



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

“DISEÑO DE CAMA DE REHABILITACIÓN, TIPO PILATES, PARA MIEMBROS
INFERIORES DE PACIENTES QUE ASISTAN A REHABILITACIÓN.”

AUTOR:

QUELAL CUAMACAS VALERIA ALEJANDRA

DIRECTOR:

ING. DAVID ALBERTO OJEDA PEÑA PhD.

Ibarra, 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040197415-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quelal Cuamacás Valeria Alejandra		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	vaquelalc@utn.eu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0939954551
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO DE CAMA DE REHABILITACIÓN, TIPO PILATES, PARA MIEMBROS INFERIORES DE PACIENTES QUE ASISTAN A REHABILITACIÓN		
AUTOR:	Valeria Quelal		
FECHA:	/06/2023		
PROGRAMA:	Pregrado		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecánica		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. David Alverto Ojeda Peña PhD.		

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de Junio de 2023

EL AUTOR:



Valeria Alejandra Quelal Cuamacás

C. I 0401974159



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CERTIFICACION DEL DIRECTOR

En mi calidad de director certifico que el trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE CAMA DE REHABILITACIÓN, TIPO PILATES, PARA MIEMBROS INFERIORES DE PACIENTES QUE ASISTAN A REHABILITACIÓN”**, fue desarrollado por el egresado Valeria Alejandra Quelal Cuamacás con cédula Nro. 0401974159, bajo mi supervisión, lo cual certifico en honor de la verdad.

Ibarra, a los 06 días del mes de Junio de 2023

Ing. David Alberto Ojeda Peña

C. I 1757898489

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y la obtención de mi título como Ingeniero Mecatrónico a Dios y a mis padres Wilson y Nancy, que siempre han estado durante toda esta etapa de mi vida apoyándome, aconsejándome, acompañándome, comprendiéndome y animándome siempre a seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me han presentado. Gracias por que con su ejemplo de honestidad y humildad he llegado hasta aquí los amo con todo mi corazón, este logro también es de ustedes.

A mis hermanos Jorge, Gustavo, Pablo y Kamila por ser los engranes que mueven mi corazón los amo que Dios nos siga dando tiempo para compartir todos nuestros logros juntos.

Rosa, Joaquín, Orlanda y Enrique. Abuelos míos Dios me regalo más años con unos de ustedes, sé que desde el cielo están orgullosos de mi gracias por seguir a mi lado.

Valeria Quelal

AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y darme la fortaleza para superar los momentos difíciles que se me presentaron a lo largo de estos años.

A mi familia: Wilson, Nancy, Gustavo, Pablo y Kamila que siempre han sido el pilar fundamental a lo largo de mi vida, los amo. A mis abuelitos, tíos, primos, y a todas las personas que han estado en mi vida, este es un logro de ustedes también.

Al PhD. David Ojeda y PhD. Brizeida Gamez, por su continua dedicación y aportación a este trabajo y sobre todo por compartirme sus conocimientos, no solo como mis profesores sino como mis maestros ustedes ocupan un lugar especial en mi corazón.

Con amor

Valeria Quelal

RESUMEN

El presente documento de titulación tiene por objetivo determinar el diseño de una cama tipo pilates para la rehabilitación de miembros inferiores mediante un proceso de diseño en función del método de la casa de la calidad o QFD, por el que se obtiene los criterios fundamentales que permiten potenciar la solución propuesta. Al obtener estos criterios se procede a la verificación y validación de este mismo diseño mediante programas computacionales.

Estos programas permiten observar el comportamiento del diseño en un ámbito real, obteniendo mediante simulaciones parámetros como resistencia, factor de seguridad y esfuerzos que validan la funcionalidad y ayudan a corregir las deficiencias que existan en el diseño de una forma rápida, Por lo tanto el diseño cuenta con materiales que se pueden encontrar a nivel nacional siendo totalmente apto para su manufactura y fabricación, además de contar con un análisis de costos en función del valor de las importaciones de los competidores directos con el fin de fomentar un ahorro de recursos económicos y tiempo.

Palabras clave: Diseño, QFD, Manufactura.

ABSTRAC

The objective of this qualification document is to determine the design of a Pilates-type bed for the rehabilitation of lower limbs through a design process based on the quality house method or QFD, by which the fundamental criteria that allow enhance the proposed solution. Once these criteria are obtained, the verification and validation of this same design is carried out using computer programs.

These programs allow to observe the behavior of the design in a real environment, obtaining through simulations parameters such as resistance, safety factor and efforts that validate the functionality and help to correct the deficiencies that exist in the design in a fast way. Therefore the design It has materials that can be found nationwide, being fully suitable for its manufacture and manufacturing, in addition to having a cost analysis based on the value of imports from direct competitors in order to promote savings in economic resources and time.

Key words: Design, QFD, Manufacturing.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIAS	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRAC	viii
INTRODUCCION	xv
Problema.....	xv
Objetivos.....	xvii
Alcance	xviii
Justificación	xviii
Antecedentes.....	xviii
CAPÍTULO I.....	20
1. Marco Referencial	20
1.1 Métodos de rehabilitación	20
1.1.1 Método Pilates	20
1.1.2 Principios del Método Pilates	21
1.1.3 Beneficios de Usar el Método Pilates	22
CAPITULO II	23
2. METODOLOGIA	23
2.1. Especificaciones del sistema a diseñar	23

2.2.	Parámetros de diseño de la cama	23
2.3.	Selección de la solución óptima de diseño	23
2.4.	Especificaciones del diseño	32
2.5.	Diseño de las piezas.....	33
2.6.	Cálculos	51
2.7.	Condiciones de la Cama tipo Pilates	51
2.7.1	Condiciones del sistema completo.....	52
2.8	Validar el Diseño	57
2.9	Factor de Seguridad en las Piezas.....	57
2.10	Análisis de Convergencia.....	63
CAPITULO III		66
3	RESULTADOS	66
3.1	Resultados Gráficos del Análisis de Convergencia	66
CAPITULO IV		71
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
4.1	Conclusiones.....	71
4.2	Recomendaciones	71
Bibliografía.....		72

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Tasa de incremento de Egresos Hospitalarios</i>	xv
<i>Figura 2 Siniestros De Tránsito, Según Clase Final</i>	xvi
<i>Figura 3 Niveles de Pobreza a Nivel Nacional</i>	xvii
<i>Figura 4 Diseño Cama Tipo Pilates</i>	33
<i>Figura 5 Vista Explosionada de la base de la Cama</i>	34
<i>Figura 6 Vista Isométrica Tubo Deslizante</i>	36
<i>Figura 7 Vista Isométrica Larguero</i>	36
<i>Figura 8 Vista Isométrica cabezal Inferior</i>	36
<i>Figura 9 Vista Isométrica Mesa Inferior</i>	37
<i>Figura 10 Vista Isométrica Tubo Regulador</i>	37
<i>Figura 11 Vista Isométrica Platina del Regulador</i>	37
<i>Figura 12 Vista Isométrica Platina Regulable</i>	38
<i>Figura 13 Vista Isométrica Platina Base Regulador</i>	38
<i>Figura 14 Buje Carro Deslizable</i>	38
<i>Figura 15 Vista Isométrica Larguero</i>	39
<i>Figura 16 Vista Isométrica Base Cabezal</i>	39
<i>Figura 17 Vista Isométrica Platina Base Polea</i>	39
<i>Figura 18 Vista Isométrica Platina Accesorio</i>	40
<i>Figura 19 Vista Isométrica Marco Principal</i>	40
<i>Figura 20 Vista Isométrica Tubo Accesorio</i>	40
<i>Figura 21 Vista Isométrica Espuma Tubo Accesorio</i>	41
<i>Figura 22 Vista Isométrica Barra Polea</i>	41
<i>Figura 23 Vista Isométrica Base Polea</i>	41
<i>Figura 24 Vista Explosionada del Sistema Carro Deslizable</i>	42

<i>Figura 25 Vista Isométrica Espuma Espaldar Superior</i>	44
<i>Figura 26 Vista Isométrica Espaldar Superior</i>	44
<i>Figura 27 Vista Isométrica Platina Base Espaldar Superior</i>	44
<i>Figura 28 Vista Isométrica Eje Ruedas</i>	45
<i>Figura 29 Vista Isométrica Espaldar Inferior</i>	45
<i>Figura 30 Vista Isométrica Platina Tope Carro</i>	45
<i>Figura 31 Vista Isométrica Tubo Base Carro</i>	46
<i>Figura 32 Vista Isométrica Eje Resortes</i>	46
<i>Figura 33 Tubo Eje Carro</i>	46
<i>Figura 34 Platina Base Apoyo Cabeza</i>	47
<i>Figura 35 Vista Isométrica Espuma Base Apoyo Cabeza</i>	47
<i>Figura 36 Vista Isométrica Base Apoyo Cabeza</i>	48
<i>Figura 37 Vista Isométrica Platina Cuerda</i>	48
<i>Figura 38 Tubo Soporte Hombreira</i>	49
<i>Figura 39 Base Principal Hombreira</i>	49
<i>Figura 40 Base Principal Hombreira</i>	49
<i>Figura 41 Espuma Hombreira</i>	50
<i>Figura 42 Vista Isométrica Platina Base Hombreira</i>	50
<i>Figura 43 Vista Isométrica Platina Espaldares</i>	50
<i>Figura 44 Diagrama de Cuerpo Libre del Sistema</i>	52
<i>Figura 45 DCL Sección A</i>	52
<i>Figura 46 Descomposición de la Fuerza de Tensión</i>	53
<i>Figura 47 Diagrama de Cuerpo Libre Sistema Polea Y Carro</i>	54
<i>Figura 48 Descomposición de una Fuerza en el Espacio</i>	55
<i>Figura 49 Tipos de Apoyos y Reacciones en Cada Componente</i>	57

<i>Figura 50 Fuerza Aplicada al Carro Deslizable</i>	58
<i>Figura 51 DCL Carro Deslizable</i>	58
<i>Figura 52 DCL Conjunto Larguero</i>	59
<i>Figura 53 DCL Conjunto Larguero</i>	59
<i>Figura 54 Conjunto Cabezal Superior</i>	60
<i>Figura 55 Conjunto Cabezal Superior</i>	61
<i>Figura 56 DCL Marco Principal</i>	61
<i>Figura 57 Conjunto del Marco Principal</i>	62
<i>Figura 58 DCL Platina Resortes</i>	62
<i>Figura 59 DCL Platina Resortes</i>	63
<i>Figura 60 Malla</i>	63
<i>Figura 61 Detalles del mallado</i>	64
<i>Figura 62 Número de Elementos vs EVM Conjunto Larguero</i>	66
<i>Figura 63 Número de Elementos vs EVM Conjunto Carro Deslizable</i>	67
<i>Figura 64 Número de Elementos vs EVM Conjunto Cabezal Superior</i>	67
<i>Figura 65 Número de Elementos vs EVM Conjunto Marco Principal</i>	68
<i>Figura 66 Número de Elementos vs EVM Platina Resortes</i>	68
<i>Figura 67 Número de Elementos vs EVM Conjunto barra Polea</i>	69

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Requerimientos y deseos de los clientes conocidos como los QUÉS.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2 Análisis de los QUÉS</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3 Relación de los QUÉS vs CÓMOS.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4 Relación de los CÓMOS vs CÓMOS</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5 Parámetros Técnicos (CUÁNTO).....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6 Ponderación de Parámetros Técnicos.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7 Objetivo del Diseño.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8 Lista de Partes.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9 Lista de Partes.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 10 Valores de las Componentes T1 y T2.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 11 Valores Resultantes T1 Y T2 en cada Eje</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 12 Número de Elementos vs EVM</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 13 Número de Elementos vs EVM</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 14 Factor de Seguridad Mínimo</i>	<i>70</i>

INTRODUCCION

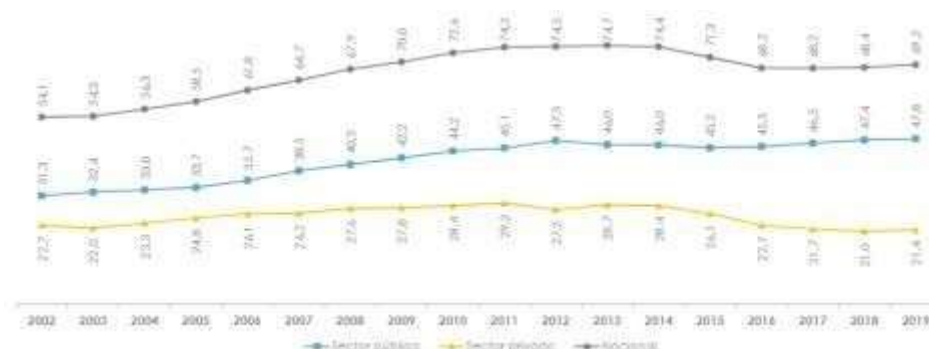
Problema

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los siniestros viales que provoquen lesiones en personas son consideradas como fatales, mientras que si no ocurre lesión son consideradas como accidentes de tránsito. En el Ecuador, la causa principal de accidentes viales son los de siniestros fatale (Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos, 2021) s Un estudio realizado en Quito, en 2006, tomó una muestra de 487 pacientes de la población hospitalaria total, conformada por 326 hombres y 161 mujeres; esta investigación proporcionó que los traumas provocados por los siniestros viales fatales correspondían al 62%, mientras que los accidentes domésticos eran el 32% y las lesiones deportivas el 6% (SILVA, 2006).

En la actualidad, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2019, existían 633 establecimientos de salud que prestaban intervención hospitalaria, de los cuales 183 eran públicos y 450 privados. En la figura 1, puede observarse que entre los años 2018 y 2019, el número de egresados hospitalarios en el sector público se incrementó. Concluyendo que la tasa se incrementa en 1,2% por año.

Figura 1

Tasa de incremento de Egresos Hospitalarios



Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos, 2021).

Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) en la Zona 1, durante el periodo enero - abril del 2021 se presentaron 142 siniestros viales fatales donde hubo 105 lesionados y 26 fallecidos. En la Figura 2, se muestran los tipos de accidentes que han ocurrido a lo largo del 2021 (Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos, 2021).

Figura 2

Siniestros De Tránsito, Según Clase Final



Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos, 2021)

En diciembre de 2020, la pobreza a nivel Nacional se ubicó en 32,4% y la pobreza extrema en 14,9%. En el área urbana la pobreza llegó al 25,1% y la pobreza extrema a 9,0%. Finalmente, en el área rural la pobreza alcanzó el 47,9% y la pobreza extrema el 27,5% como se muestra en la Figura 3; de manera que existe una brecha de 15,5% de diferencia a nivel de pobreza y 18,5 % de pobreza extrema entre las zonas rurales y urbanas a nivel nacional (INEC-ENEDUM, 2020). Según el INEC, de un total de 476 527 habitantes en la Provincia de Imbabura el 50% pertenece a la zona rural, siendo el lugar con el índice más alto de pobreza y pobreza extrema.

Figura 3

Niveles de Pobreza a Nivel Nacional

Fuente: (INEC-ENEDUM, 2020).

El Centro de Rehabilitación “La Joya” (CRLJ), ubicada en la ciudad de Otavalo cuenta con atención a pacientes que necesitan rehabilitación neurológica o traumatológica. Cabe destacar que el CRLJ no cuenta con un equipo adecuado para realizar este tipo de rehabilitación; además, la población beneficiada de los servicios del centro no tiene los recursos económicos necesarios para acceder una rehabilitación privada que cuente con máquinas modernas. Por lo que, la disponibilidad de una cama de Pilates podría brindar un método eficiente que permitiría mejorar la flexibilidad, sensibilidad, fuerza muscular y equilibrio de los pacientes que hayan sufrido algún trauma (VELASTEGUI, 2022).

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una cama, tipo Pilates, que permita realizar terapias de rehabilitación de las extremidades inferiores de pacientes que asistan a un centro de rehabilitación.

Objetivos Específicos

Identificar los parámetros para el funcionamiento de la cama.

Determinar el diseño de la cama rehabilitación haciendo uso de programas computacionales

Establecer el costo de la cama.

Alcance

El fin de esta investigación estará basada en proporcionar los planos de construcción de la cama. Así como un manual de usuario para obtener un funcionamiento acorde a los requerimientos de rehabilitación.

Justificación

Desde el ámbito social se plantea una solución como apoyo en la rehabilitación de miembros inferiores basada en una máquina de Pilates la cual busca una eficiente mejora en los usuarios pertenecientes al entorno de la comunidad de Otavalo, así de sus alrededores.

Asimismo, el enfoque de la investigación pretende proporcionar información técnica y teórica relacionada con la cama de pilates, las cuales servirían de fundamento para futuras investigaciones.

Antecedentes

Un estudio realizado por la Universidad Paulista en Brasil acerca de enfermedades crónicas lumbares mostro que al aplicar el método Pilates, los resultados son positivos en la disminución del dolor y la discapacidad, además de obtener resultados moderados con respecto a la kinesiofobia (Domingues de Freitas, 2020), entonces podemos decir que este método puede ser aplicado para todo tipo traumas que se den en personas de cualquier edad, ya que sea a comprobando en los estudios realizados la efectividad del mismo.

En Ecuador, se ha aplicado el método Pilates en diferentes traumas causados en las extremidades inferiores, tal es el caso del “Wellness Center”, Centro de atención privada, ubicado en el área urbana del Distrito Metropolitano Quito, lugar que cuenta con un área dedicada a la rehabilitación con ejercicios de tipo Pilates, en Guayaquil el centro de Terapia Física “Triviño Center” donde el personal encargado menciona que de cada 10 pacientes que se realizan terapia física 5 tiene una lesión a nivel de la articulación de la rodilla, con un proceso de rehabilitación es de 5 meses como mínimo (PEDRO, 2015), donde el autor recomienda que

se insista en la utilización de ejercicios que permitan mejorar la estabilidad y la elasticidad como son los del grupo Pilates, de aquí destacamos la importancia de tener un aporte tecnológico en el proceso de rehabilitación.

En la Universidad Nacional del Chimborazo, al evaluar el antes y después de una intervención terapéutica de una muestra de 30 pacientes, como resultado se observó como resultados iniciales la mayoría de los pacientes tenían dolor muy intenso un 43.3%, dolor moderado un 16.6%, dolor grave un 30%, el peor dolor imaginable un 10%. En la evaluación final los pacientes manifestaron ausencia de dolor un 80% de la población y en la valoración final de flexibilidad la mayoría de los pacientes un 83% de pacientes obtuvieron una buena flexibilidad (Díaz, 2019).

Con todo lo mencionado se puede concluir que Pilates genera un impacto positivo al disminuir el dolor y mejorar la flexibilidad; este proyecto pretende diseñar una cama de tipo Pilates, dirigida a beneficiar a personas de la Zona 1 población alta mente vulnerable a nivel nacional.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se expone información destacada sobre el método de rehabilitación tipo Pilates como este funciona y los fundamentos que validan la mejora en lesiones de miembros inferiores.

1.1 Métodos de rehabilitación

A lo largo de la historia han existido diferentes métodos de entrenamiento muscular que permiten tratar todo tipo de lesiones, entre los principales tenemos el entrenamiento isotónico-dinámico, el entrenamiento isométrico-estático, en entrenamiento mixto dinámico-estático, el entrenamiento isokinético y la pliometría (Soledad Cotella, 2011).

1.1.1 Método Pilates

La rehabilitación es hoy una actividad sofisticada que fundamenta sus procedimientos en los conocimientos actuales sobre ciencia básica, fisiopatología y biomecánica, entre otras disciplinas.

El método Pilates o también llamado “**Controlología**”, fue desarrollado por Joseph Hubertus Pilates, quien implanta un método de rehabilitación que combina una serie de ejercicios de varias disciplinas físicas donde como muestra consiste programa de ejercicios mente-cuerpo se basa en 6 principios clave: centrado, concentración, control, precisión, fluidez y respiración (Latey, 2001).

El método Pilates se concentra en que para mantener un buen desarrollo en los ejercicios es clave mantener una postura y alineación correcta además de tener un control constante de la respiración pues como lo indica su propio autor esto permite tener una activación muscular completa ya que nace desde la fuerza del centro del cuerpo, acompañada de un control constante de un profesional.

Este método está basado en un artefacto que combina una base deslizante conjunta a unos muelles o resortes mismos que proporcionan la resistencia a la máquina, junto a esta se encuentran accesorios como resortes, polea, bandas y cuerdas donde, se puede realizar más de 500 ejercicios que permiten mejorar la condición física y el equilibrio corporal (Boix-Vilella S, 2017).

