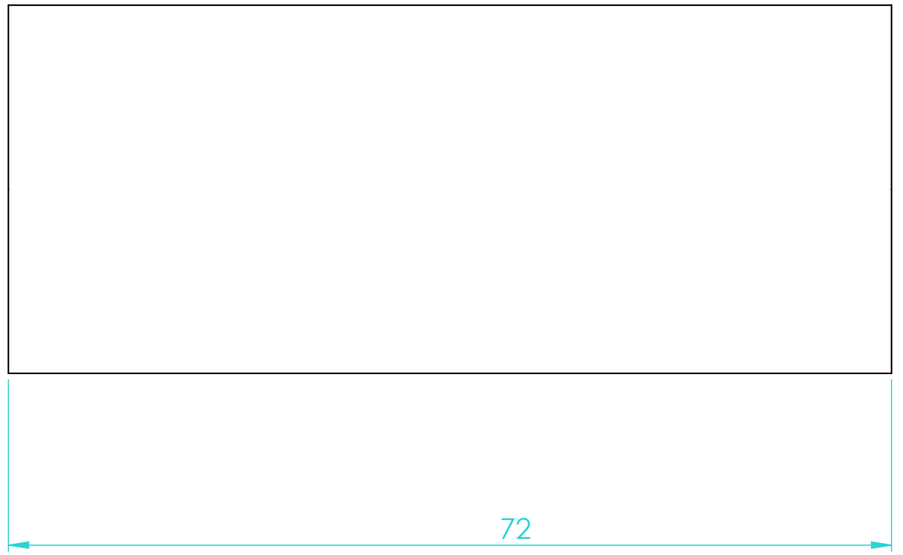
MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:6
PLANO	PLANO #1 DE 8

COLUMNA

FORMATO
A3





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

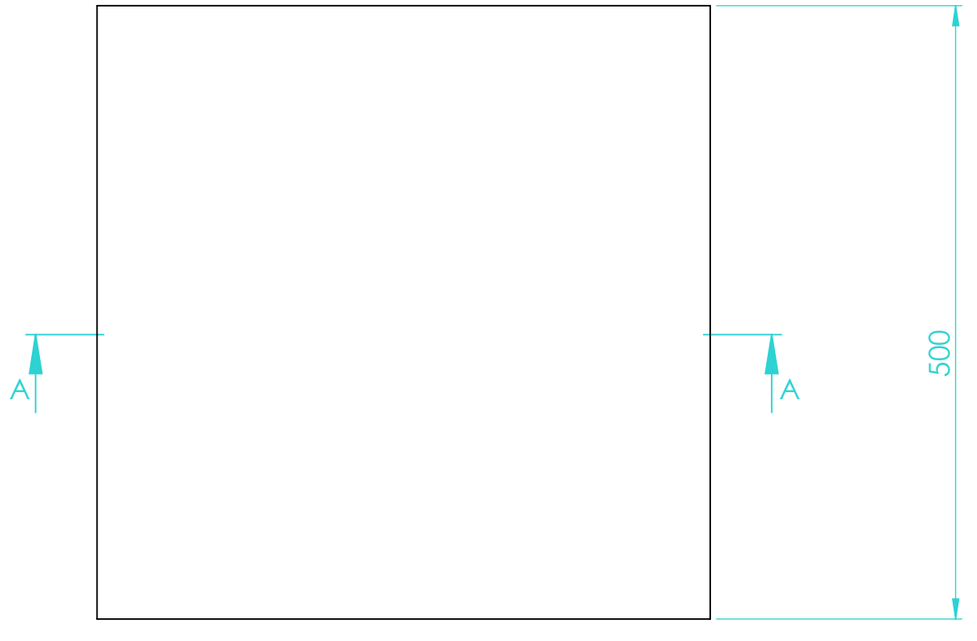
MATERIAL ASTM 1045

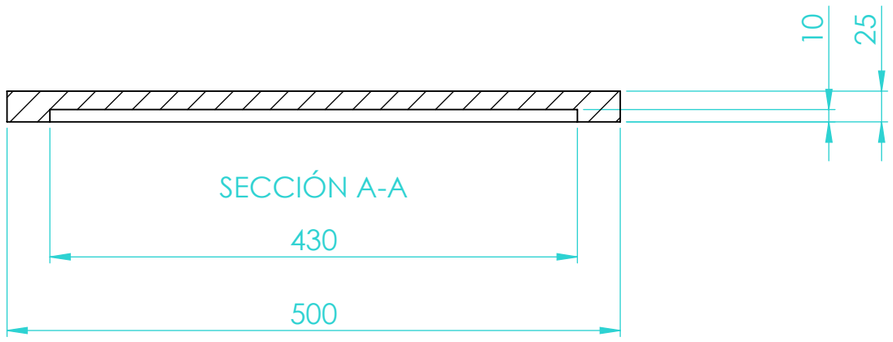
MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	2:1
PLANO	PLANO #2 DE 8