A lo largo del tiempo este artefacto ha sufrido cambios debido a que crece la necesidad de realizar ejercicios que necesitan mayor fuerza y a su vez nuevos accesorios que se van acoplando al diseño.

1.1.2 Principios del Método Pilates

Al ser un conjunto de ejercicio que combinan la mente y el cuerpo se toma en cuenta los factores:

- **Concentración:** Con el fin de permitir conectar el cuerpo y la mente mientras e lleve a cabo los ejercicios a fin de sentir como reaccionan los músculos al ejercicio (ISAF, 2018).
músculos,
- **Control:** “Referido a la conciencia del propio cuerpo adquirida a través de la realización de los ejercicios, y es un concepto que a su vez se funde con el control mental” (ISAF, 2018).
- **Precisión:** Al ser un proceso debe ejecutarse de manera correcta siguiendo un paso a paso de este y cuidar los detalles como dice Instituto de la Ciencia de la Actividad Física (ISAF, 2018) “hay que concentrarse en realizar el movimiento correcto”.

- **Respiración:** Para evitar un desgaste excesivo se debe coordinar a respiración con los movimientos que se realiza enviando oxígeno a los músculos en el momento que sea necesario (Savage, 2006).
- **Fluides del Movimiento:** Siendo una cadena consecutiva de ejercicios como dice Ondine S. (Savage, 2006) *“El trabajo completo consiste en una sucesión de ejercicios que fluyen en una dinámica”*.

1.1.3 Beneficios de Usar el Método Pilates

Con el crecimiento de esta práctica se presentan beneficios como:

Del universo de los deportes: el tenis, el golf y los equipos de fútbol, emplean ejercicios tipo Pilates como complemento a su preparación, dando de forma indirecta mayor importancia a la práctica de Pilates (CÁRCELES, 2015).

Pilates Reformer, resulta el elemento más útil para los principiantes, permite una correcta alineación del cuerpo y los límites en el espacio que aporta el elemento mencionado permite regular la altura de la cabeza y los pies, por lo que también genera menos riesgos de mala ejecución (Gambini, 2015).

“La OMS sobre actividad física y salud, publicado en el 2010, para llegar a obtener beneficios sobre aspectos psicológicos como la depresión” (Salvador Boix Vilella, 2014).

CAPITULO II

2. METODOLOGIA

Este capítulo se enfoca en las etapas de desarrollo del sistema desde la búsqueda y definición de parámetros, generación de alternativas, diseño de piezas, análisis estáticos, análisis dinámicos y validación de la cama de Pilates.

2.1. Especificaciones del sistema a diseñar

Se inicia con una entrevista abierta a la fisioterapeuta del centro de Rehabilitación la Joya, ubicado en la ciudad de Otavalo; con el propósito de obtener las características para el diseño de la cama. Seguidamente, con ayuda de la fisioterapeuta, se seleccionan los parámetros, que se consideran como importantes para las especificaciones del diseño.

Con la información obtenida se desarrollan tres alternativas que se presentan como solución. Se aplica la técnica de la casa de la calidad o QFD, con el propósito de determinar la solución óptima para los parámetros y restricciones que del diseño.

De los programas computacionales (SolidWorks) se realiza el diseño CAD-CAE, y simulaciones, donde, se valida la resistencia, funcionalidad, durabilidad y se determina el factor de seguridad de la cama de rehabilitación tipo Pilates. Finalmente, para determinar la viabilidad de la cama se determina el costo del dispositivo.

2.2. Parámetros de diseño de la cama

Para realizar un proceso diseño correcto de una cama de Pilates se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

2.3. Selección de la solución óptima de diseño

Partiendo de la información obtenida, se aplica las siguientes etapas de diseño como describe:

Materia Prima: Que materiales se van a usar para la fabricación de la cama y la disponibilidad de estos en el mercado nacional.

Diseño: Cual es la longitud, el espesor y acabado correcto, para que pueda ser montable y de fácil transporte.

Modelo: Referente a la variedad de camas que existen en función de los ejercicios que realizan ya sea un modelo normal o mixto.

Competencia: A fin de que la alternativa seleccionada cumpla con los criterios de precio y marca en el mercado.

Ya establecidos los criterios para el diseño de la cama se sigue el esquema general del desarrollo de la función de calidad (QFD), con el fin de obtener la mejor solución y la más viable, se realiza una comparación con cuatro fabricantes potenciales del mercado actual internacional y se expone en 6 pasos en la Figura 3.16 por Carles R. en (Riba, 2002).

Como primer paso, en la Tabla 1 se definen expectativas

Tabla 1

Requerimientos y deseos de los clientes conocidos como los QUÉS

Requisitos de Calidad Nivel 1	No	Requisitos del Calidad Nivel 2	Peso Ponderado
Materia prima	1	Madera	9,98
	2	Resortes	5,59
	3	Movilidad	8,06
Diseño	4	Desmontable	16,35
	5	Portátil	15,46
	6	Acabado	14,16
Competencia	7	Marca	8,21
	8	Precio justo	10,52
Modelo	9	Diseño Mixto	5,35
	10	Diseño Específico	6,32
Total			100,00

Segundo paso, Análisis de la Competencia

Como se puede observar en la Tabla 2 se indica los nombres de las camas de los competidores potenciales, donde, desde la perspectiva del cliente realiza una comparación en función de las necesidades expuestas en la Tabla 1 y adicional a esto se expone una gráfica para poder interpretar con mayor facilidad estos datos.

Tabla 2

Análisis de los QUÉS

Eval. de clientes en %	Peso Ponderado	Eval. Ponderada	Brecha absoluta ponderada	Brecha absoluta relativa	BedPilates	Balanced Body	FOX	M. Healt & Fitness	
									■ BedPilates ▲ BalanceBody × FOX ✱ M. Healt & F
80%	9,98	7,98	2,00	7,8%	4,00	3,00	3,00	3,00	
80%	5,59	4,47	1,12	4,4%	4,00	4,00	5,00	4,00	
60%	8,06	4,84	3,22	12,6%	3,00	3,00	3,00	3,00	
80%	16,35	13,08	3,27	12,8%	4,00	3,00	2,00	3,00	
80%	15,46	12,37	3,09	12,1%	4,00	3,00	2,00	3,00	
80%	14,16	11,33	2,83	11,1%	4,00	4,00	4,00	5,00	
60%	8,21	4,93	3,28	12,8%	3,00	4,00	3,00	5,00	
80%	10,52	8,42	2,10	8,2%	4,00	2,00	2,00	2,00	
60%	5,35	3,21	2,14	8,4%	3,00	4,00	4,00	4,00	
60%	6,32	3,79	2,53	9,9%	3,00	4,00	4,00	4,00	
72%	100,00	74,412	25,588	100,00%	372,06	329,11	294,68	351,48	

0 1 2 3 4 5

Tabla 3

Relación de los QUÉS vs CÓMOS

Parámetros de Técnicos									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13,4%	14,3%	12,3%	3,6%	10,0%	10,1%	12,6%	11,3%	9,0%	3,4%
Costo	Tipo de material	Ensamble	Peso	Movilidad	Acabado	Particularidad en el diseño	Calidad de los materiales	Variedad de funciones	Niveles de intensidad (Fuerza)
3	9	-	1	-	1	1	9	-	-
3	9	1	1	9	-	-	9	-	-
-	1	1	-	-	-	-	1	1	-
1	1	9	-	1	-	3	-	-	-
1	3	3	3	9	-	3	1	1	-
3	3	-	-	-	9	-	-	-	-
3	1	-	-	-	3	3	3	3	3
9	3	1	-	-	1	9	3	3	1
3	-	3	1	-	3	3	1	9	3
3	-	3	1	-	3	3	1	9	3

Tercer paso: La voz del ingeniero

Se determina un listado de parámetros técnicos que se necesita para desarrollar el prototipo denominados “CÓMOS” es decir una relación directa entre lo que quiere el cliente en este caso la fisioterapeuta y como se va a realizar (QUÉS), tal como se observa en la Tabla 3 mediante una valoración entre (0, 1, 3, 9) que corresponde a el nivel de relación bajo, medio y alto respectivamente, con el fin de obtener parámetros técnicos a través de las necesidades del cliente.

Dando lugar al cuarto paso donde se tiene una visión clara de acerca de que parámetros técnicos, se realiza un análisis para determinar cuáles están complementados mediante una escala de relación gráfica donde, relevante (circulo negro), medianamente relevante (circulo blanco) y ninguna relevancia (espacio vacío) véase en la Tabla 4, dicho esto el QFD permite analizar el proceso de selección de una forma detallada con el fin de potenciar el desarrollo de un producto sin dejar a un lado necesidades del cliente.

Tabla 4

Relación de los CÓMOS vs CÓMOS

	Costo	Tipo de material	Ensamble	Peso	Movilidad	Acabado	Particularidad en el diseño	Calidad de los materiales	Variedad de funciones	Niveles de intensidad (Fuerza)
Costo	-	●	○	○	●	●	○	●	●	○
Tipo de material	●	-	-	-	-	-	-	○	-	○
Ensamble	○	-	-	○	○	-	○	-	-	○
Peso	○	-	○	-	●	-	-	-	-	○
Movilidad	●	-	○	●	-	-	○	-	-	○
Acabado	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Part. en el diseño	○	-	○	-	○	-	-	-	○	-
Calidad de materiales	●	○	-	-	-	-	-	-	-	○
Variedad de funciones	●	-	-	-	-	-	○	-	-	○
Niveles de intensidad	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-

La Tabla 5, muestra el promedio de la relación de los QUÉS vs los COMOS y que porcentaje representa los parámetros denominados CUANTO, que corresponde al quinto paso.

Tabla 5

Parámetros Técnicos (CUÁNTO)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Importancia técnica absoluta y relativa	275,3	293,2	252,7	73,6	205,8	207,6	259,7	231,5	184,7	70,2
	13,4%	14,3%	12,3%	3,6%	10,0%	10,1%	12,6%	11,3%	9,0%	3,4%

A continuación, en la Tabla 6, se asigna valores enteros en una escala del 1 al 5 a fin de determinar el nivel de competencia entre los CÓMOS y las marcas, mediante la técnica denominada como “benchmark técnico”, *“Proceso de evaluación de productos, servicios y procesos entre organizaciones, mediante el cual, una de ellas analiza cómo otra realiza una función específica para igualarla o mejorarla”* (Carlos Hernández Rodríguez, 2017).

Finalmente, en la Tabla 7, con los resultados obtenidos al aplicar el QFD, en las ponderaciones se distingue BetPilates como un competidor potencial hacia una marca establecida como M. Healt & Fitness, definiendo los objetivos del diseño para esta investigación.

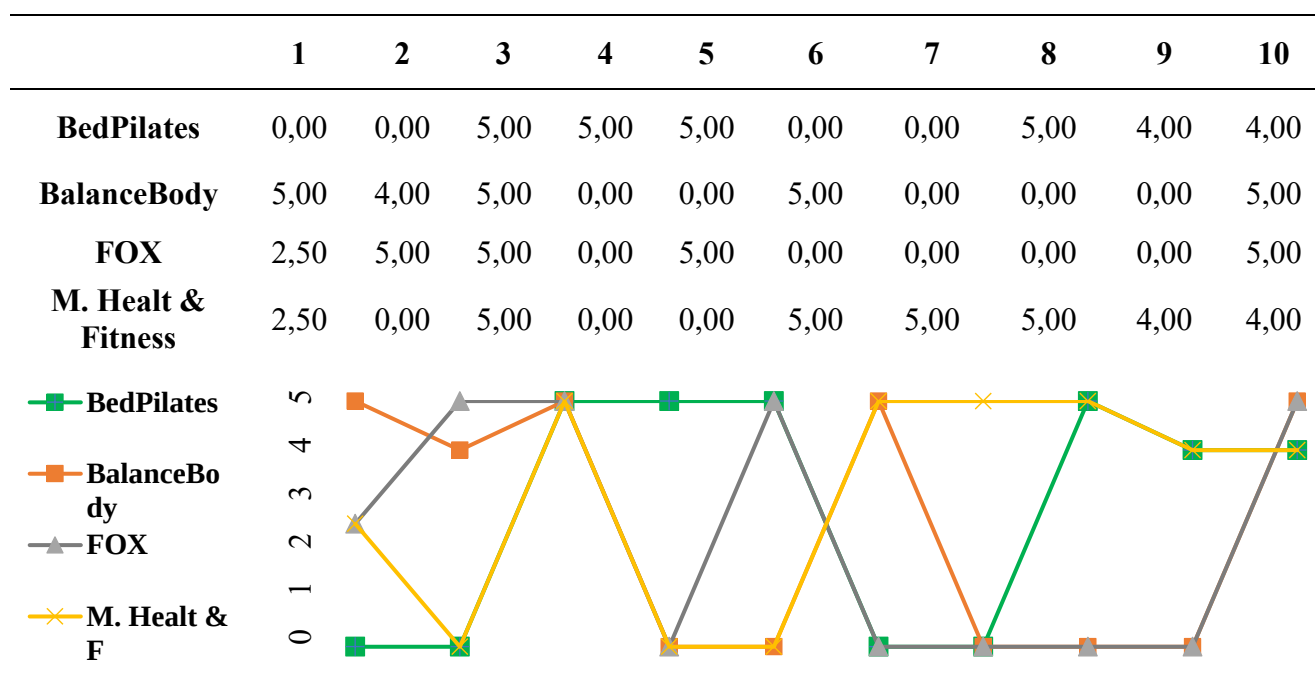
Al aplicar la técnica del QFD se identifica como parámetros principales de diseño: que el material sea en madera, tener un diseño que pueda ser desmontable y que se mantenga en un precio justo como se puede observar en la Tabla 6, por lo que se concluye que QFD permite tener una visión real del potencial con respecto a las soluciones que existen en el mercado.

Tabla 6

Ponderación de Parámetros Técnicos

Evaluación Competitiva										
Unidades	Bs/unidad	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 3	Nivel 1 al 3	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 5	Nivel 1 al 5
Dirección de Mejora	Menor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Menor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor
BedPilates	4	3	4	3	5	2	2	4	4	4
Balanced Body	1	4	4	4	4	3	2	3	3	3
FOX	2	5	4	4	5	2	2	3	3	3
M. Healt & Fitness	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4
Objetivo dePTs	5	4	5	2	5	3	3	5	5	5
Dificultad de mejora	30%	70%	30%	40%	80%	0%	20%	0%	0%	20%

Tabla 7

Objetivo del Diseño**2.4. Especificaciones del diseño**

Se inicia con la selección del Software SolidWorks para el diseño CAD, que contiene una serie de herramientas que permiten el diseño de las piezas asimismo la simulación de las condiciones a las que se expone el diseño en la realidad.

Basado en los diseños de empresas a nivel internacional como Fox Pilates y Merrithew Health y Fitness, con un enfoque dirigido hacia la realidad de Ecuador, se toma en cuenta las siguientes restricciones para el diseño:

Material: Se establece un diseño mixto basado en una estructura de pino madera usada con mayor frecuencia en Ecuador debido a su disponibilidad tanto física como económica, para la parte metálica se establece el acero ASTM A36 que cuenta con disponibilidad inmediata como lo muestra la empresa Dipac distribuidora a nivel nacional en su catálogo.

Carga Aplicada: Se toma en cuenta una carga de 100 Kg para el diseño ya que el peso promedio de una persona sana en Ecuador es de 78 kg como lo indica el Ministerio de salud Pública del Ecuador (MSP).

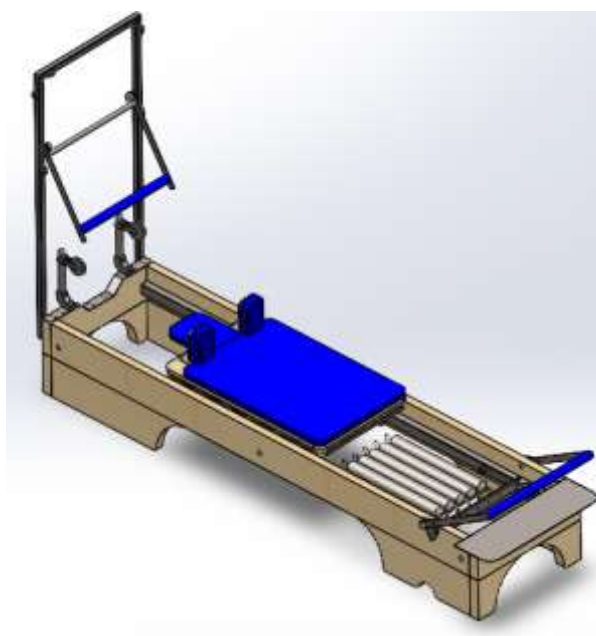
Desplazamientos: Se agrega movimiento de giro adicional en la base del conjunto de piezas denominado “carro deslizable”

2.5. Diseño de las piezas

En el Software SolidWorks se presenta el diseño de la cama tipo Pilates como se puede observar en la Figura 4, la cama está diseñada a partir de dos sistemas el primero que es fijo y comprende a la base de la cama y el segundo denominado “carro deslizable” que es la parte móvil, al ser un sistema mixto está sujeto por pernos y adicional en las piezas que comprenden partes metálicas entre sí tiene una sujeción a través de soldadura para brindar mayor apoyo, por lo tanto es totalmente desmontable que permite remplazar con facilidad cualquiera de sus partes.

Figura 4

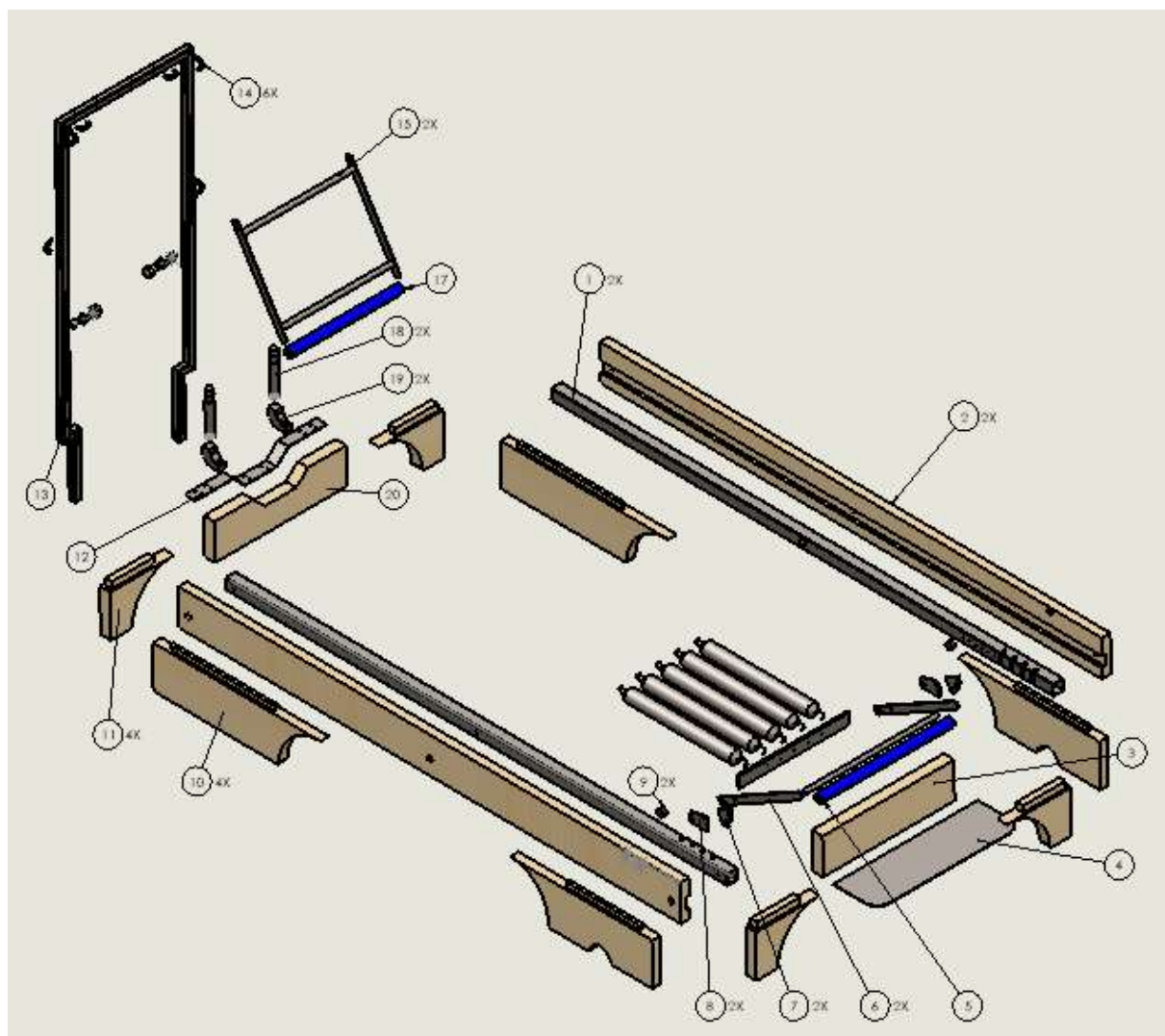
Diseño Cama Tipo Pilates



En la Figura 5, se muestra la vista explosionada del sistema que comprende la base y accesorios de la cama, se puede observar a detalle en la Tabla 8.