RODILLO

FORMATO
A3





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

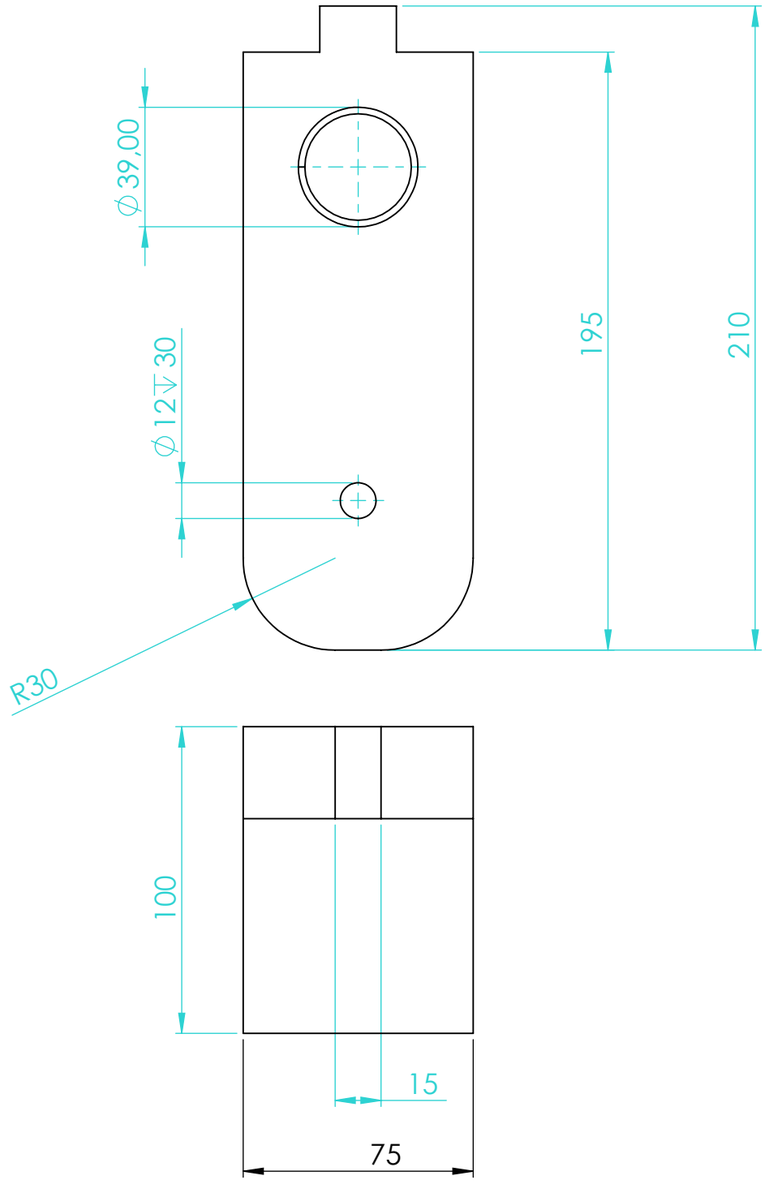
MATERIAL ASTM A500

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

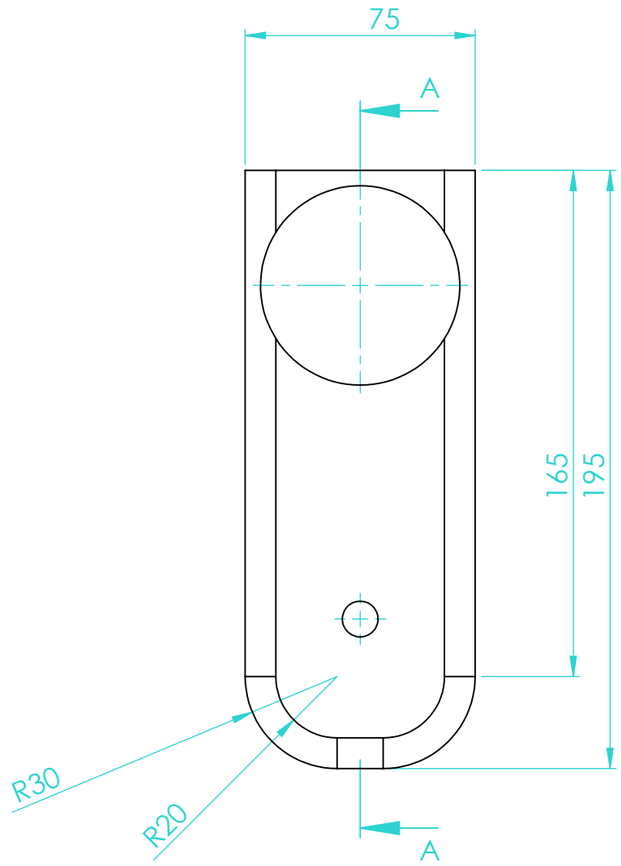
FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:5
PLANO	PLANO #3 DE 8

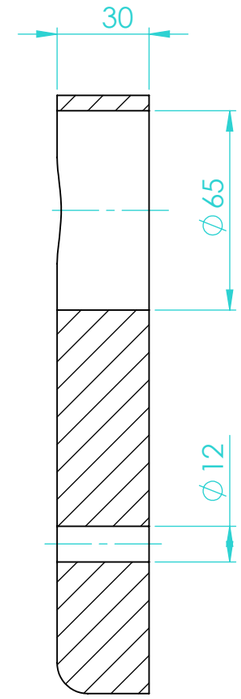
BASE SOPORTE

FORMATO A3

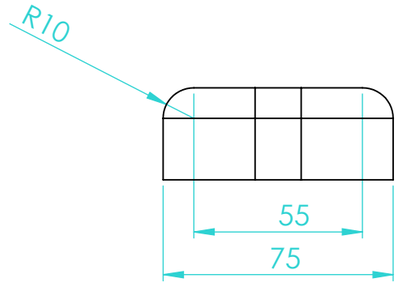


UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA KEVIN DUARTE WILSON MUÑOZ	MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS		FORMATO A3
	FECHA	05/09/2021	
	ESCALA	1:2	
	PLANO	PLANO #4 DE 8	
MATERIAL ASTM A500	CUERPO DE TUERCA		

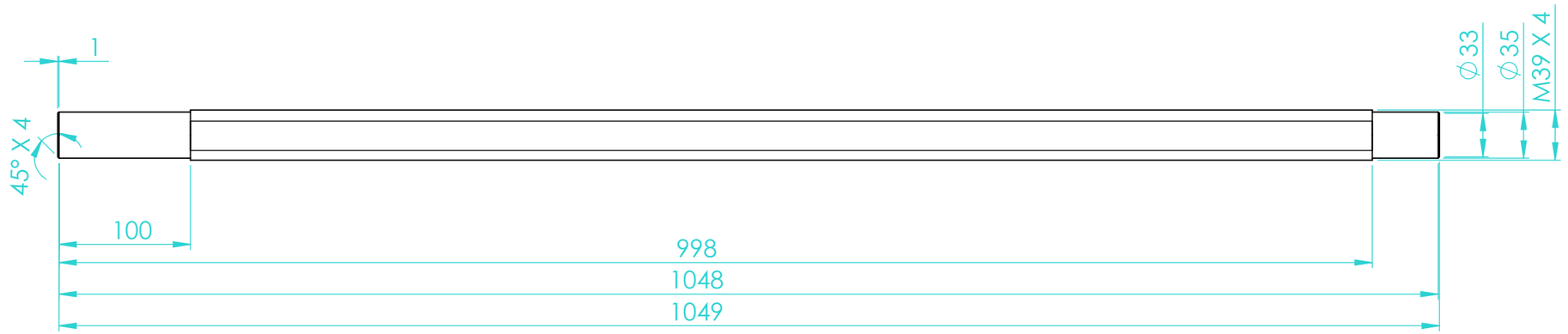




SECCIÓN A-A



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA KEVIN DUARTE WILSON MUÑOZ	MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS		FORMATO A3
	FECHA	05/09/2021	
	ESCALA	1:2	
	PLANO	PLANO #5 DE 8	
MATERIAL ASTM A500	VIGA SUPERIOR		