Figura 5

Vista Explosionada de la base de la Cama



Nota. Los elementos estándar no se detallan en la vista explosionada, las piezas metálicas están diseñadas bajo la norma NTE INEN 115, NTE INEN 2415 respectivamente.

Tabla 8

Lista de Partes

Lista de Partes Base Cama		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Tubo Deslizante	2
2	Larguero	2
3	Cabezal Inferior	1
4	Mesa Inferior	1
5	Espuma tubo Regulador	1
6	Platina del Regulador	2
7	Platina Regulable	2
8	Platina Base Regulador	2
9	Buje Carro Deslizable	2
10	Base Larguero	4
11	Base Cabezales	4
12	Platina Base Polea	1
13	Marco Principal	1
14	Gancho Marco Principal	6
15	Platina Accesorio	2
16	Tubo Accesorio	2
17	Espuma Tubo Accesorio	1
18	Barra Polea	2
19	Base Polea	2
20	Cabezal Superior	1

A continuación, se presentan las piezas que componen el sistema de la base de la cama:

Figura 6

Vista Isométrica Tubo Deslizante



Figura 7

Vista Isométrica Larguero

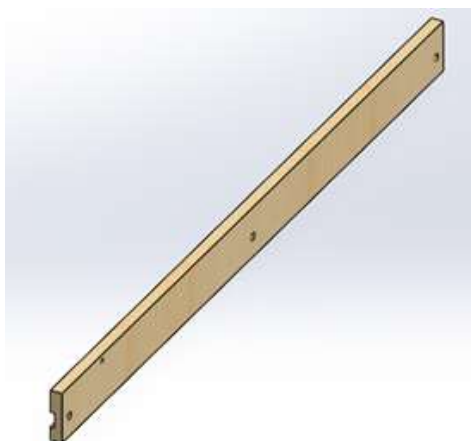


Figura 8

Vista Isométrica cabezal Inferior

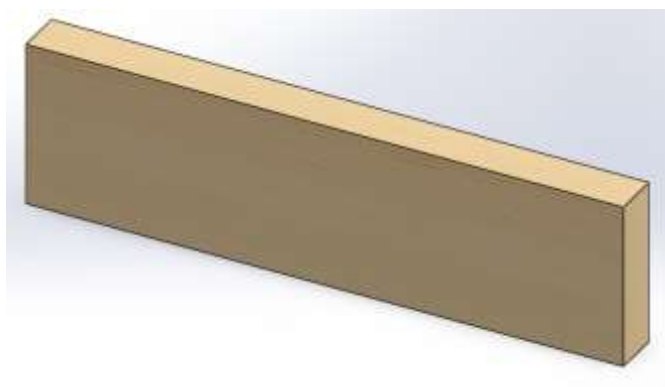


Figura 9

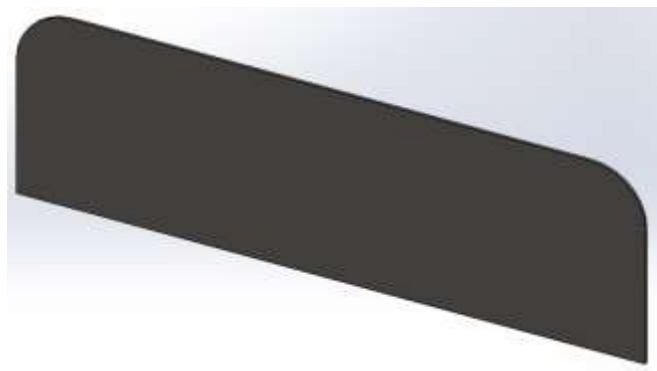
Vista Isométrica Mesa Inferior

Figura 10

Vista Isométrica Tubo Regulador

Figura 11

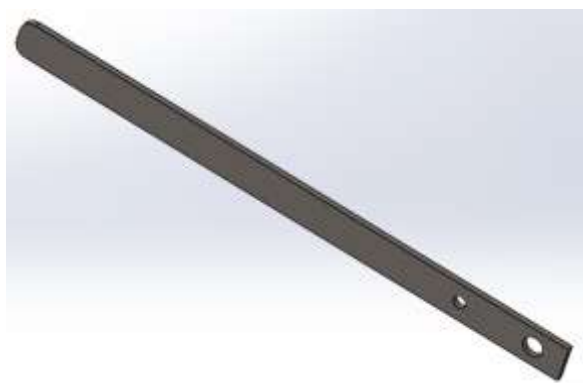
Vista Isométrica Platina del Regulador

Figura 12

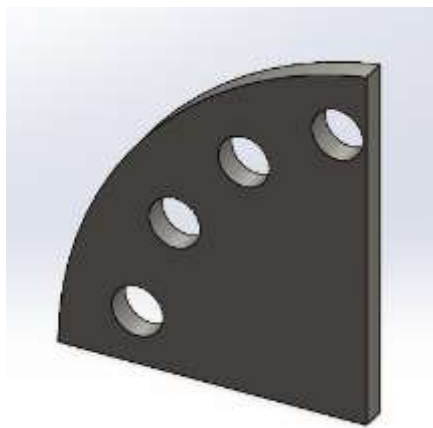
Vista Isométrica Platina Regulable

Figura 13

Vista Isométrica Platina Base Regulador

Figura 14

Buje Carro Deslizable

Figura 15

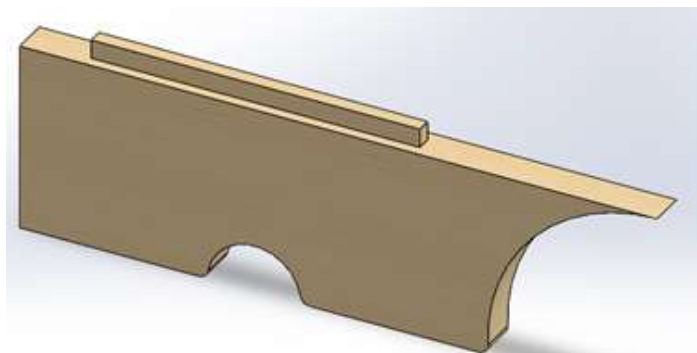
Vista Isométrica Larguero

Figura 16

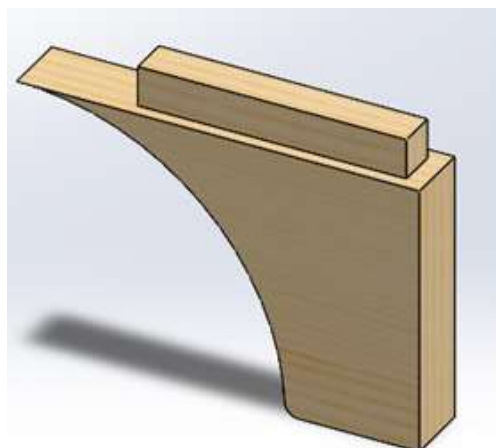
Vista Isométrica Base Cabezal

Figura 17

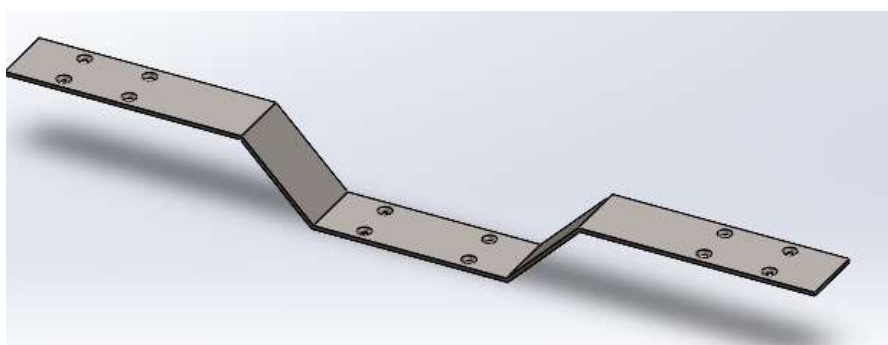
Vista Isométrica Platina Base Polea

Figura 18

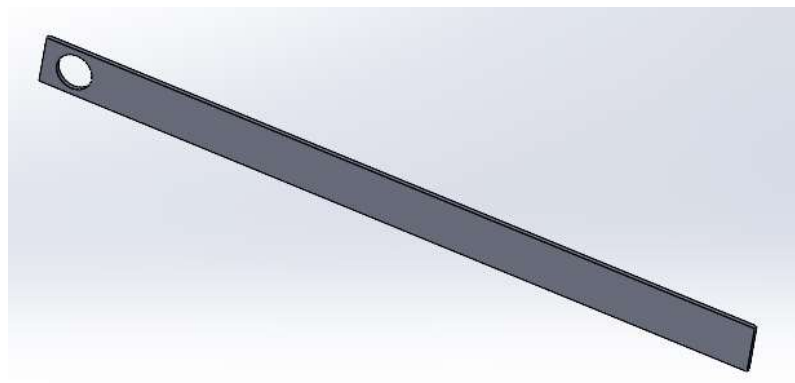
Vista Isométrica Platina Accesorio

Figura 19

Vista Isométrica Marco Principal

Figura 20

Vista Isométrica Tubo Accesorio

Figura 21

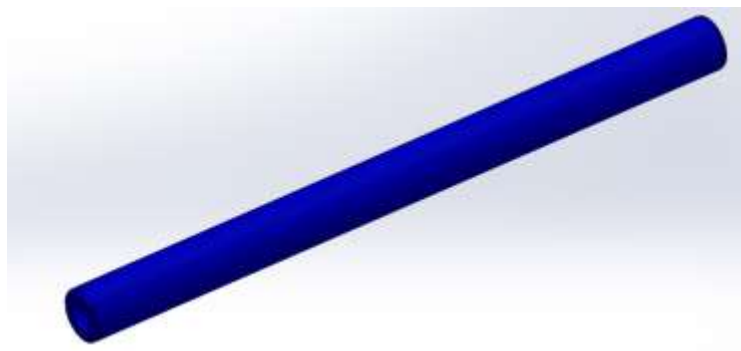
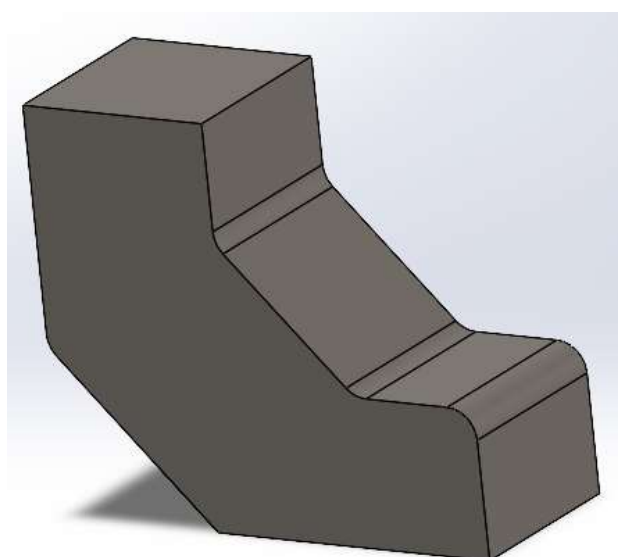
Vista Isométrica Espuma Tubo Accesorio

Figura 22

Vista Isométrica Barra Polea

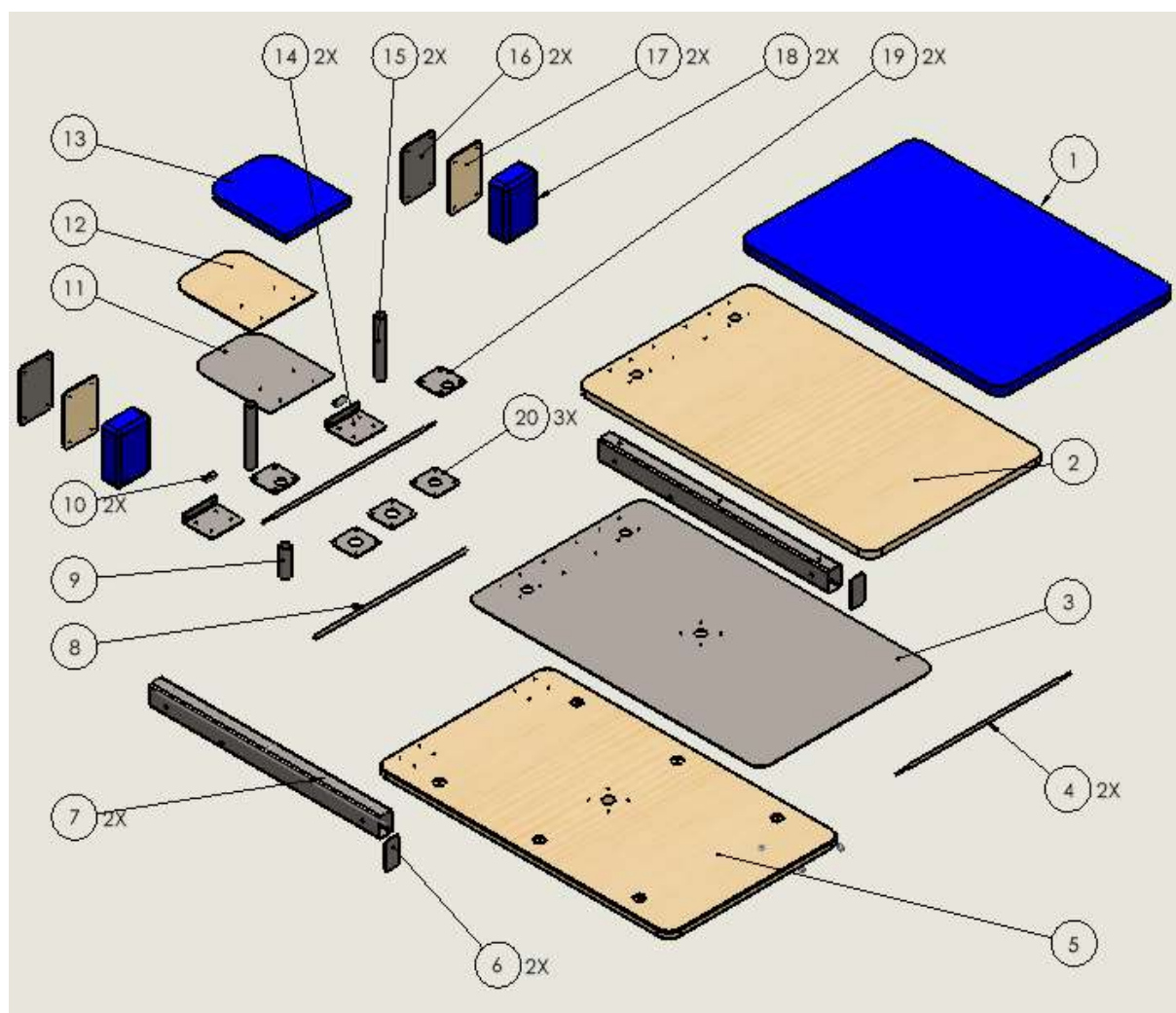
Figura 23

Vista Isométrica Base Polea

Así mismo en la Figura 23, se observa los elementos que componen el sistema de carro deslizable, además del detalle de cada uno en la Tabla 9:

Figura 24

Vista Explosionada del Sistema Carro Deslizable



Nota. Los elementos estándar no se detallan en la vista explosionada, las piezas metálicas están diseñadas bajo la norma NTE INEN 115, NTE INEN 2415 respectivamente.

Tabla 9

Lista de Partes

Lista de Partes Carro Deslizable		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Espuma Espaldar Superior	2
2	Espaldar Superior	2
3	Platina Base Espaldar Superior	1
4	Eje Ruedas	2
5	Espaldar Inferior	1
6	Platina tope Carro	2
7	Tubo Base Carro	2
8	Eje Resortes	1
9	Tubo Eje Carro	1
10	Tubo Gancho Cuerda	2
11	Platina Base Apoyo Cabeza	1
12	Base Apoyo Cabeza	1
13	Espuma Apoyo Cabeza	1
14	Platina Cuerda	2
15	Tubo Soporte Hombrera	2
16	Base Principal Hombrera	2
17	Base Secundaria Hombrera	2
18	Espuma Hombrera	2
19	Platina Base Hombrera	2
20	Platina Espaldares	3

A continuación, se presentan las piezas que componen el sistema de Carro Deslizable de la cama:

Figura 25

Vista Isométrica Espuma Espaldar Superior

Figura 26

Vista Isométrica Espaldar Superior

Figura 27

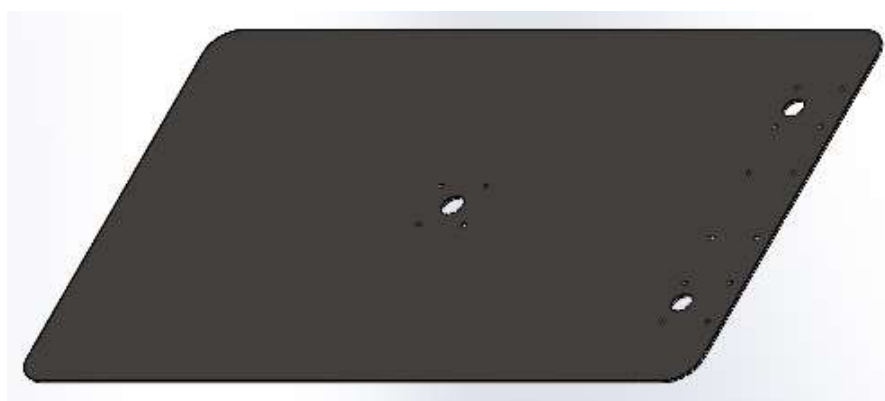
Vista Isométrica Platina Base Espaldar Superior

Figura 28

Vista Isométrica Eje Ruedas

Figura 29

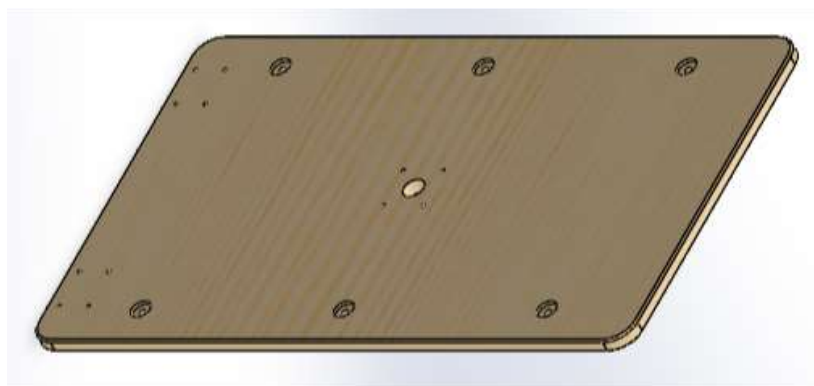
Vista Isométrica Espaldar Inferior

Figura 30

Vista Isométrica Platina Tope Carro

Figura 31

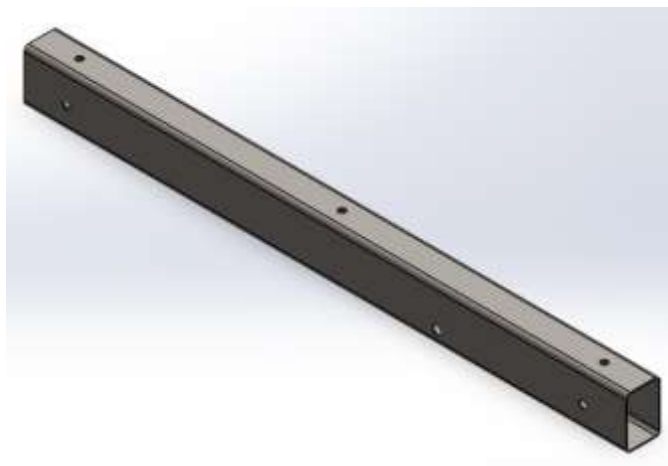
Vista Isométrica Tubo Base Carro

Figura 32

Vista Isométrica Eje Resortes

Figura 33

Tubo Eje Carro

Figura 34

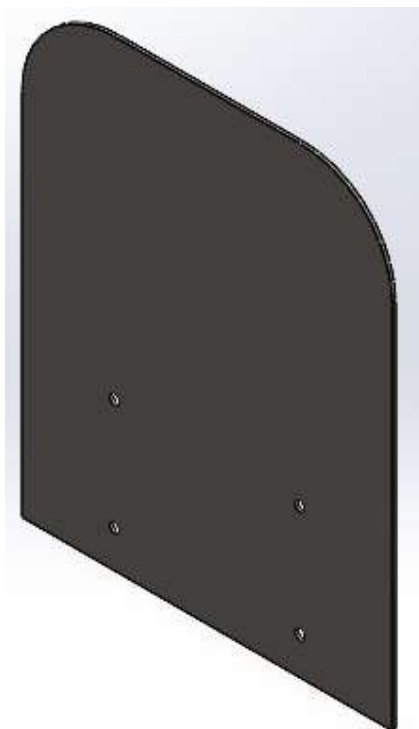
Platina Base Apoyo Cabeza

Figura 35

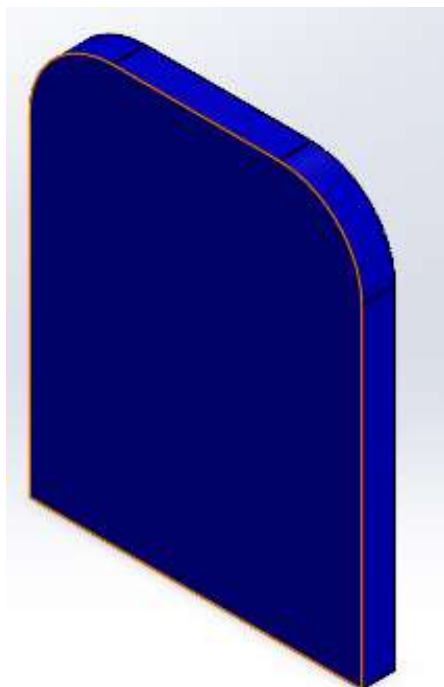
Vista Isométrica Espuma Base Apoyo Cabeza

Figura 36

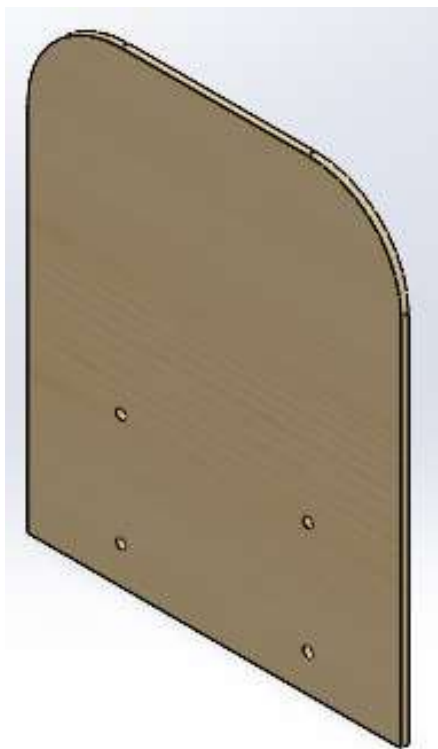
Vista Isométrica Base Apoyo Cabeza

Figura 37

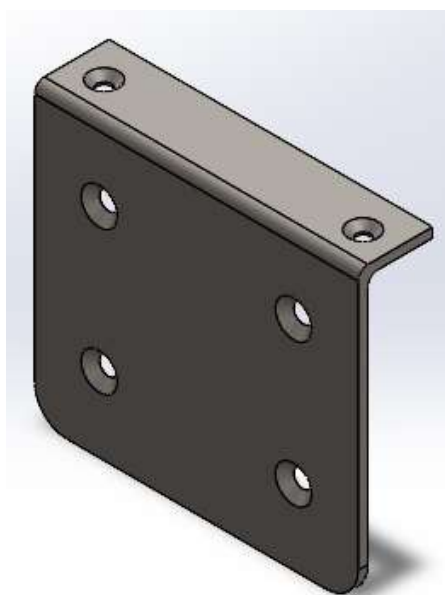
Vista Isométrica Platina Cuerda

Figura 38

Tubo Soporte Hombreira

Figura 39

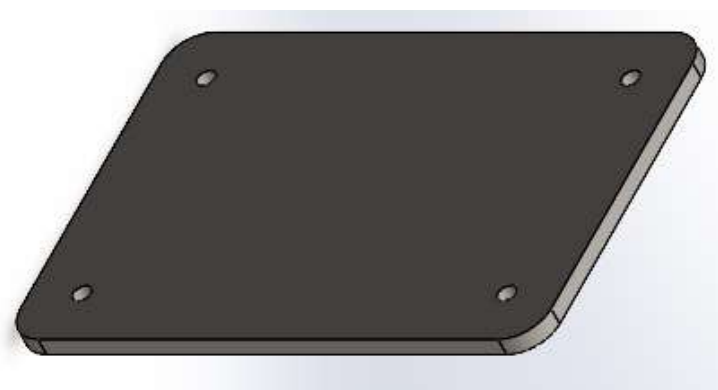
Base Principal Hombreira

Figura 40

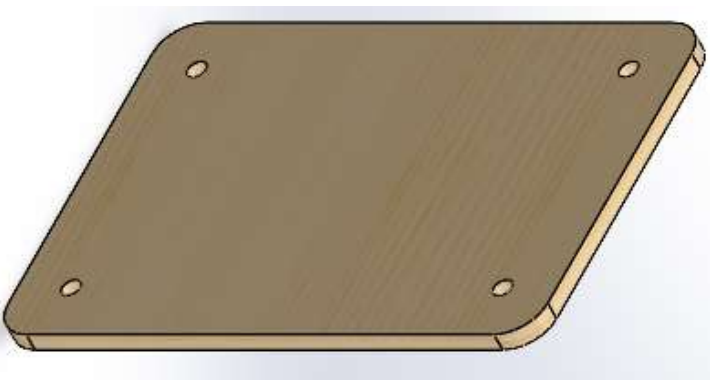
Base Principal Hombreira

Figura 41

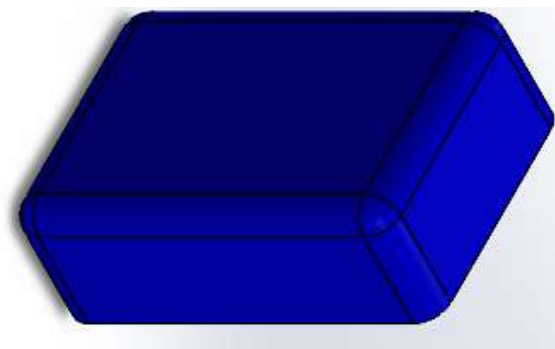
Espuma Hombrera

Figura 42

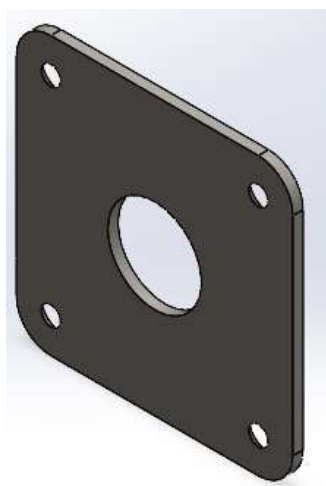
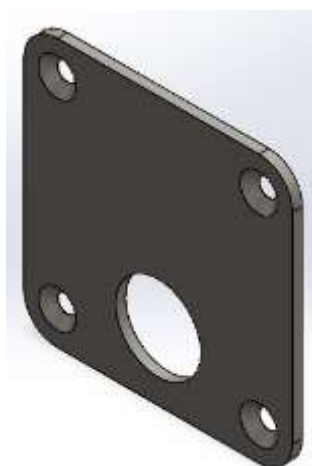
Vista Isométrica Platina Base Hombrera

Figura 43

Vista Isométrica Platina Espaldares

2.6. Cálculos

Al concluir el diseño de las piezas en SolidWorks se inicia con el análisis estático de cada pieza, para mejor comprensión se parte de los siguientes pasos:

Análisis de cuerpo libre: Donde se identifica el plano en que se encuentra la pieza, las condiciones y fuerzas que actúan sobre la misma.

Fuerzas y reacciones: Al identificar las fuerzas que actúan sobre la pieza se puede establecer el valor que tienen las reacciones en cada componente.

Establecer el factor de seguridad y el esfuerzo de von Mises: al conocer el valor de cada reacción, la dirección y las condiciones a las que está sometida la pieza diseñada, planteamos estas condiciones en Solid Works.

Análisis de convergencia: Al realizar el estudio estático de la pieza, se alterna en número de elementos con el fin de obtener estabilidad entre el número de elementos y el esfuerzo de von Mises.

Verificación: Partiendo de las gráficas en los análisis se obtiene la condición de falla donde, se puede determinar las condiciones para mejorar el diseño.

Finalmente se realiza los planos definitivos de cada pieza y ensambles finales de la cama de Pilates.

2.7. Condiciones de la Cama tipo Pilates

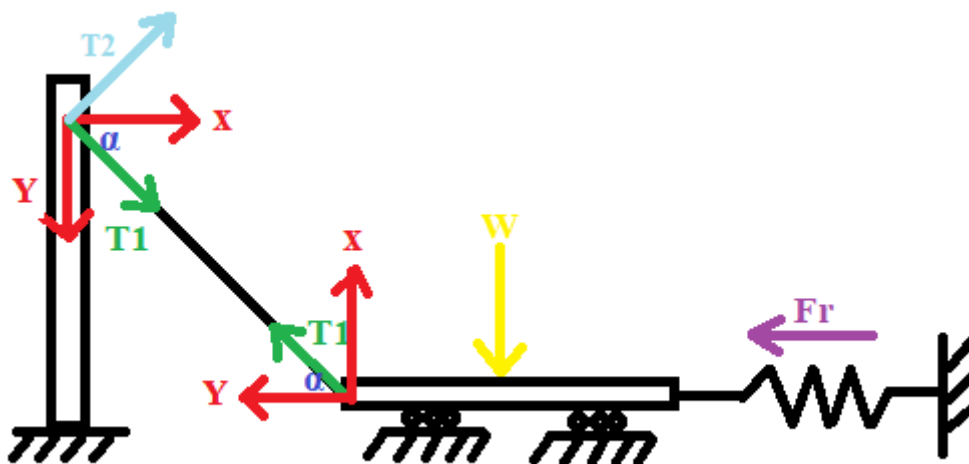
Al observar el diseño CAD de la cama se integra de dos subensambles principales, dicho esto se presenta un análisis del sistema de la cama tipo Pilates completo, un análisis donde se acoplan todas las piezas denominado “Base de la Cama” y finalmente el análisis del conjunto de elementos que componen el sistema “Carro Deslizable”, con el fin de observar el comportamiento a detalle de cada pieza y las fuerzas que actúan sobre las mismas.

2.7.1 Condiciones del sistema completo

Siguiendo los pasos descritos al inicio del capítulo se determina el análisis de cuerpo libre del sistema como se puede observar en la Figura 44.

Figura 44

Diagrama de Cuerpo Libre del Sistema



Fuente: Autor

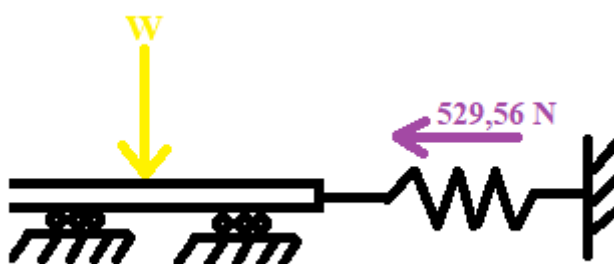
Al identificar las fuerzas que están actuando sobre el sistema, se dividen en dos secciones:

Sección A: Base del Carro y conjunto de Resortes

Las fuerzas que actúan sobre la sección A tenemos el peso (W) y la Fuerza que realizan los resortes (Fr) como se puede observar en la Figura 45.

Figura 45

DCL Sección A



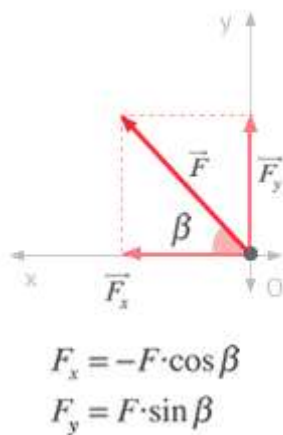
Fuente: Autor

En diseño CAD de la sección A, la cama tiene una combinación de hasta 5 resortes donde se puede variar el valor de la intensidad del conjunto de estos siendo F_r igual a 529,56 N, como resultado de tomar valores de resistencia de una combinación de muelles amarillo, azul, rojo y verde expuesta por la página de resortes MG (MG, 2023).

Ya que, la Tensión 1 (T1) no se encuentra alineada con el eje de movimiento, se obtiene el valor en cada componente como se muestra en la Figura 46.

Figura 46

Descomposición de la Fuerza de Tensión



Fuente: (Fernandez, 2023)

Por lo tanto, se obtiene:

$$T_x = -T \cdot \cos \beta \quad (1)$$

$$T_y = T \cdot \sin \beta \quad (2)$$

Para el cálculo del ángulo β , aplicamos la definición de la función trigonométrica tangente.

$$\tan \beta = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} \quad (3)$$

Como se muestra en la figura al remplazar los valores y despejar el ángulo β en la Ecuación 3, se obtiene:

$$\beta = 19,60^\circ \approx 20$$

Se aplica la Ley de Hooke como describe (Marco Muñoz, 2017) en la página 5 donde:

$$Fr = -(K \triangle X) \quad (4)$$

Mediante la sumatoria de fuerzas en el Eje X como menciona primera ley de Newton “Si la fuerza resultante que actúa sobre una partícula es cero, la partícula permanecerá en reposo (si originalmente estaba en reposo) o se moverá con velocidad constante en línea recta (si originalmente estaba en movimiento)” (Marco Muñoz, 2017), donde se obtiene:

$$T1 = Fr$$

$$Tx = -(K \triangle X)$$

Se remplaza (1) y (4):

$$-T1 \cdot \cos \beta = -(K \triangle X)$$

Al despejar la Tensión y remplazar los valores de β y Fr se obtiene:

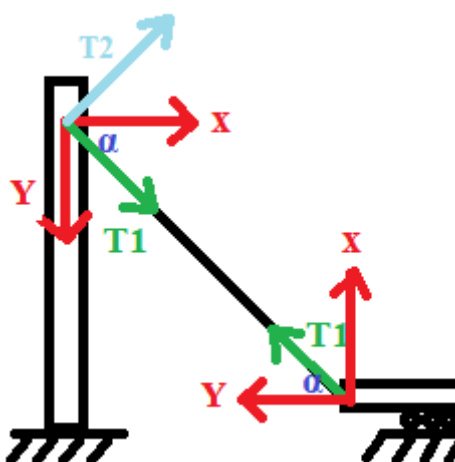
$$T1 = 563,55 \text{ N}$$

Sección B: Sistema de Polea y Carro

Las fuerzas que actúan sobre la Sección B tenemos el peso (W), la Tensión 1 (Fuerza ejercida por el Carro) y la Tensión 2 (Fuerza ejercida por la persona) como se puede observar en la Figura 47.

Figura 47

Diagrama de Cuerpo Libre Sistema Polea Y Carro



Fuente: Autor

Al conocer el Valor de la Tensión 1, partiendo de la Figura, obtenemos:

$$T2 = 2T1$$

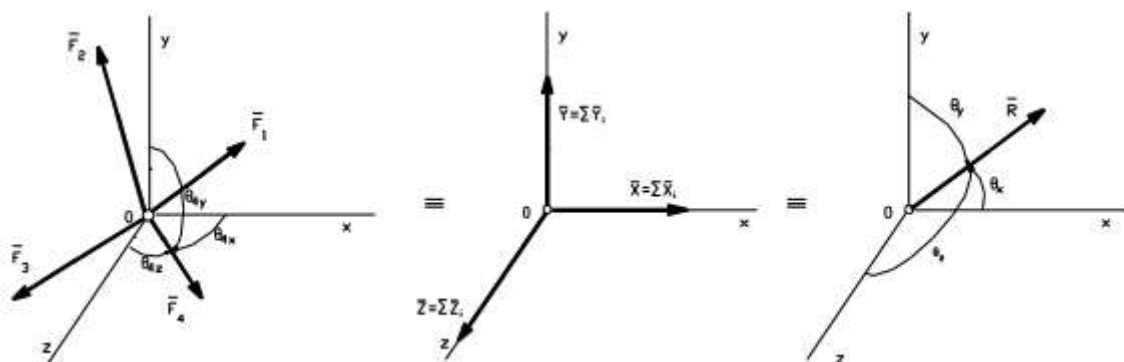
Remplazo T1 en (6):

$$T2 = 1\,127,10\,N$$

T1 y T2 no se encuentran alineadas con el eje de movimiento y están ubicadas en el espacio, por lo tanto, hay que encontrar los cosenos directores para tener el valor de las tensiones en cada eje, como lo muestra Raul Ll. (Salvador, 1999) en la Figura 48.

Figura 48

Descomposición de una Fuerza en el Espacio



Fuente: (Salvador, 1999)

Partiendo de la Figura 48, tenemos el diagrama de cuerpo libre:

Donde para maximizar el tiempo de cálculo de las componentes de T1 y T2 en función de los cosenos directores, se sustituye los valores conocidos y se obtiene la siguiente Tabla 10.

Tabla 10

Valores de las Componentes T1 y T2

Ángulos	T1x	T1y	T1z	T2x	T2y	T2z
23,04	226,625	518,594	226,625	1037,178	453,245	1037,178
24,05	236,559	514,625	236,559	1029,241	473,114	1029,241
34,72	341,511	463,201	341,511	926,393	683,015	926,393
25	245,903	510,746	245,903	1021,483	491,803	1021,483
30	295,084	488,044	295,084	976,078	590,163	976,078
35	344,265	461,626	344,265	923,245	688,524	923,245
40	393,446	431,696	393,446	863,384	786,884	863,384
45	442,626	398,479	442,626	796,952	885,245	796,952
50	491,807	362,230	491,807	724,454	983,605	724,454
55	540,988	323,224	540,988	646,442	1081,966	646,442
60	590,168	281,758	590,168	563,510	1180,326	563,510

Una vez determinada la posición crítica se realiza la suma vectorial de cada componente como se muestra en la Tabla

Tabla 11

Valores Resultantes T1 Y T2 en cada Eje

	X (34,72)	Y (45)	Z (50)
T1	341,510	983,605	226,624
T2	926,393	473,114	724,453
Resultante	1267,903	465,011	951,078

2.8 Validar el Diseño

Para asegurar la validación del diseño, se necesita determinar el factor de seguridad del sistema en conjunto y de cada pieza en forma individual, dicho esto se calcula el factor de seguridad y se valida el diseño.

2.9 Factor de Seguridad en las Piezas

Al determinar el módulo y dirección de las fuerzas en las piezas se debe identificar el tipo de apoyo a la que estas están sometidas, por lo tanto, se clasifican en 3 géneros de forma ordinal, donde el primer género pertenece a los apoyos sobre rodillos y sus semejantes, el segundo género constituye a apoyos articulados y los empotramientos como tercer género; en la Figura 49, se exponen las reacciones en cada apoyo como muestra Jairo U. (Escamilla, 1992).