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

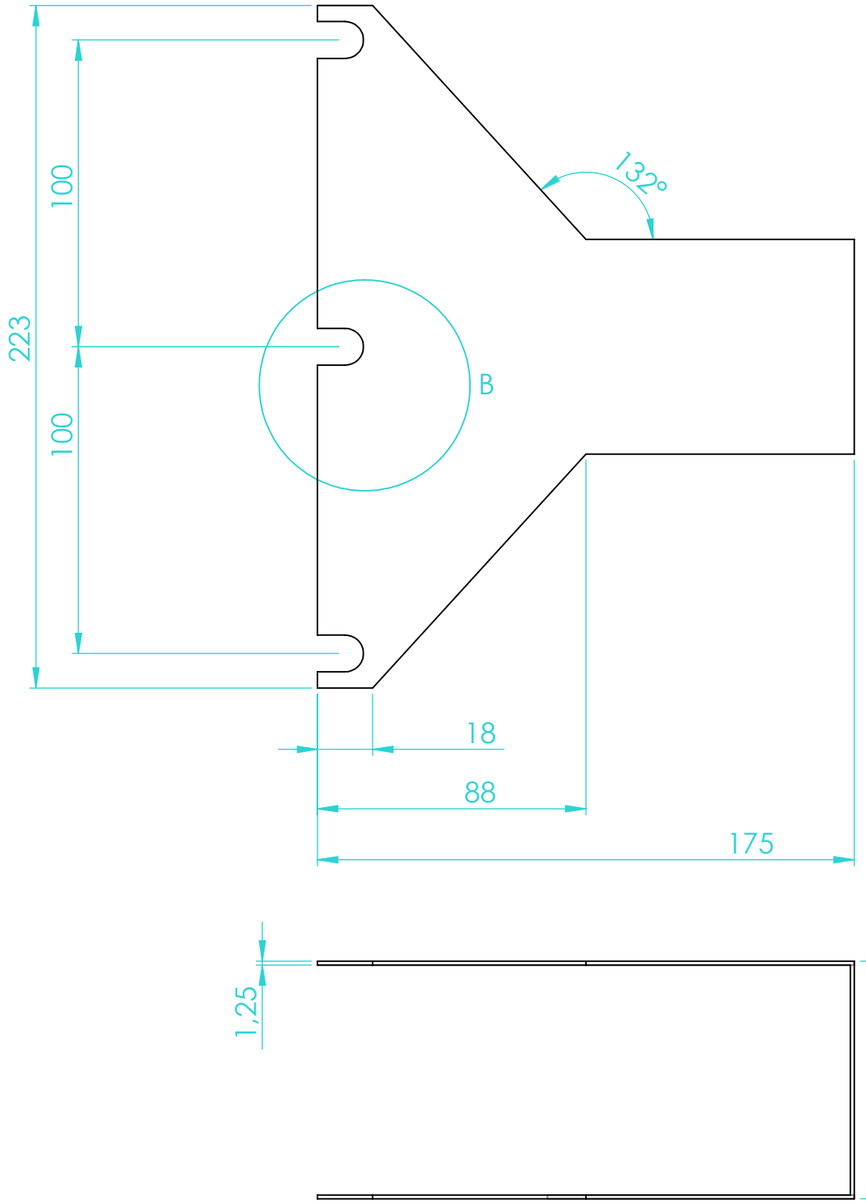
MATERIAL ASTM A500

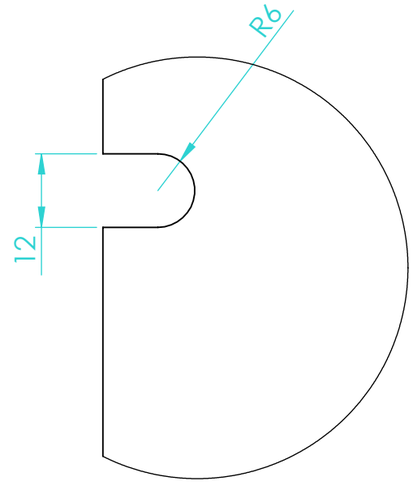
MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:4
PLANO	PLANO #6 DE 8

TORNILLO DE POTENCIA

FORMATO
A3



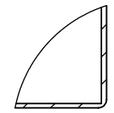


DETALLE B
ESCALA 1 : 1

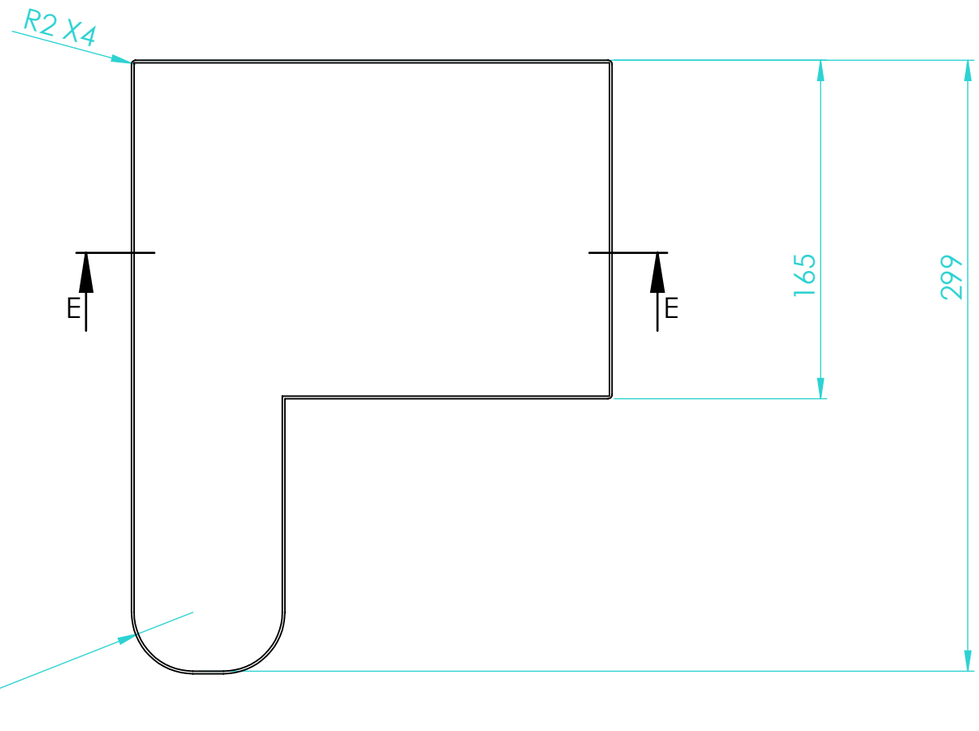
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA KEVIN DUARTE WILSON MUÑOZ	MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS	FORMATO A3
	FECHA: 05/09/2021	
	ESCALA: 1:2	
	PLANO: PLANO #7 DE 8	
MATERIAL HR 1.25	CAMISA DE CUERPO TUERCA	

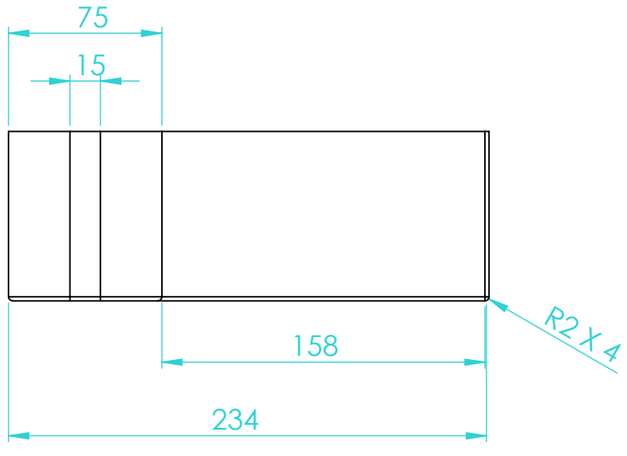


SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 3

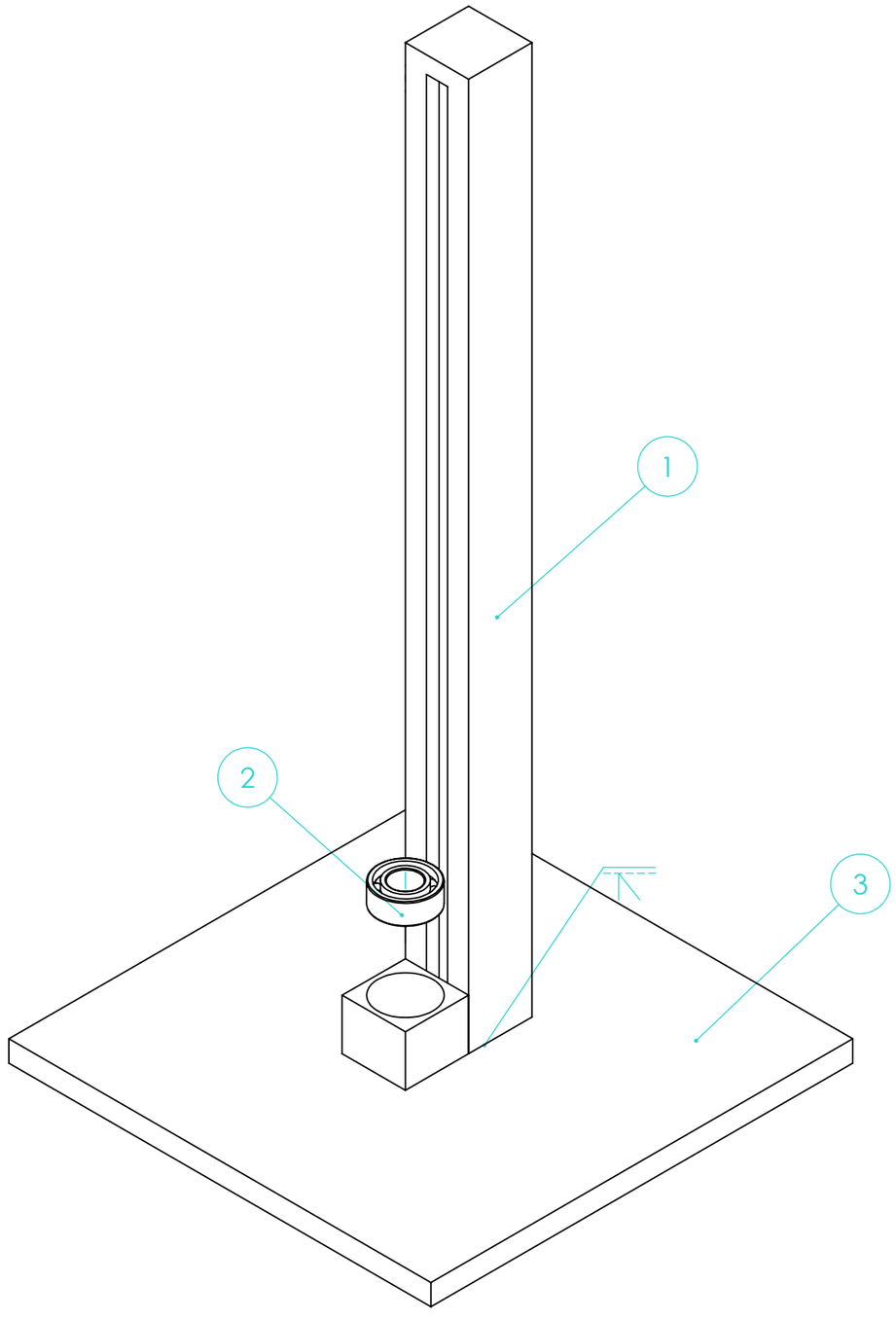


DETALLE G
ESCALA 2 : 3





UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD TECNOLÓGICA KEVIN DUARTE WILSON MUÑOZ	MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS		FORMATO A3
	FECHA	05/09/2021	
	ESCALA	1:3	
	PLANO	PLANO #8 DE 8	
MATERIAL LAMINA GALVANIZADA 1.25	TAPA COFRE MOTOR		



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	1
3	Base	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