Figura 49

Tipos de Apoyos y Reacciones en Cada Componente



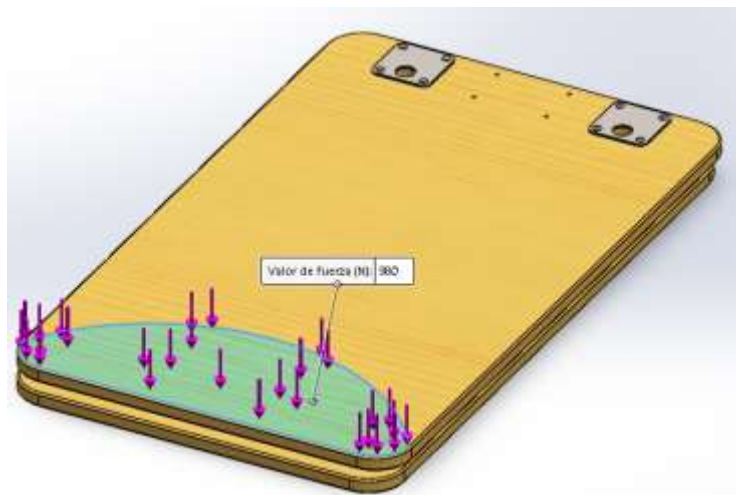
Fuente: (Escamilla, 1992)

Con todos los datos se realiza un análisis estático de la pieza con apoyo de la herramienta “simulation” del programa SolidWorks con a fin de encontrar el factor de seguridad de cada pieza y el Esfuerzo de von Mises.

A continuación, se presenta el diagrama de cuerpo libre las piezas, la Figura 50, expone la fuerza aplicada sobre el conjunto del Carro deslizable mismo que funciona como un solo sistema, además se detalla el área donde se aplica la Fuerza en este caso el Peso de la persona.

Figura 50

Fuerza Aplicada al Carro Deslizable

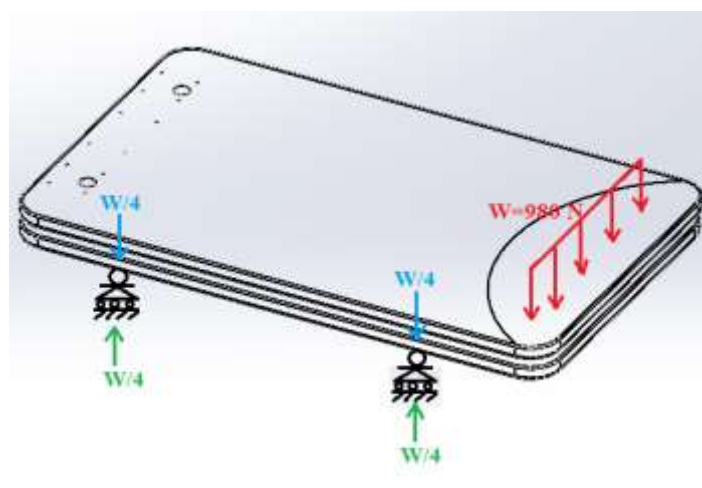


Nota. El área sombreada es considerada como crítica ya que se encuentra como primer punto de apoyo para la persona cuando use la cama.

La Figura 51, muestra el diagrama de cuerpo libre (DCL) donde se presenta las reacciones que produce la fuerza W sobre el sistema

Figura 51

DCL Carro Deslizable



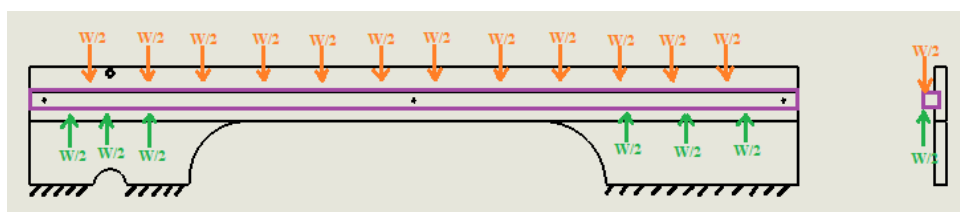
Al contar con 4 ruedas en el sistema como puntos de apoyo la Fuerza es igual a $W/4$ ya que en una condición ideal cada punto de apoyo tendrá una fuerza semejante

consecutivamente, esto se asume con el fin observar las reacciones que se producen en el sistema de la llanta del carro, tal como se muestra en la Figura 51.

La Figura 52, muestra el diagrama de cuerpo libre (DCL) del larguero, donde $W/2$ actúa de forma directa con el larguero transmitiendo esta fuerza desde los dos puntos de apoyo o ruedas hacia eje de desplazamiento y este a su vez hacia el larguero

Figura 52

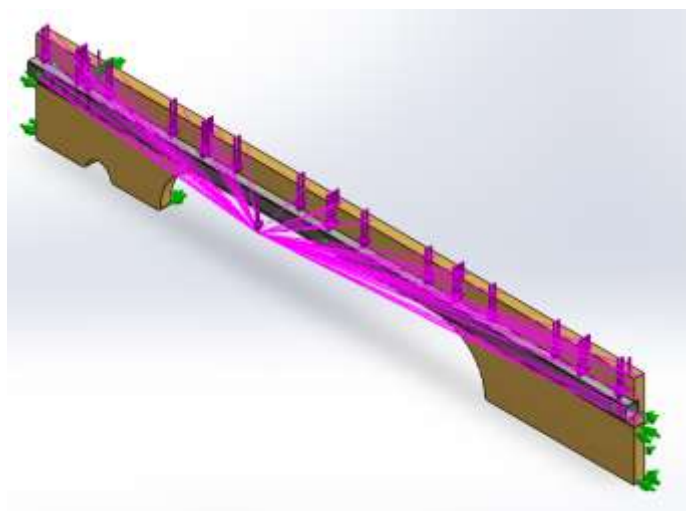
DCL Conjunto Larguero



En la Figura 53, se aprecia la relación que existe entre la representación de las fuerzas en el software y el DCL de la Figura 52.

Figura 53

DCL Conjunto Larguero



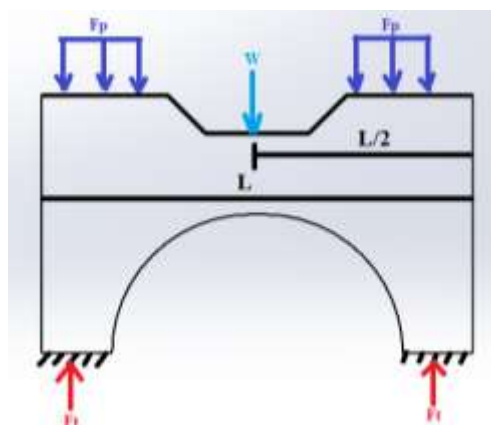
En el sistema hay que destacar dos aspectos, primero la Fuerza $W/2$ está representada por una flecha de color morado que muestra la ubicación de la fuerza, y las flechas de color naranja muestran el comportamiento de esta fuerza sobre este mismo.

Es importante tomar en cuenta el sistema de coordenadas del Software en los subensamblajes ya que este debe coincidir con la ubicación correcta de la Fuerza con el fin de no generar errores al momento de llevar a cabo el análisis.

Por lo tanto en la Figura, se presenta el DCL del conjunto de piezas denominado cabezal superior.

Figura 54

Conjunto Cabezal Superior

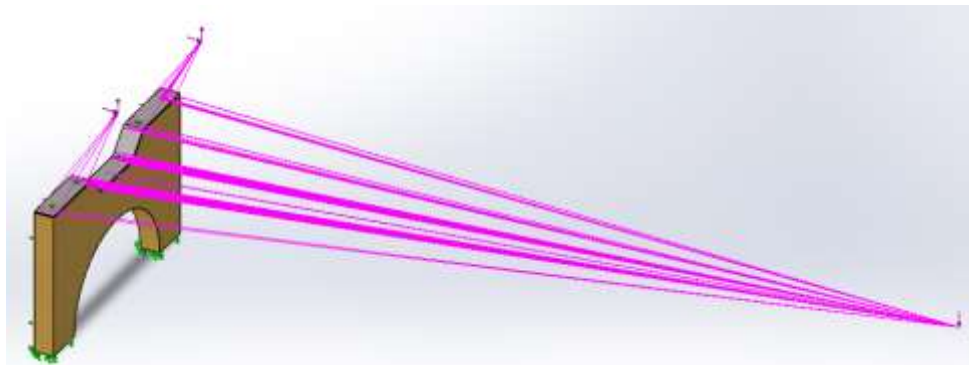


Como se puede observar en la Figura 54, existen 2 Fuerzas una que actúa de forma directa sobre el sistema que concierne a la fuerza ejercida por las cuerdas en las poleas denominada F_p y una la Fuerza externa W que da como resultado la siguiente ecuación:

$$F_t = W + F_p$$

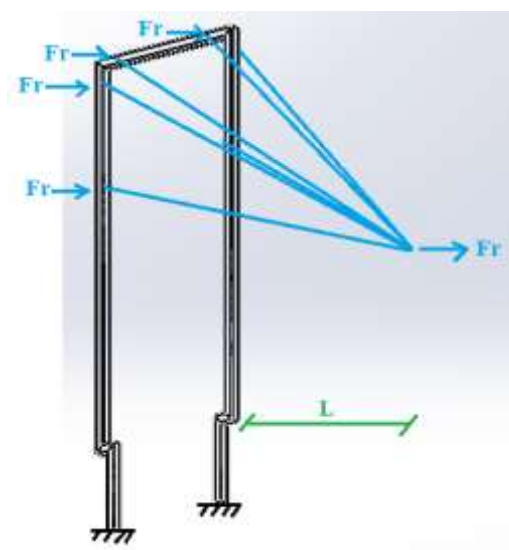
Como resultado de las fuerzas y restricciones se obtiene la siguiente representación en el software como se observa en la Figura 55.

Figura 55

Conjunto Cabezal Superior

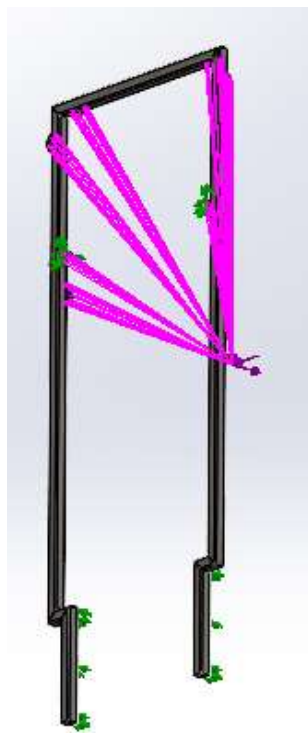
El Marco principal es otra de las piezas sometidas a fuerzas externas como se muestra en la Figura 56,

Figura 56

DCL Marco Principal

Esta pieza tiene 3 pares de Ganchos donde se asientan los accesorios sometidos a la fuerza externa que en este caso se toma como valor máximo a la combinación de 3 muelles negros que suman 54 kgF, como muestra (MG, 2023).

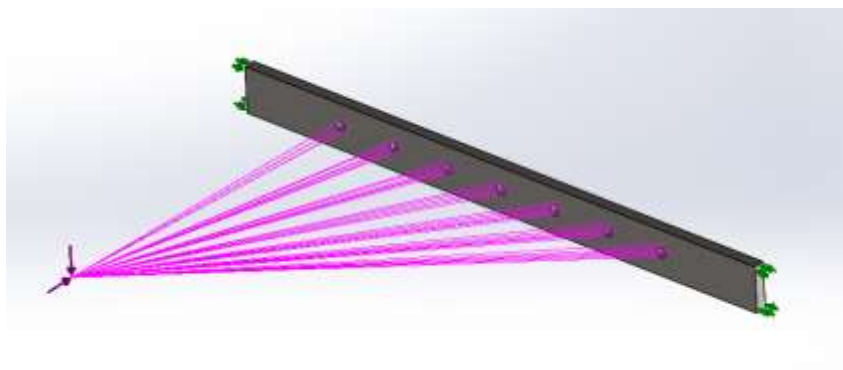
Figura 57

Conjunto del Marco Principal

Para verificar que se realice el análisis de forma correcta se debe emplear condiciones de sujeción en este caso una fija en la parte inferior y una bisagra en la zona media.

La Figura 58, muestra el DCL de la Platina en la que se enganchan los muelles en este caso 3 de máxima resistencia dando como resultado 529,56 N.

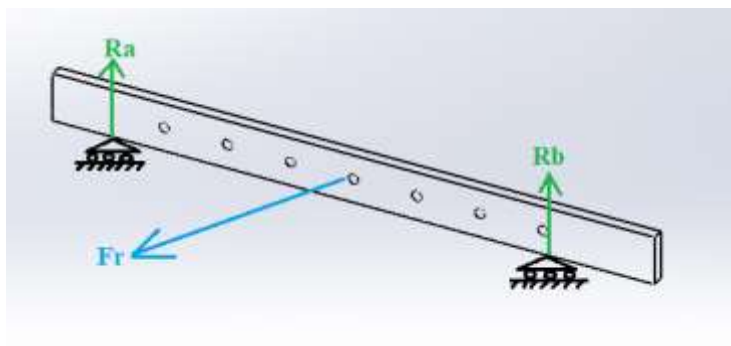
Figura 58

DCL Platina Resortes

En la Figura 59, se muestra la aplicación de la Fuerza en el Software.

Figura 59

DCL Platina Resortes



2.10 Análisis de Convergencia

Con la representación de las Fuerzas en el software se realiza un análisis estático donde se puede observar el comportamiento de las piezas con respecto a estas fuerzas a fin de validar el diseño el Software realiza los cálculos del factor de seguridad y el Esfuerzo de von Mises en función de las propiedades del material y el mallado de la pieza.

Mediante la opción **mall** se puede cambiar el número de elementos como se observa en las Figuras 60 y 61, por lo cual se repetirá este proceso con cada una de las piezas las veces que se considere necesarias con el fin de encontrar una estabilidad entre los factores descritos con anterioridad.

Figura 60

Malla

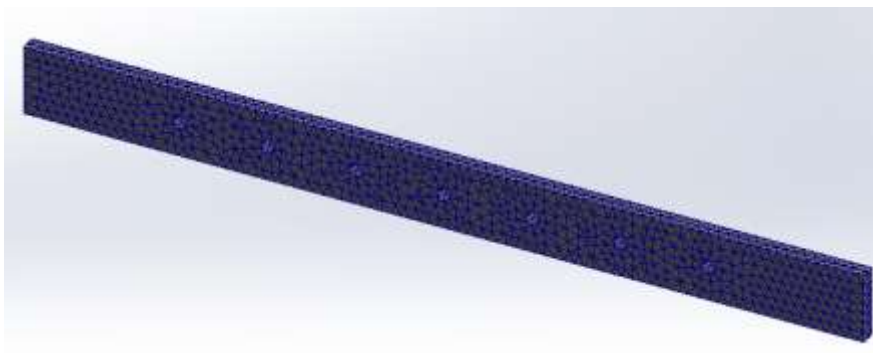


Figura 61

Detalles del mallado

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático 1 (-Predeterminado-)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Transición automática	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla	Desactivar
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño de elemento	7,15108 mm
Tolerancia	0,357554 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	13779
Número total de elementos	7669
Cociente máximo de aspecto	3,4894
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	99,6

En las Tablas 12 y 13, muestran la relación entre el número de elementos y el Esfuerzo de vonMises de los conjuntos de piezas que se realiza el análisis estático.

Tabla 12

Número de Elementos vs EVM

Eje Polea		Larguero		Cabezal Superior	
Número de Elementos	EVM (Mpa)	Número de Elementos	EVM (Mpa)	Número de Elementos	EVM (Mpa)
7247	85,68	21827	25,1	10908	48
7941	86,53	21996	25,5	11130	47,7
8129	85,58	22673	26,4	11493	48,1
9375	85,73	23233	27	11544	47,9
9774	85,67	23880	26,4	12342	46,7
9917	85,78	24419	26,8	12483	48,2
10517	86,3	26127	27,7	12581	48,3
11938	86,88	26226	26,3	12612	48,3
12466	86,46	26808	28	12672	48
13038	86,76	26938	26,6	13478	47,8
14019	86,8	28673	26,8	13809	48

Tabla 13

Número de Elementos vs EVM

Platina		Marco Principal		Carro Deslizable	
Número de Elementos	EVM (Mpa)	Número de Elementos	EVM (Mpa)	Número de Elementos	EVM (Mpa)
17511	52,7	27556	42,26	13594	14,7
16492	52,1	29114	39,78	13183	23,21
15438	51,7	30936	39,84	12575	20,68
15095	53	31556	39,35	12420	21,5
14162	52,4	36458	42,43	12024	19,77
13729	52,1	38237	44,15	11769	20,78
11664	52	39525	39,02	11328	19,3
10850	52,7	51895	46,68	10690	15,3
10534	52,5	53011	45,16	10502	17,1
9969	52,5	53518	47,42	9823	16,99

CAPITULO III

3 RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados que se obtienen al realizar el análisis estático de las piezas que conforman la cama además de la validación de las simulaciones a través del análisis de convergencia.

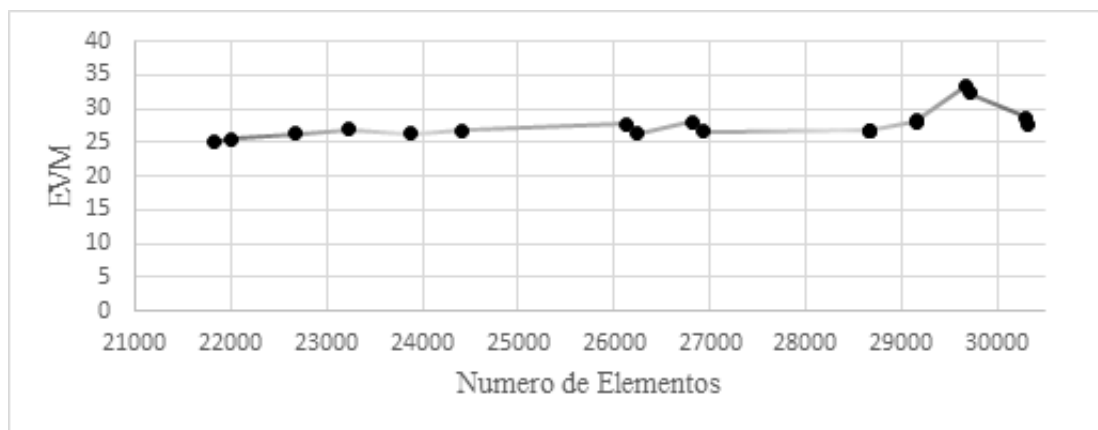
3.1 Resultados Gráficos del Análisis de Convergencia

Con los datos de las Tablas 12 y 13, se presenta una serie de gráficas a continuación con el fin de determinar el factor de Seguridad es Real.

Conjunto del Larguero

Figura 62

Número de Elementos vs EVM Conjunto Larguero



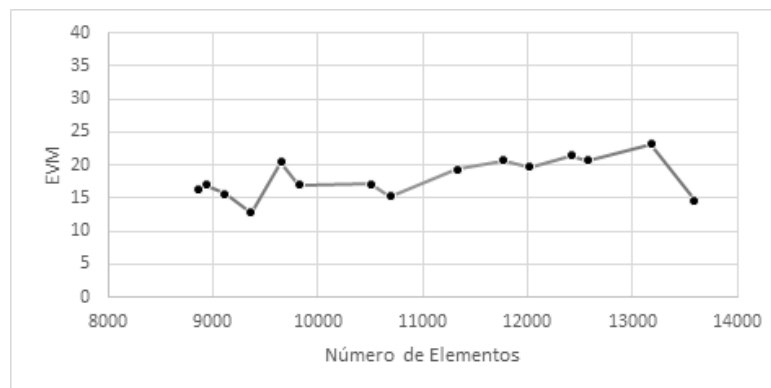
Resultado

Al variar los elementos podemos observar que existe una estabilidad de nivel aceptable en la Figura 62, por lo tanto, el factor de seguridad es real 2,7.

Conjunto del Carro Deslizable

Figura 63

Número de Elementos vs EVM Conjunto Carro Deslizable



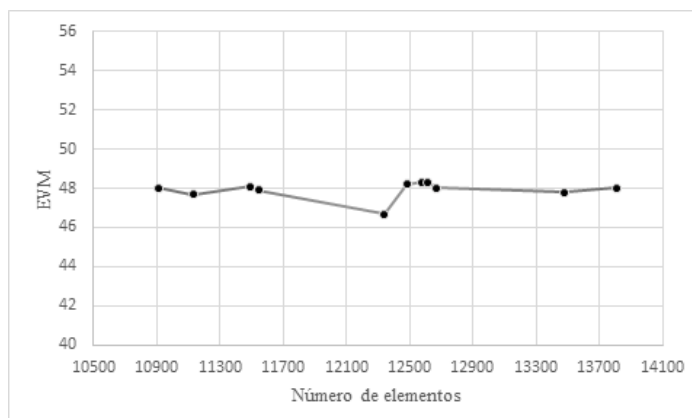
Resultado

Por lo tanto, el promedio del factor de seguridad del sistema es de 5,6; existe una diferencia de 7,9 entre el valor máximo y mínimo del EVM, donde el factor de seguridad de ambos puntos supera el valor mínimo requerido en máquinas y equipos.