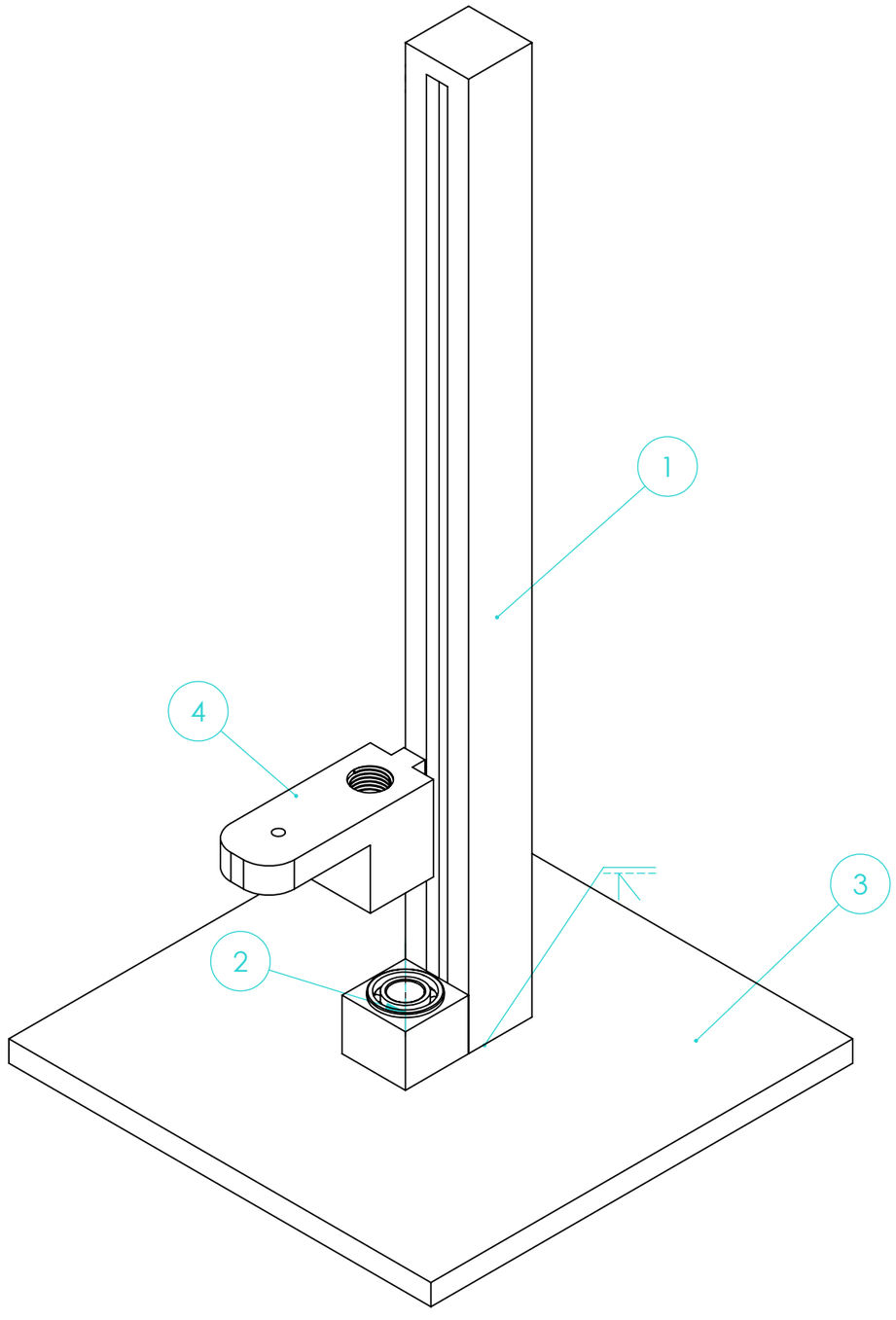
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FORMATO
A3

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:5
PLANO	Plano 1

columna anclada - base



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	1
3	Base	1
4	Tuerca	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

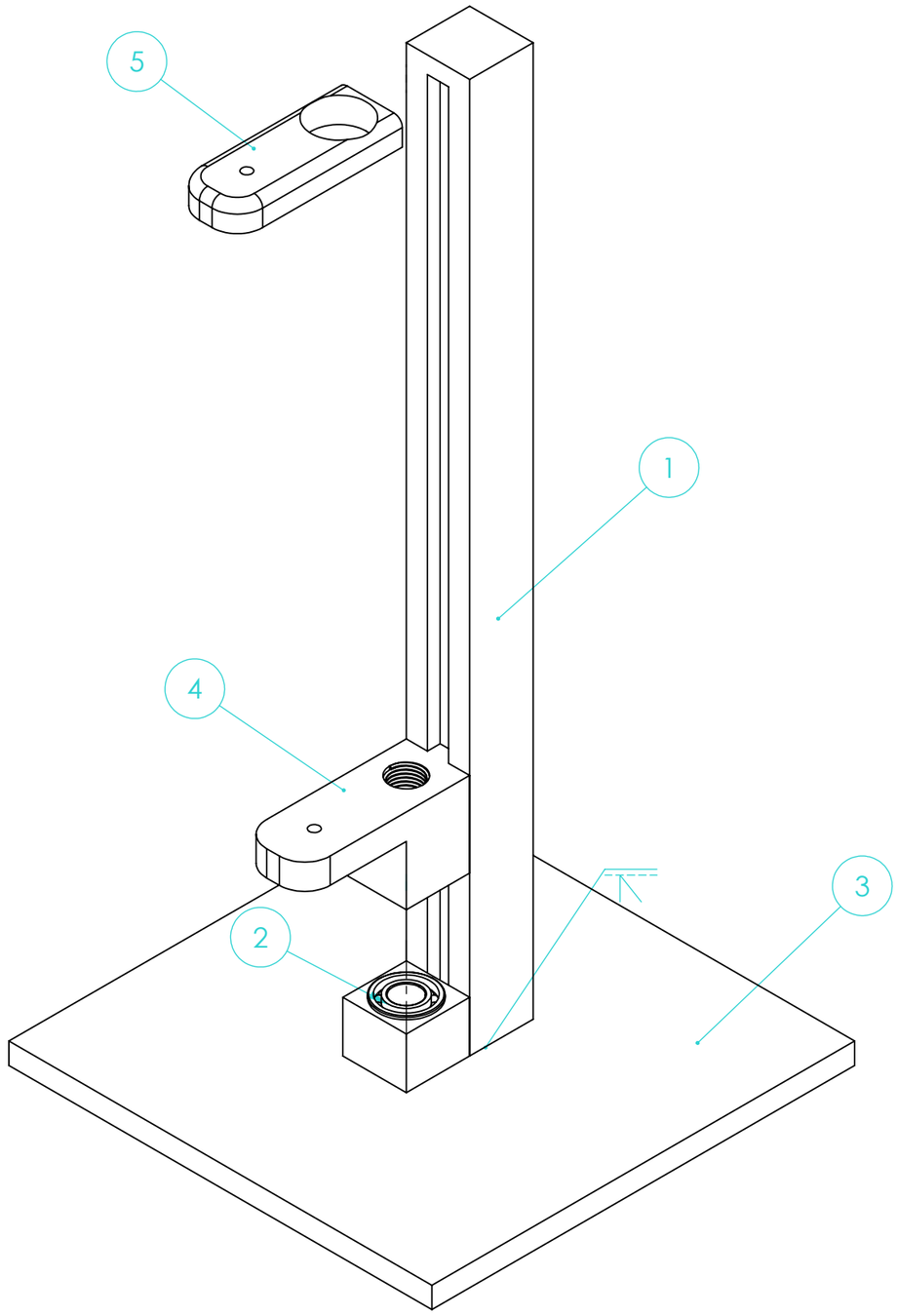
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:5
PLANO	Plano 2

Tuerca anclada - columna

FORMATO
A3



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	1
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

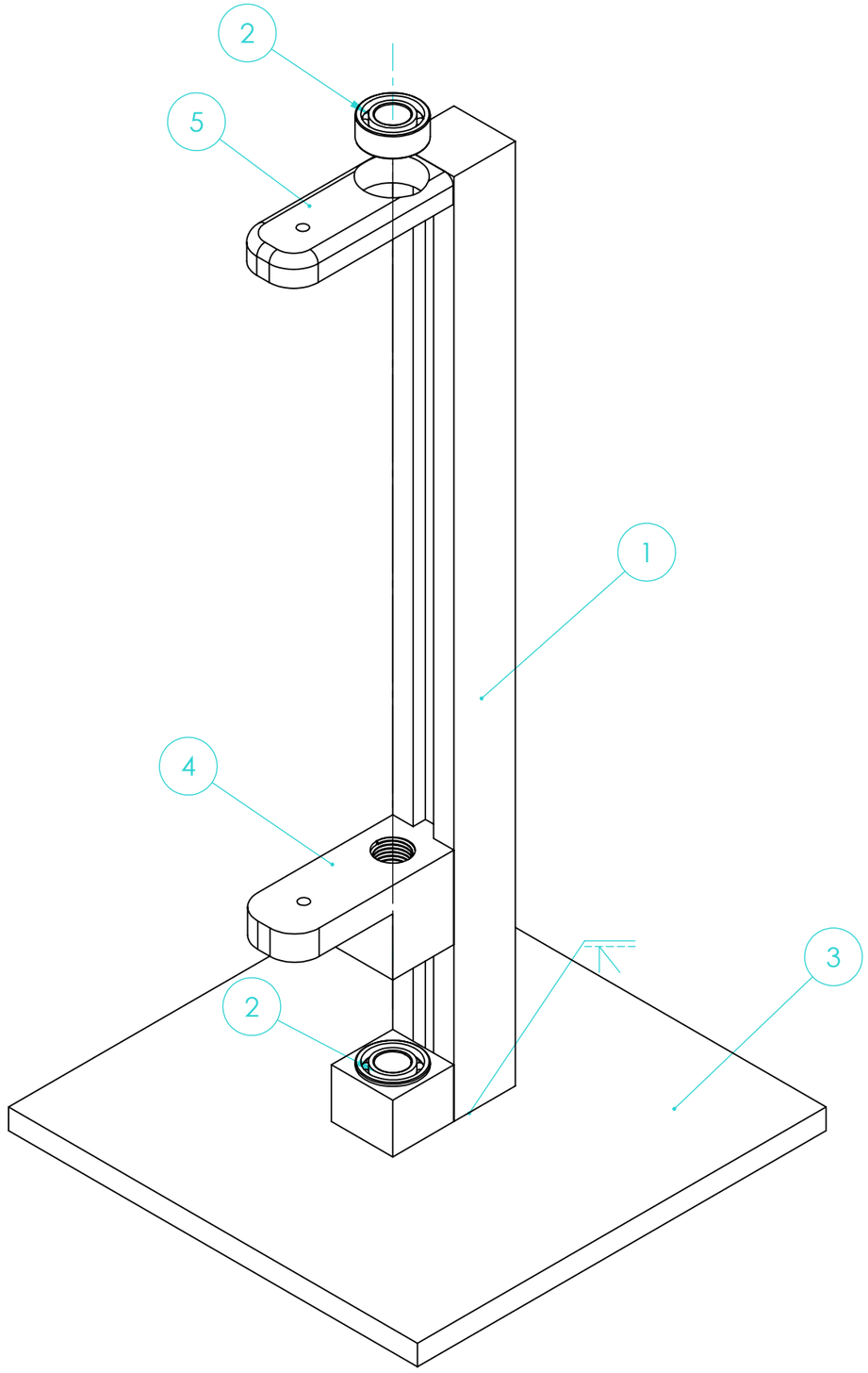
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:5
PLANO	Plano 3

Viga anclada - columna

FORMATO
A3



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	2
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

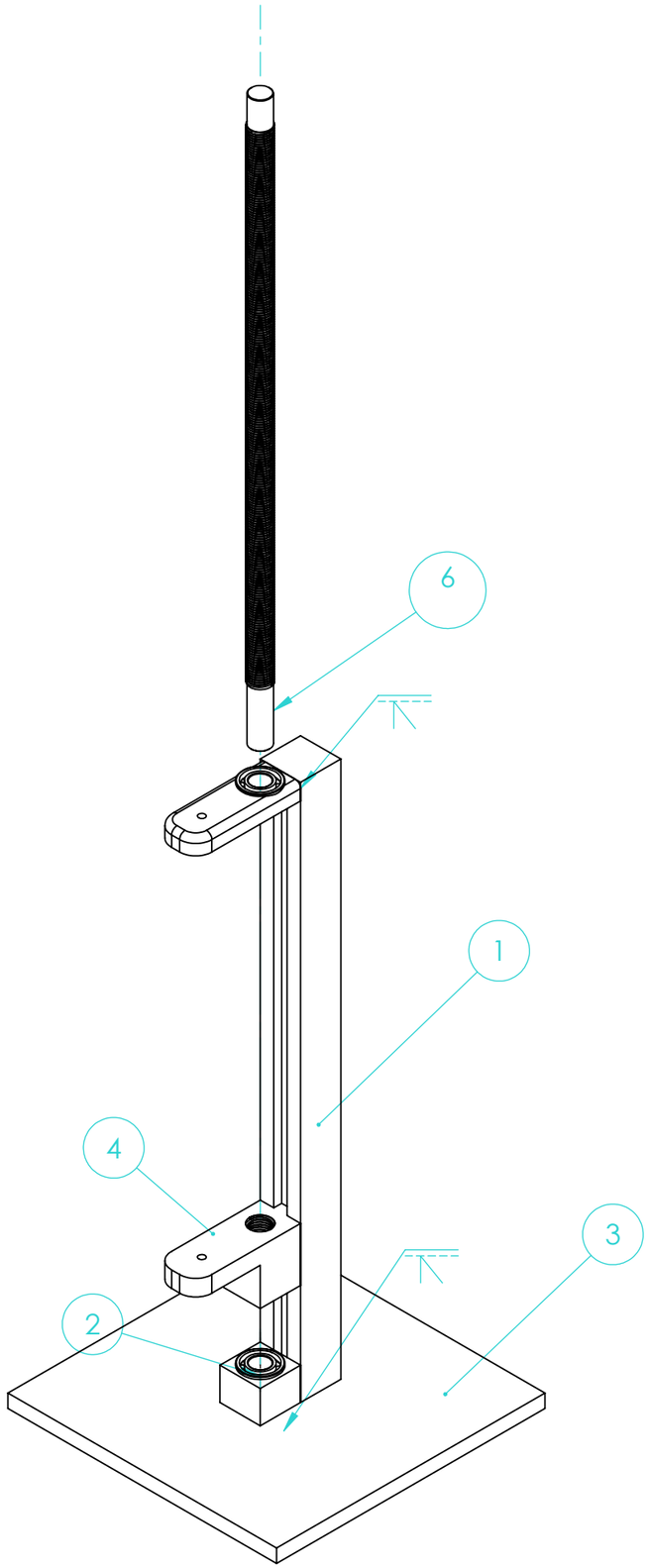
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:5
PLANO	Plano 4