Conjunto Cabezal Superior

Figura 64

Número de Elementos vs EVM Conjunto Cabezal Superior



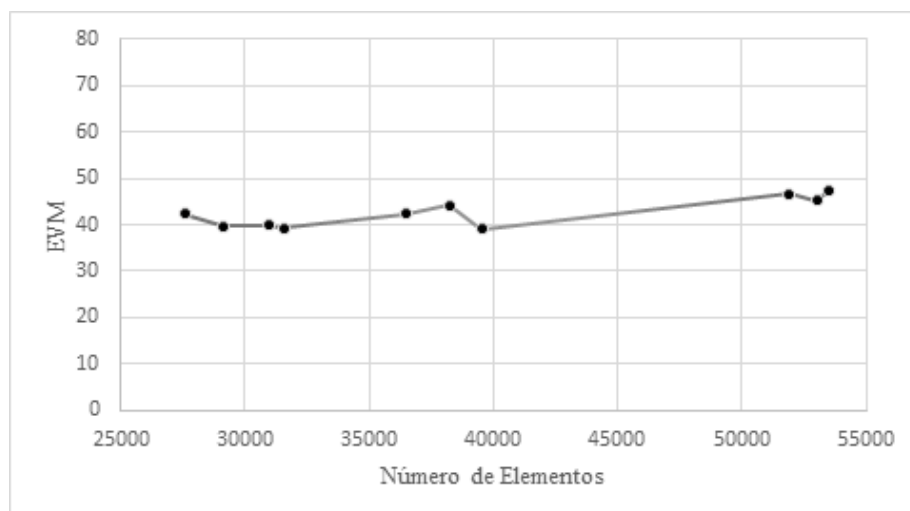
Resultado

El Factor de seguridad promedio del sistema es de 2,8, en este caso existe un único valor con una variación de 1,3 con el valor máximo entonces se considera como despreciable dando un factor de seguridad real de 2,3.

Conjunto Marco Principal

Figura 65

Número de Elementos vs EVM Conjunto Marco Principal



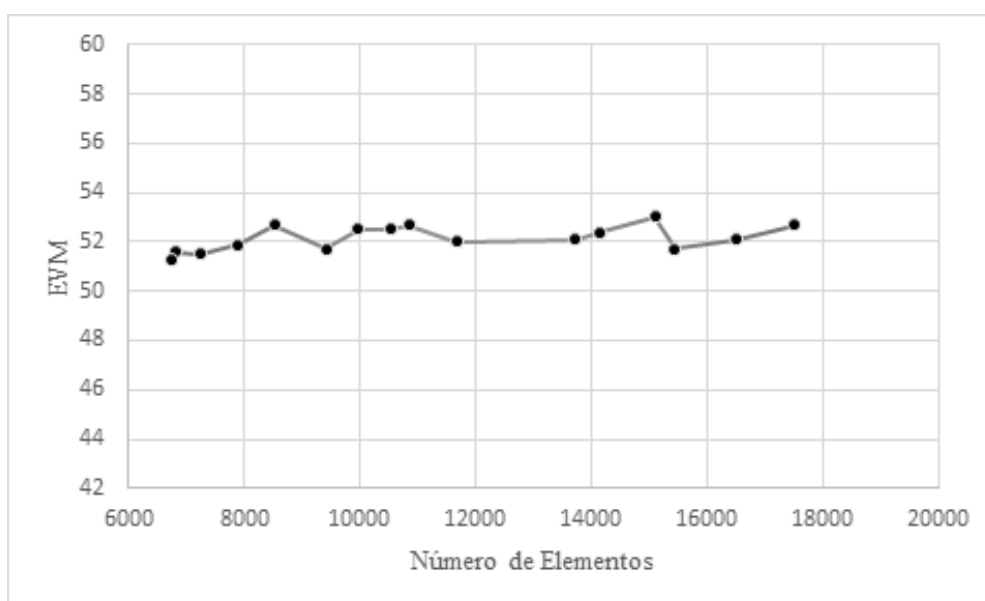
Resultado

La gráfica se encuentra en un nivel altamente estable la diferencia entre los valores del esfuerzo es 0,4 un valor despreciable por lo tanto el valor real del factor de seguridad es 3,3.

Platina resortes

Figura 66

Número de Elementos vs EVM Platina Resortes



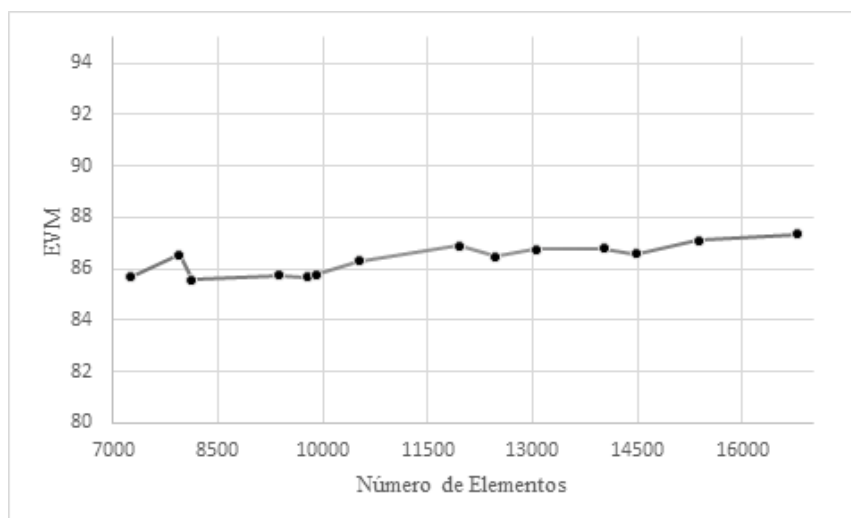
Resultado

La pieza tiene una estabilidad muy alta teniendo una diferencia máxima entre los valores del esfuerzo de 1,2, prácticamente despreciable y muestra un factor de seguridad 4,8 como mínimo.

Conjunto Barra Polea

Figura 67

Número de Elementos vs EVM Conjunto barra Polea



Resultados

Al ser el conjunto con mayor exposición a fuerzas externas para realizar el análisis estático, se presentó un gran consumo donde la pieza cuenta con una buena estabilidad con un factor de seguridad de 2,9.

Conclusiones

La Estabilidad de los valores del Esfuerzo de vonMises no es dependiente ala variación número de elementos del mallado.

El análisis de convergencia ayuda a determinar si las condiciones de las reacciones y apoyos que se representan en el análisis de cuerpo libre se interpretan de forma correcta en el Software, ya que, esta es una herramienta de apoyo que se debe analizar con criterio para poder interpretar los resultados obtenidos de forma correcta.

Recomendaciones

Tener en cuenta que un mallado mixto ayuda a no generar errores en piezas de miembro estructural al realizar el análisis estático.

Verificar la ubicación del origen en las piezas y en los subensambles con el fin situar de manera correcta las Fuerzas

Con los resultados de los análisis de convergencia se obtiene los valores de la Tabla 14, misma que muestra el factor de seguridad mínimo de cada pieza además de que todos estos valores sobrepasan el factor límite de 2 propuesto en esta investigación.

Tabla 14

Factor de Seguridad Mínimo

Conjunto	FDS mínimo
Larguero	2,7
Carro Deslizable	5,3
Cabezal Superior	2,5
Marco Principal	3,3
Platina Resortes	4,8
Barra Polea	2,9

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El diseño de la Cama tipo Pilates aporta a la rehabilitación de miembros inferiores debido a la capacidad de realizar desplazamientos lineales y rotatorios, además de una resistencia considerable.

Se evidencio que los resultados obtenidos en base a la metodología utilizada en esta investigación fueron satisfactorios ya que permitió identificar los parámetros que validaron su funcionamiento.

En esta investigación se mostró que la forma y dimensión escogida para cada pieza fue idónea además de diseñada para no sufrir alteraciones significativas

Los materiales utilizados durante el proceso de diseño garantizaron que el funcionamiento y resistencia de la cama den resultados óptimos, cabe recalcar que la estructura de dichos materiales sufrió las menores modificaciones posibles.

Finalmente se evidencio que la viabilidad de esta investigación recae en el uso de materiales disponibles en el mercado nacional obteniendo un ahorro del 45% del costo total de importación.

4.2 Recomendaciones

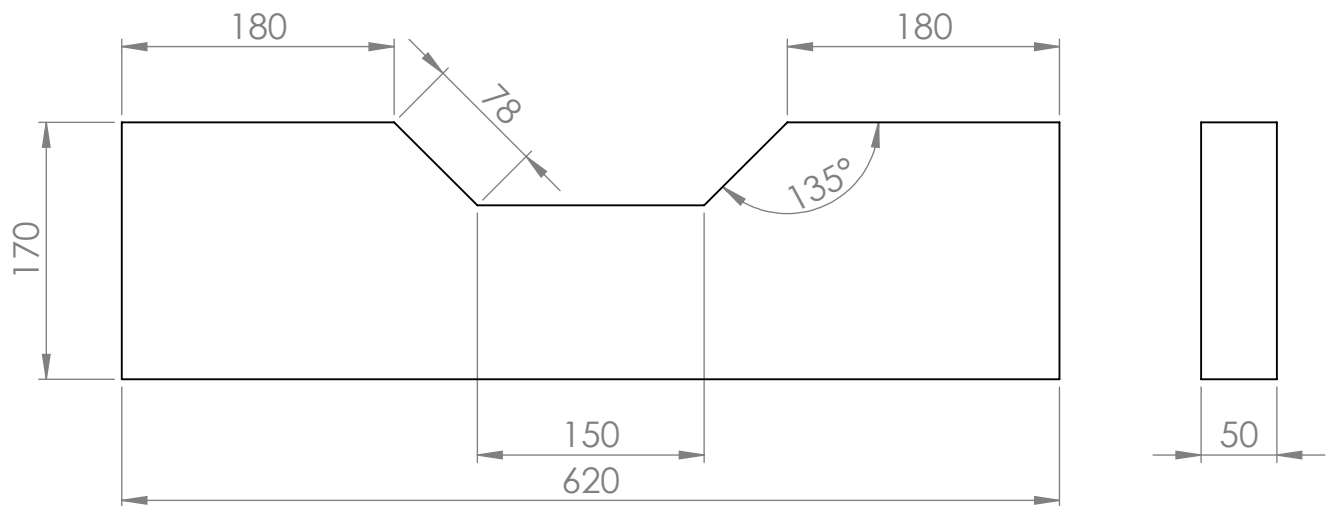
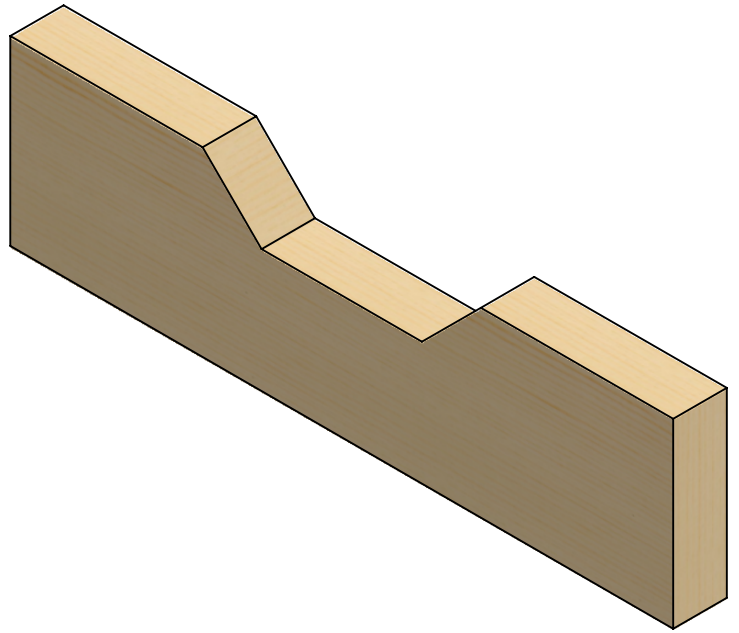
Se recomienda priorizar los requerimientos del cliente mediante estrategias donde no se vea afectado el costo de producción así mismo plantear otra metodología a fin de realizar una comparativa fundamentada principalmente en la obtención de los resultados de los parámetros de funcionamiento.

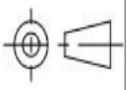
Utilizar otros tipos de materiales para las piezas que cuente con características mecánicas semejantes o mejores a fin de mejorar la vida útil de la cama de Pilates

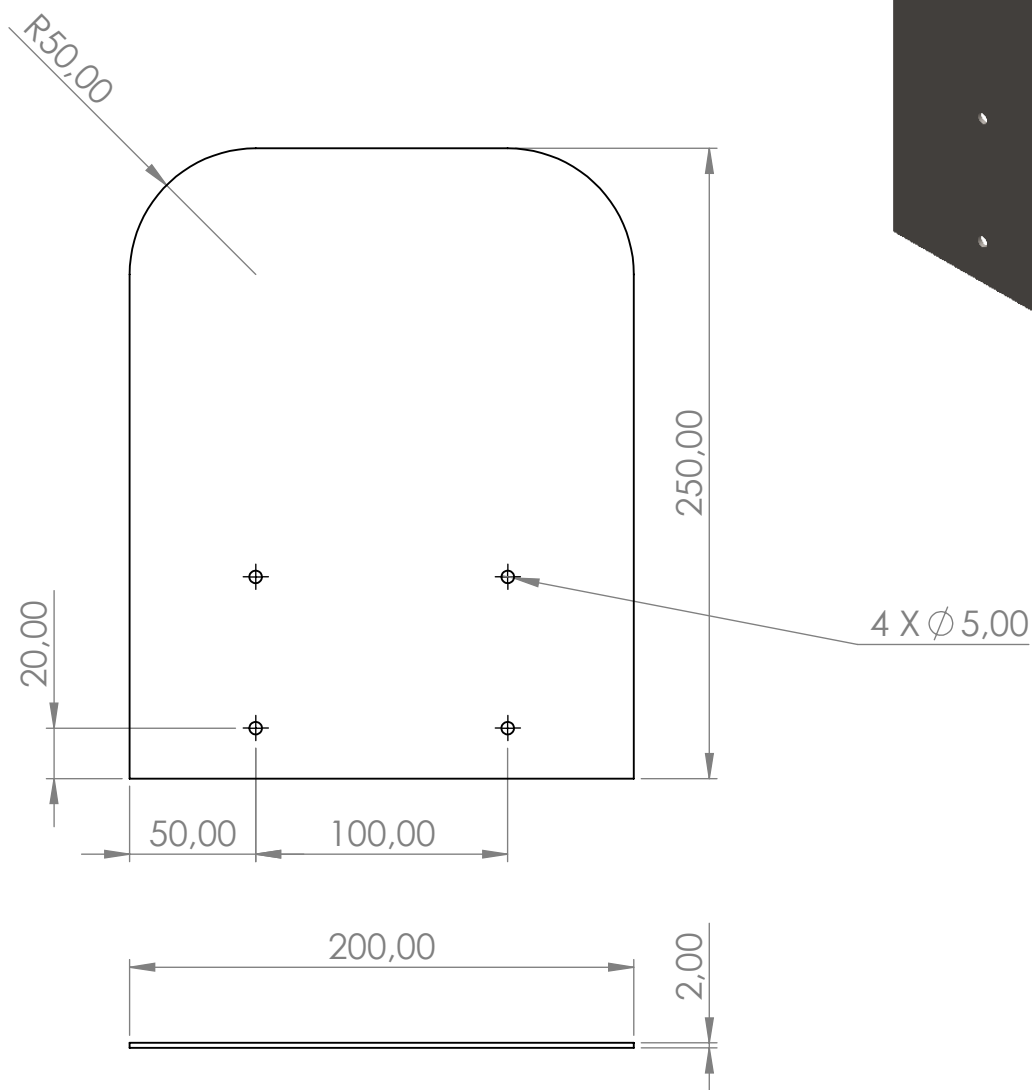
BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos. (2021). *Reportes Nacionales Abril 2021*. Quito.
- Boix-Vilella S, L.-Z. E.-R. (2017). Evidencias de la práctica Pilates sobre la salud mental de personas sanas. *Revisión Universidad y Salud*, 301-308.
- CÁRCELES, N. D. (2015). PILATES COMO COMPLEMENTO EN EL ENTRENAMIENTO DE FÚTBOL DE ALTO RENDIMIENTO. *Trabajo para la obtención del Título de Graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Madrid, España.
- Carlos Hernández Rodríguez, M. C. (21 de 11 de 2017). LA IMPORTANCIA DEL BENCHMARKING COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA CALIDAD EN EL SERVICIO EN LAS ORGANIZACIONES. Xalapa, Veracruz, México.
- Escamilla, J. U. (1992). *Análisis de Estructuras*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Fernandez, J. (12 de 01 de 2023). *FISICALAB*. Obtenido de FISICALAB: www.fisicalab.com/%2Fapartado%2Fdescomposicion-fuerzas%3Ffbclid%3DIwAR3_6nz7gyeMtHgTxnaMeW1yVNgQkX2m-Sqh09NB1HBkFqrCVvHWT5Y3ii4&h=AT03sEmWVKZwfOuhN84h1-65c5Nf7lj-zP7RKfTCvAfJhGn5-YkWuu-kEKsG2QQ2z7TAs60LMzzZXIBs1
- Gambini, E. (2015). Aptitudes Para el Rendimiento Físico Método Pilates . *Aptitudes Para el Rendimiento Físico Método Pilates* . Buenos Aires, Argentina: Universidad FASTA. Facultad de Ciencias Médicas.
- INEC-ENEDUM. (2020). *Indicadores de Pobreza y Desigualdad*.
- ISAF, I. (8 de Octubre de 2018). *Instituto de la Ciencia de la Actividad Física*. Obtenido de Instituto de la Ciencia de la Actividad Física: <https://blog.institutoisaf.es/principios-basicos-del-pilates>

- Latey, P. (2001). The Pilates Method: History and Philosophy. *Harcourt Publishers*, 275-282.
- Marco Muñoz, A. V. (2017). *Ley de Hook*. Barcelona.
- MG. (08 de 01 de 2023). *Resortes MG*. Obtenido de Resortes MG: <http://www.resortesmg.com.ar/linea-fitness/pilates-reformer/>
- Salvador Boix Vilella, E. L. (02 de Octubre de 2014). ¿Hay beneficios psicosociales por la práctica Pilates? Un análisis de la literatura científica. Murcia, España: Departamento de Psicología de la Salud, Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Salvador, R. L. (1999). *ESTATICA APLICADA*. Mendoza: Editorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.
- Savage, O. (5 y 6 de Octubre de 2006). Método Pilates . *Actividad Física y Alternativa: Yoga, Tai-Chi y Método Pilates* . Andalucía : Secretaría General para el Deporte .
- SILVA, W. F. (2006). INCIDENCIA Y FACTORES DE RIESGO EN PACIENTES CON TRAUMA.
- Soledad Cotella, M. O. (2011). *Método Pilates Manual Teórico Práctico*. Buenos Aires: Ediciones Al Margen.
- VELASTEGUI, Y. R. (01 de 03 de 2022). FORTALECIMIENTO MUSCULAR DEL MIEMBRO INFERIOR POST LESIÓN EN LOS PACIENTES DE LA CLINICA DEL DEPORTE REHABILITACION FISICA Y DEPORTIVA CLINIDER EN EL PERIODO MARZO A MAYO. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.