Viga anclada - columna

FORMATO
A3



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	2
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1
6	Tornillo	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

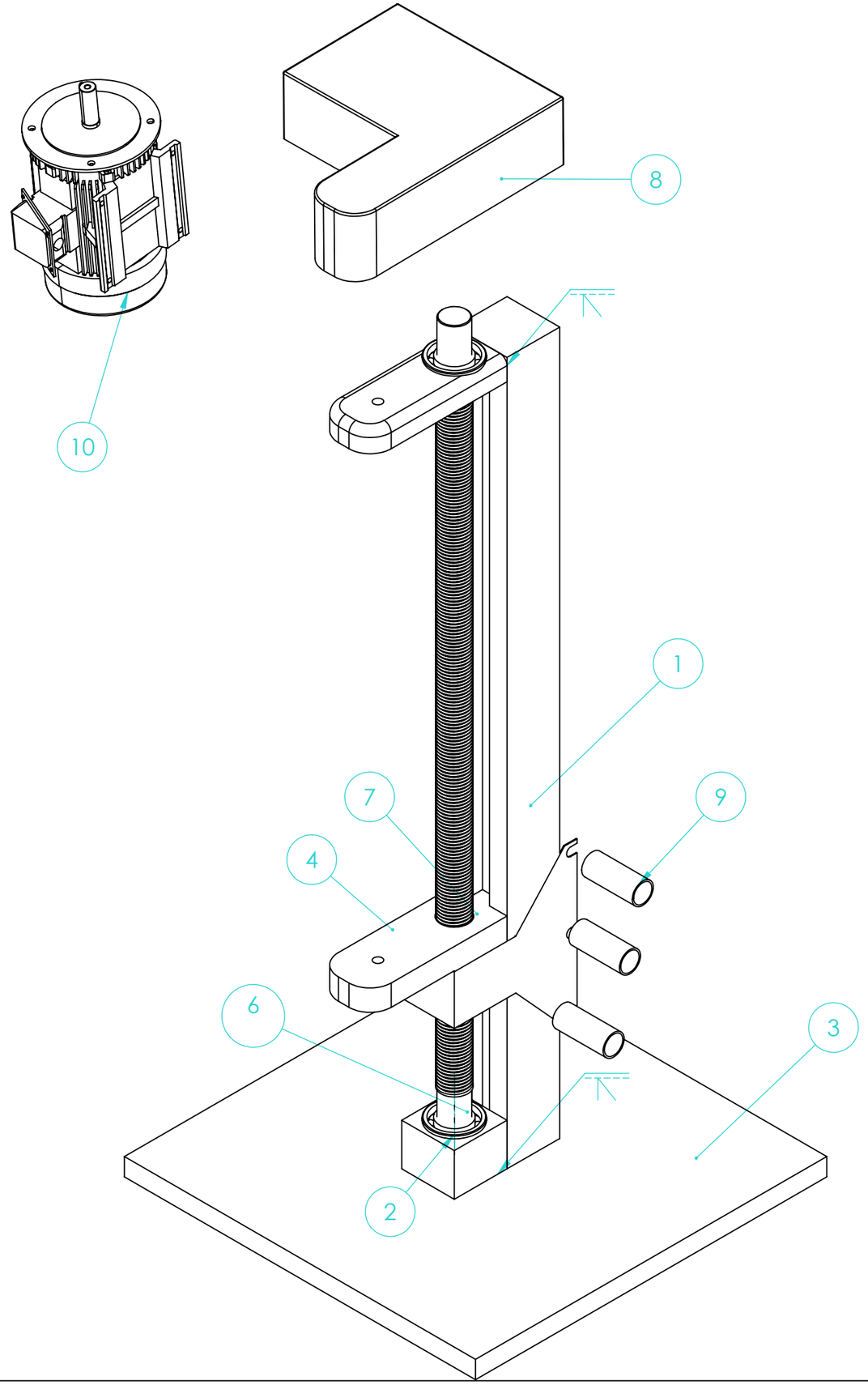
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:8
PLANO	Plano 5

Tornillo centrado

FORMATO
A3



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	2
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1
6	Tornillo	1
7	Camisa	1
8	Tapa superior	1
9	Rodillos	3
10	Motor	1

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

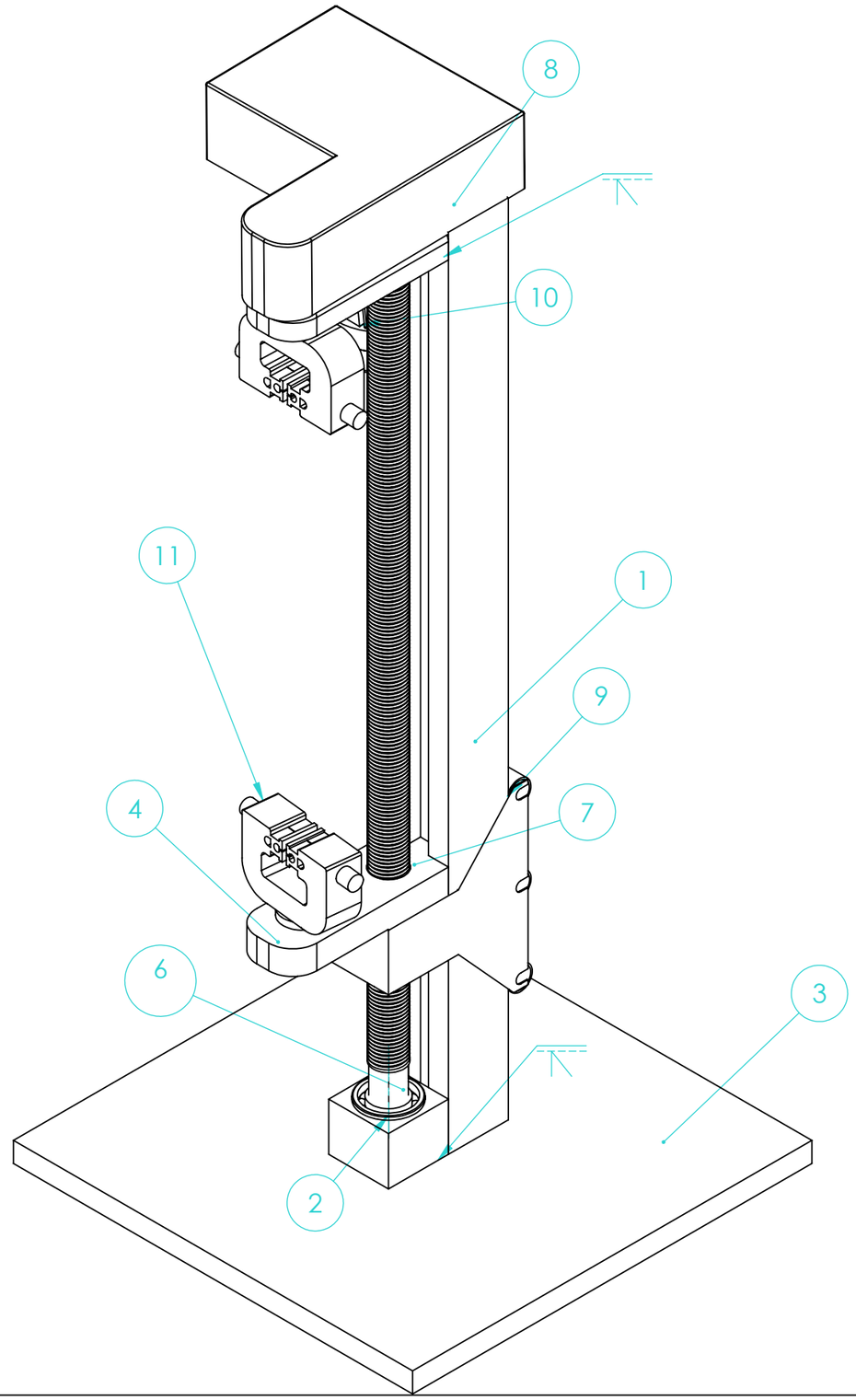
KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:6
PLANO	Plano 6

Camisa de tuerca

FORMATO
A3



Numero	Nombre	Cantidad
1	Columna	1
2	Rodamiento 63007-2R51	2
3	Base	1
4	Tuerca	1
5	Viga	1
6	Tornillo	1
7	Camisa	1
8	Tapa superior	1
9	Rodillos	3
10	Motor	1
11	Mordaza	2

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

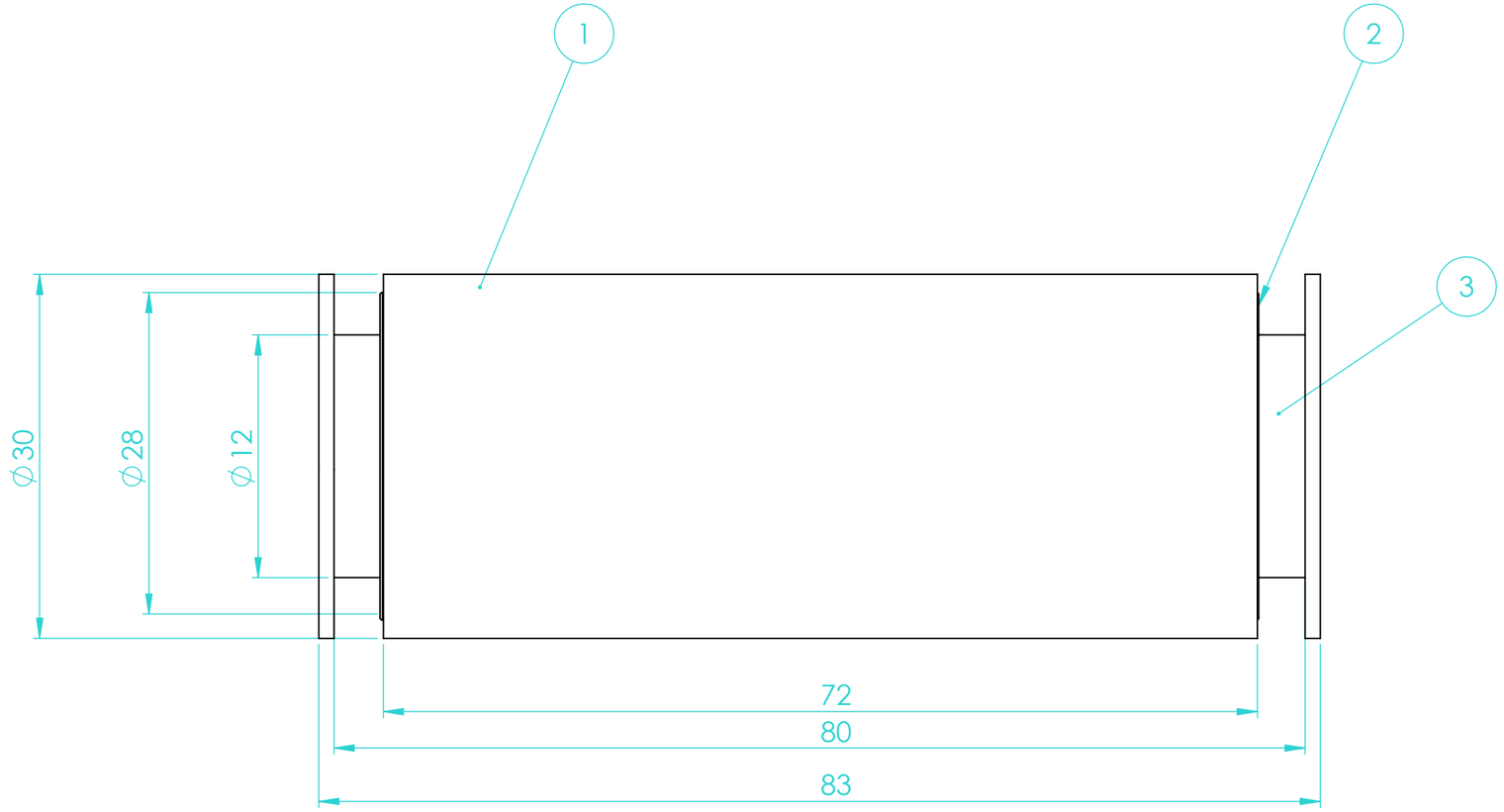
MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

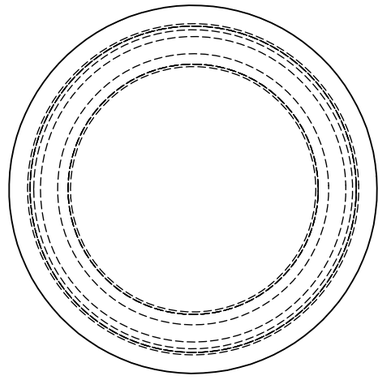
FECHA	05/09/2021
ESCALA	1:6
PLANO	Plano 7

Montaje final

FORMATO
A3

Numero	Nombre	Cantidad
1	Rodillo	1
2	Rodamiento 6001	2
3	Eje	1





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE
CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA

KEVIN DUARTE
WILSON MUÑOZ

MAQUINA DE TENSION PARA FIBRAS

FECHA	05/09/2021
ESCALA	2:1
PLANO	PLANO 1

ENSAMBLE DEL RODILLO

FORMATO
A3