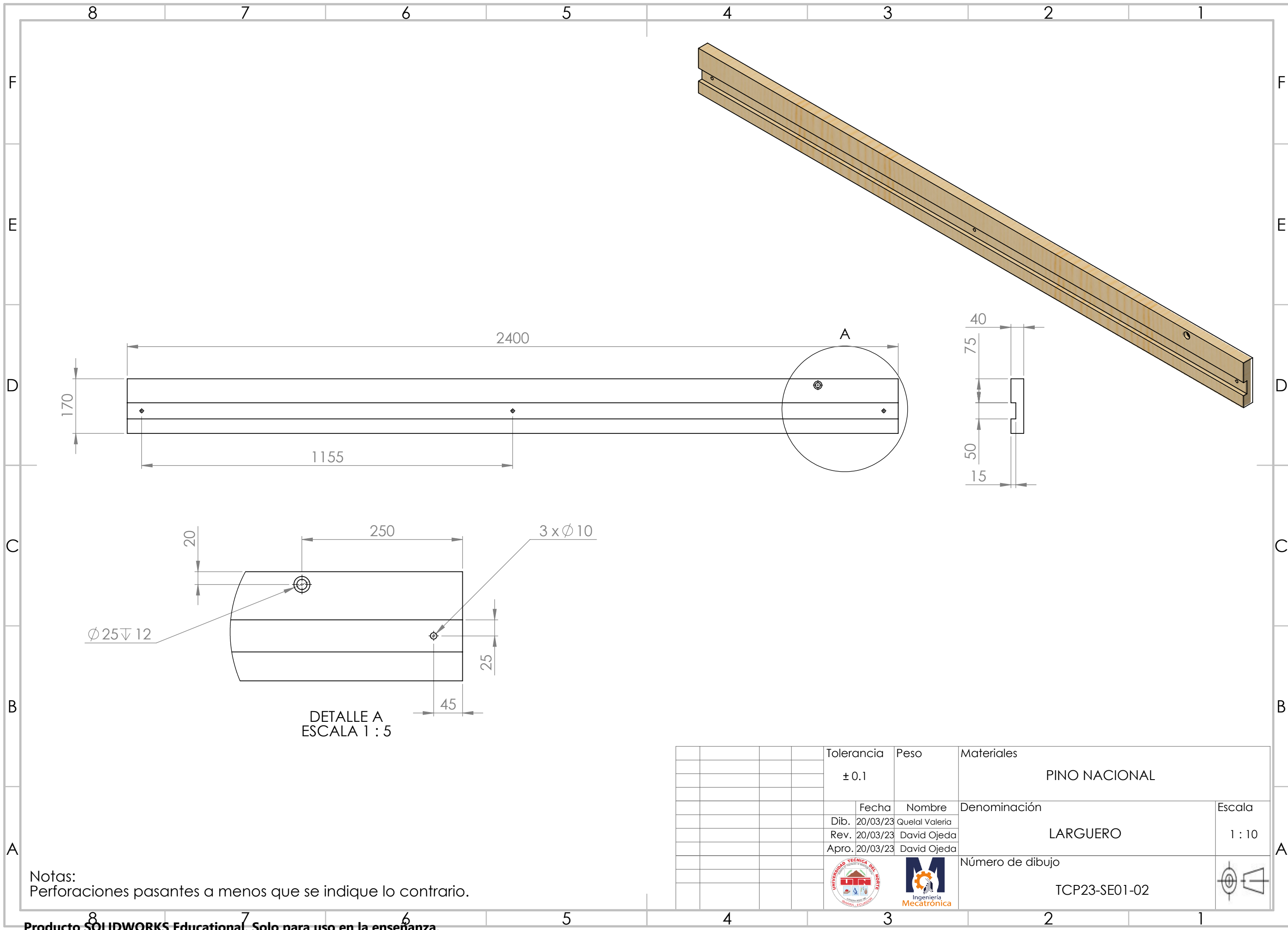
				Tolerancia	Peso	Materiales		
				± 0.1		PINO NACIONAL		
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	CABEZAL SUPERIOR	1 : 5
				Rev.	20/03/23	David Ojeda		
				Apro.	20/03/23	David Ojeda		
								Número del dibujo
						CP23-SE01-20		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre					

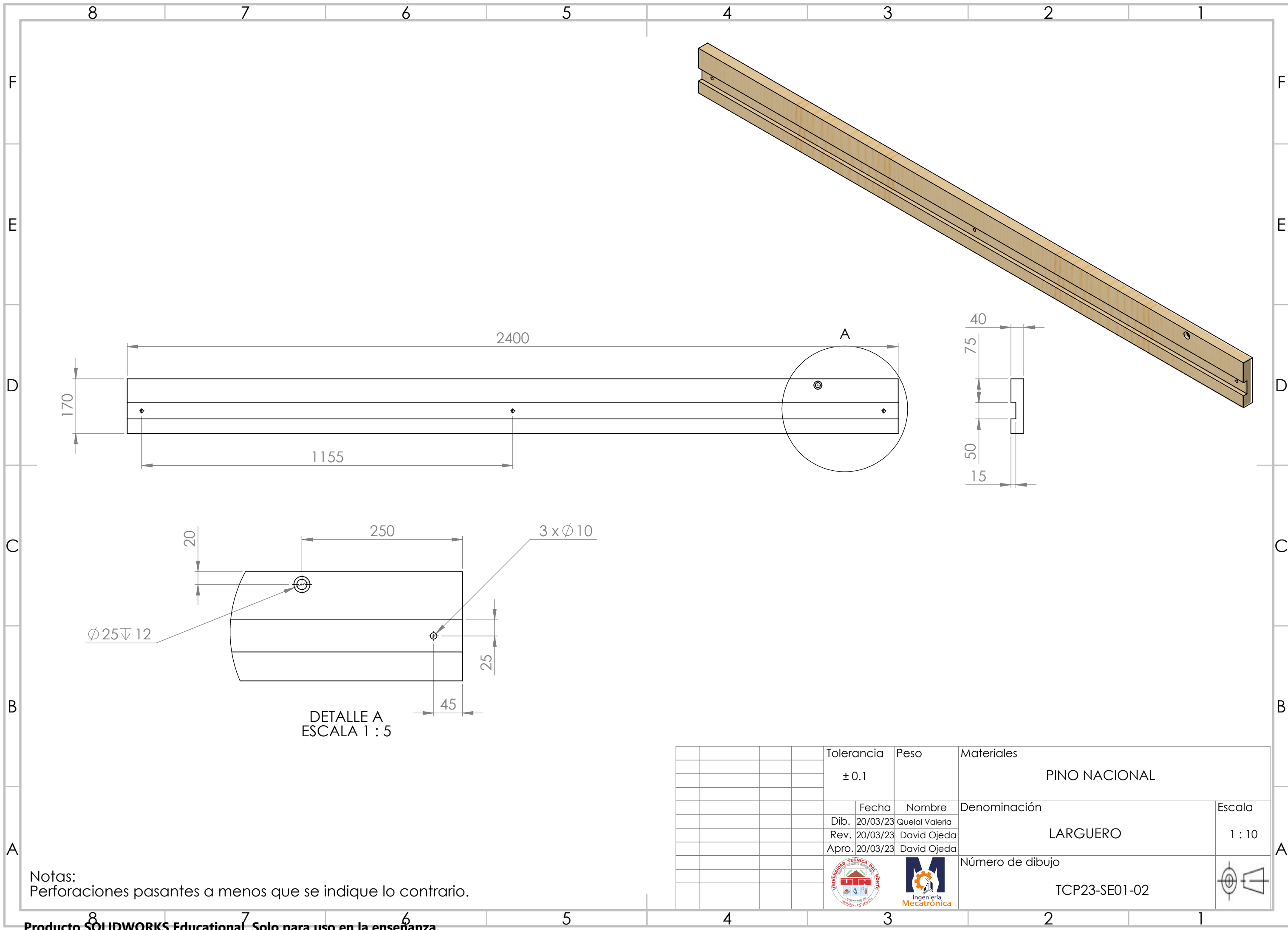


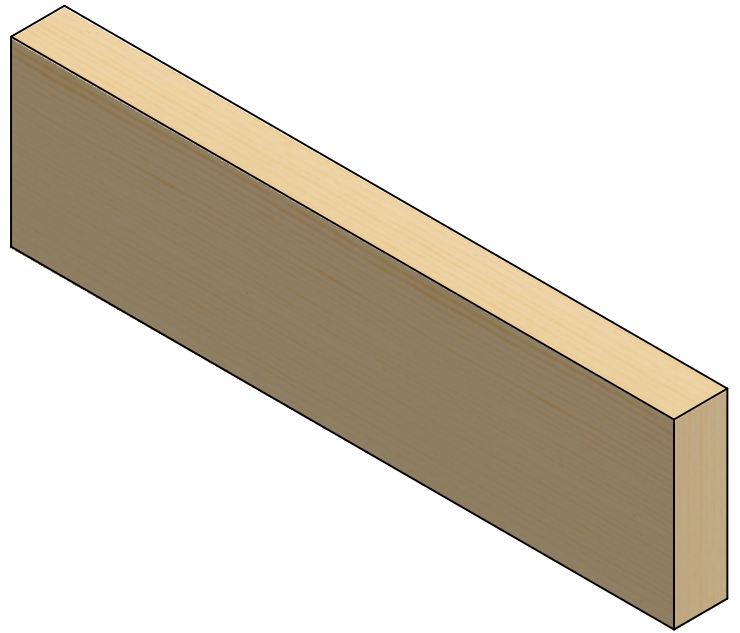
Notas:

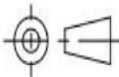
Perforaciones pasantes a menos que se indique lo contrario.

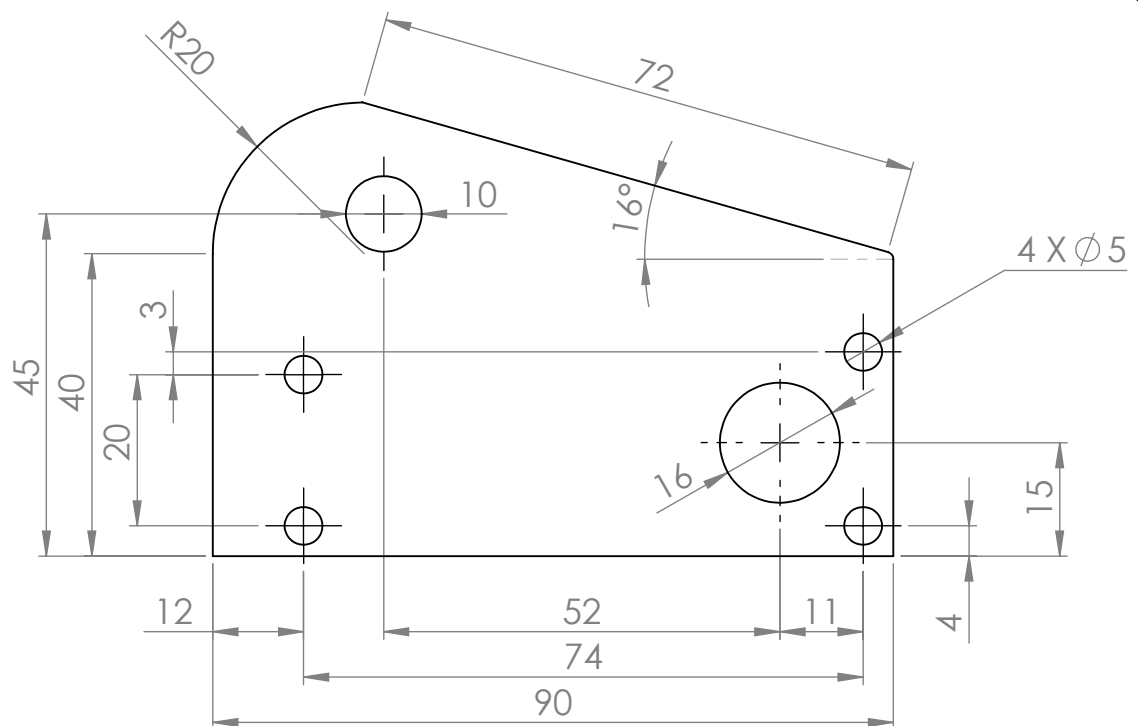
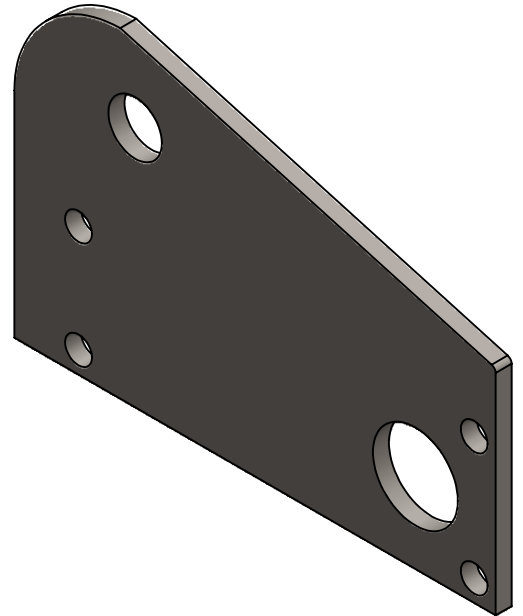
				Tolerancia	Peso	Materiales	
				± 0.1		ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
				Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib. 20/03/23	Quelal Valeria	PLATINA BASE APOYO CABEZA	1 : 3
				Rev. 20/03/23	David Ojeda		
				Apro. 20/03/23	David Ojeda		
				 		Número del dibujo	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE02-11	



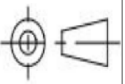


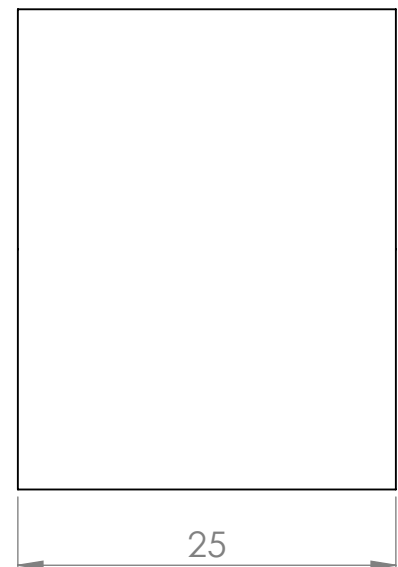
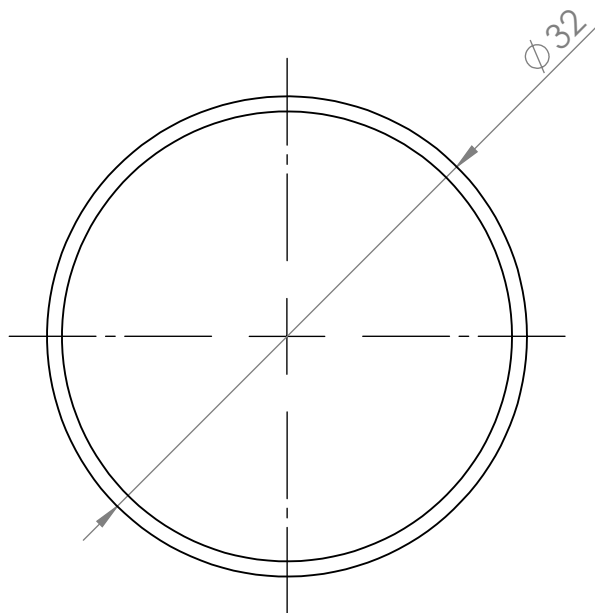
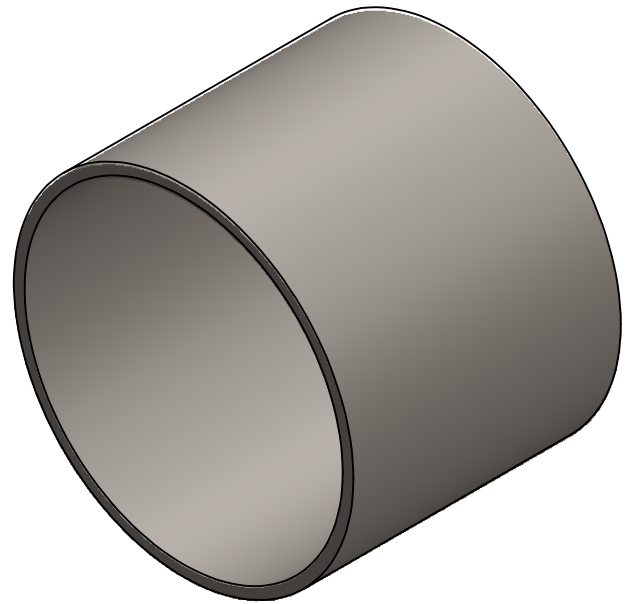


				Tolerancia	Peso	Materiales		
				± 0.1		PINO NACIONAL		
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	CABEZAL INFERIOR	1 : 5
				Rev.	20/03/23	David Ojeda		
				Apro.	20/03/23	David Ojeda		
						Número del dibujo		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE01-03		

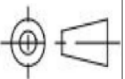


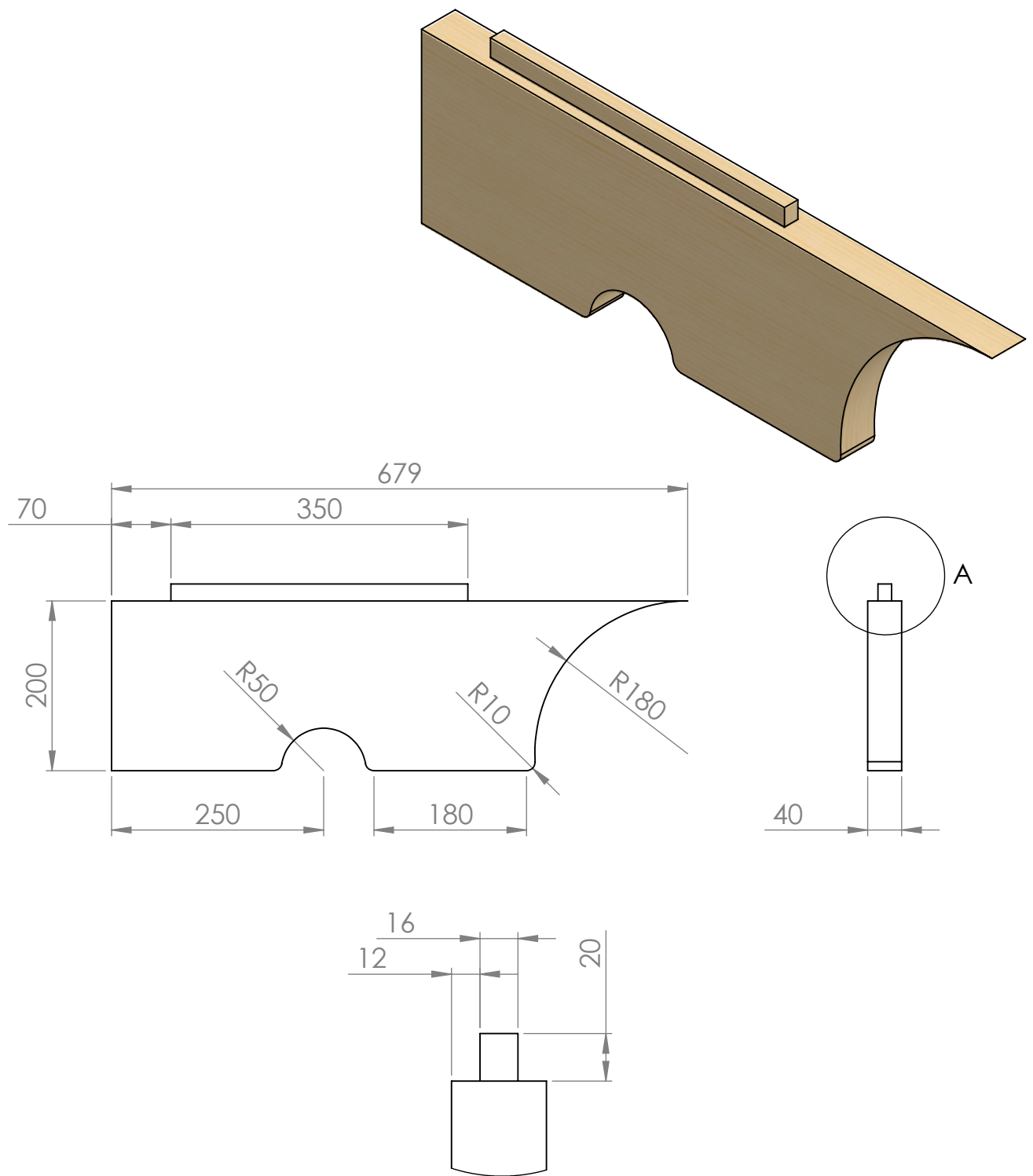
Notas:
Perforaciones pasantes a menos que se indique lo contrario.
Espesor platina de 3mm.

				Tolerancia	Peso	Materiales	
				± 0.1		ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
				Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib. 20/03/23	Quelal Valeria	PLATINA BASE REGULADOR	1 : 1
				Rev. 20/03/23	David Ojeda		
				Apro. 20/03/23	David Ojeda		
				 		Número del dibujo	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE01-08	

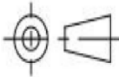


Notas:
Elemento normalizado con espesor de 1,5 mm.

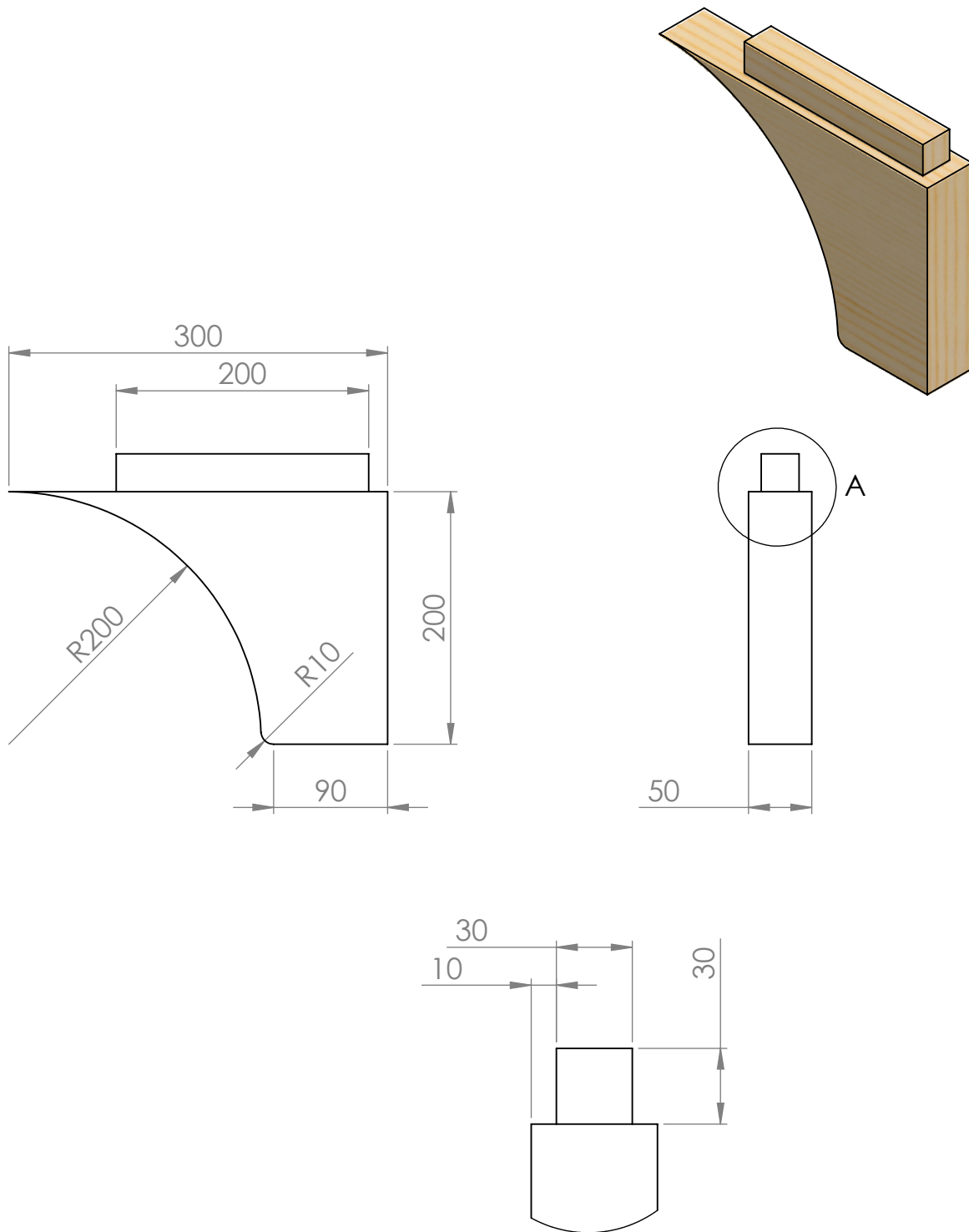
				Tolerancia	Peso	Materiales		
				± 0.1		ACERO NEGRO		
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	BUJE CARRO DESLIZABLE	2 : 1
				Rev.	20/03/23	David Ojeda		
				Apro.	20/03/23	David Ojeda		
				 			Número del dibujo	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				TCP23-SE01-09	



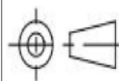
DETALLE A
ESCALA 2 : 5

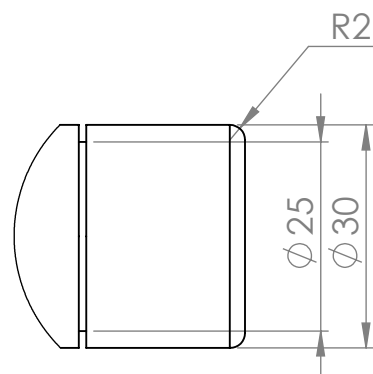
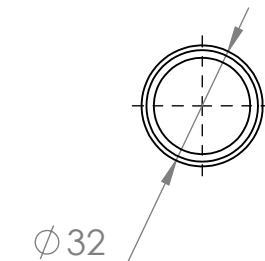
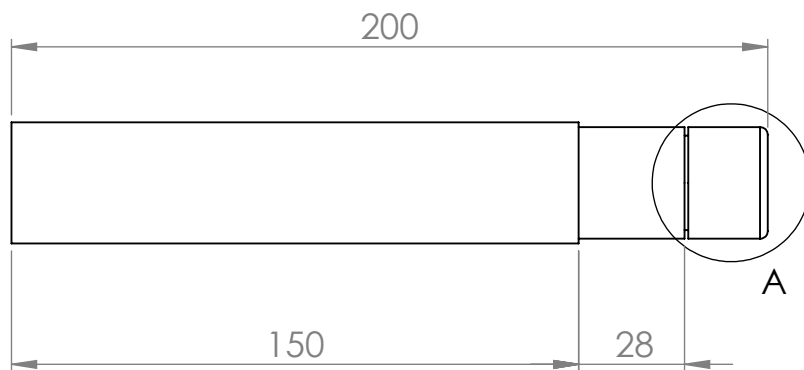
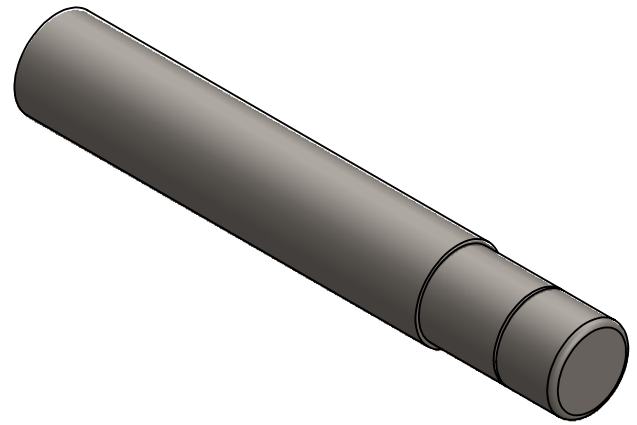
				Tolerancia	Peso	Materiales		
				± 0.1		PINO NACIONAL		
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	BASE LARGUERO	1 : 5
				Rev.	20/03/23	David Ojeda		
				Apro.	20/03/23	David Ojeda		
						Número del dibujo		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE01-10		
								





DETALLE A
ESCALA 2 : 5

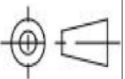
				Tolerancia	Peso	Materiales		
				± 0.1		PINO NACIONAL		
					Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	BASE CABEZALES	1 : 5
				Rev.	20/03/23	David Ojeda		
				Apro.	20/03/23	David Ojeda		
							Número del dibujo	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				TCP23-SE01-11	

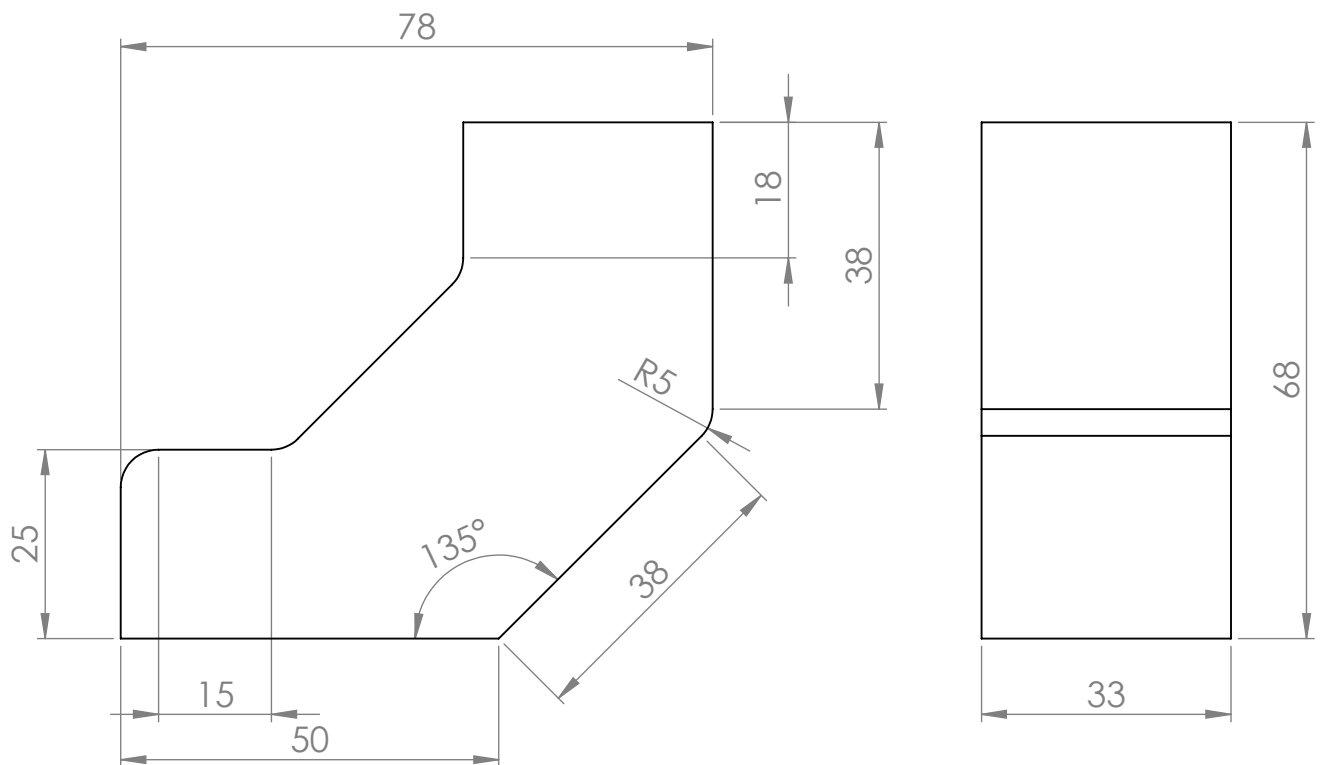
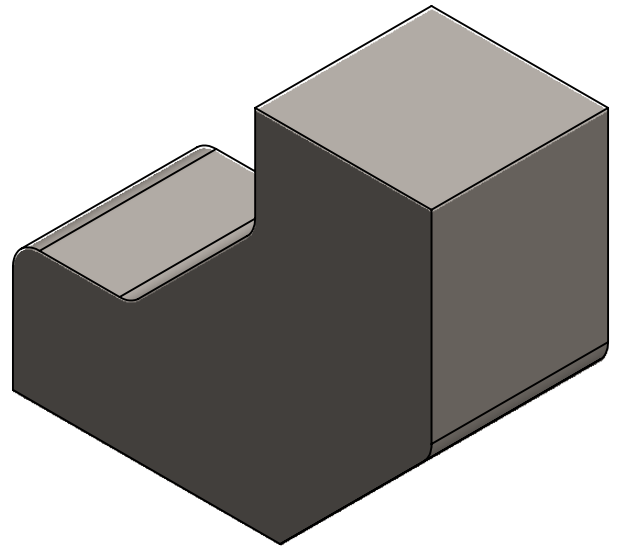


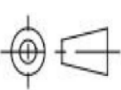
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

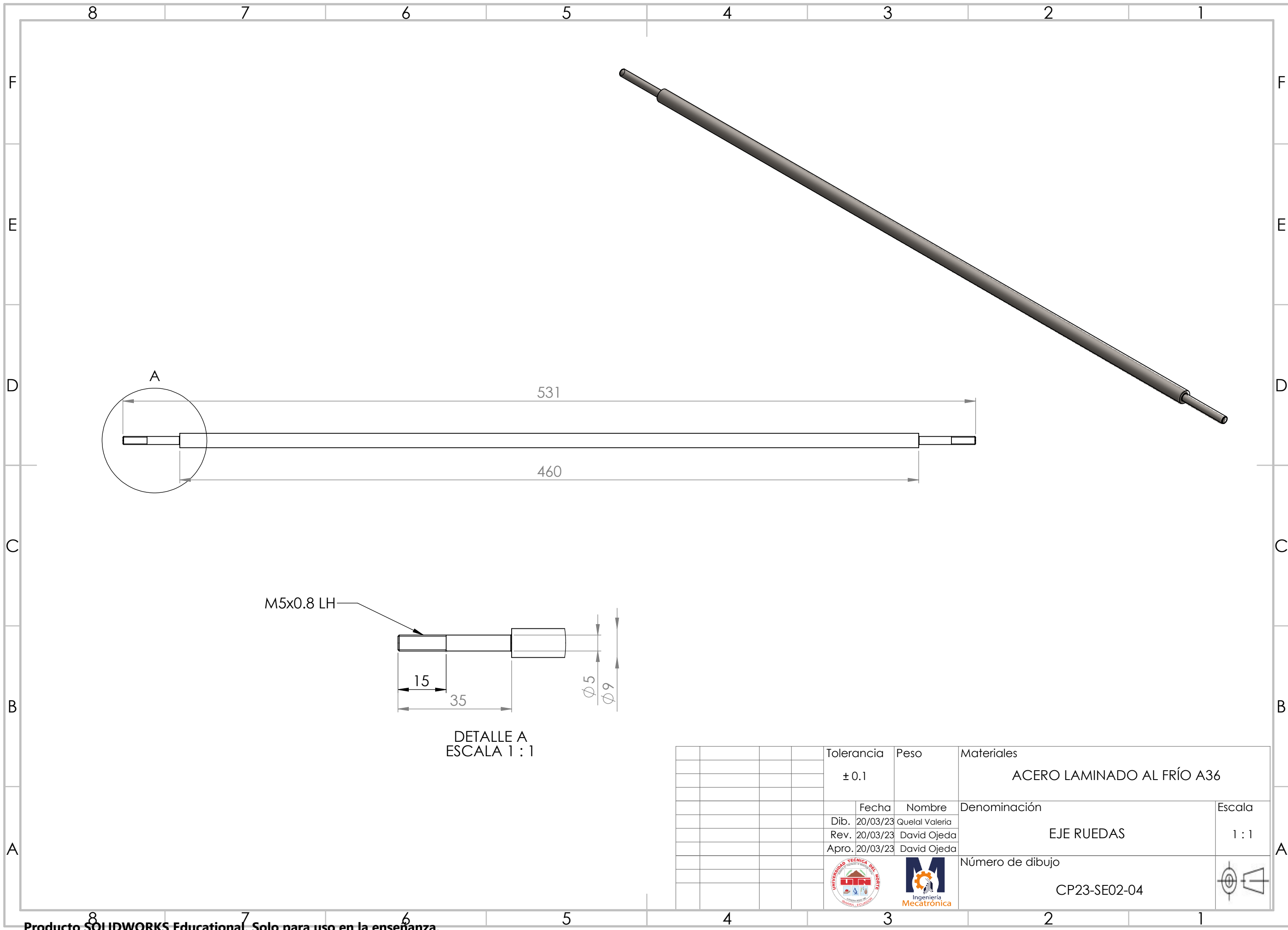
Notas:

La ranura que se aprecia en el detalle A es de 1mm.

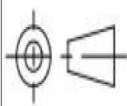
				Tolerancia	Peso	Materiales	
				± 0.1		ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
				Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib. 20/03/23	Quelal Valeria	BARRA POLEA	1 : 2
				Rev. 20/03/23	David Ojeda		
				Apro. 20/03/23	David Ojeda		
				 		Número del dibujo	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE01-18	

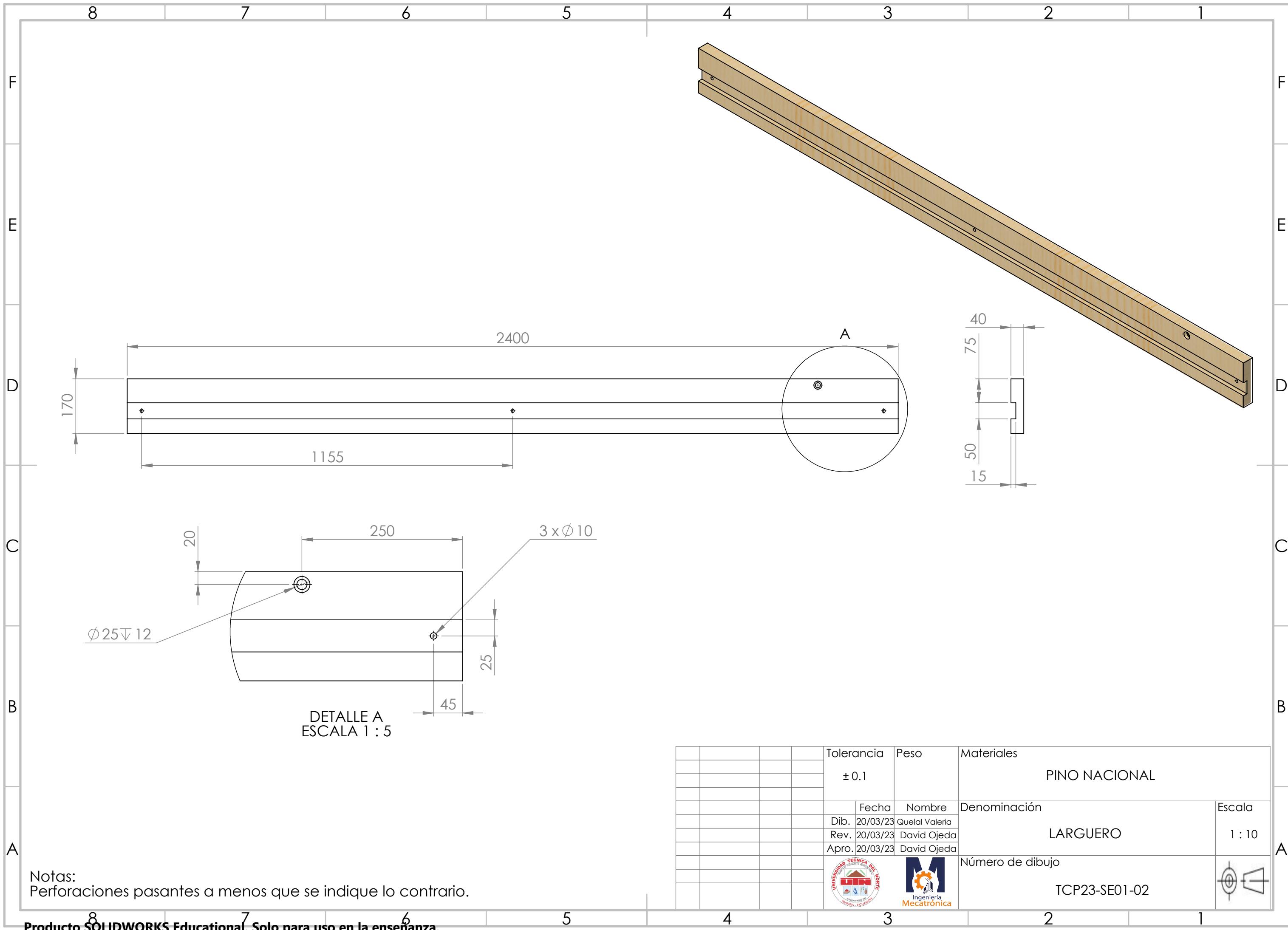


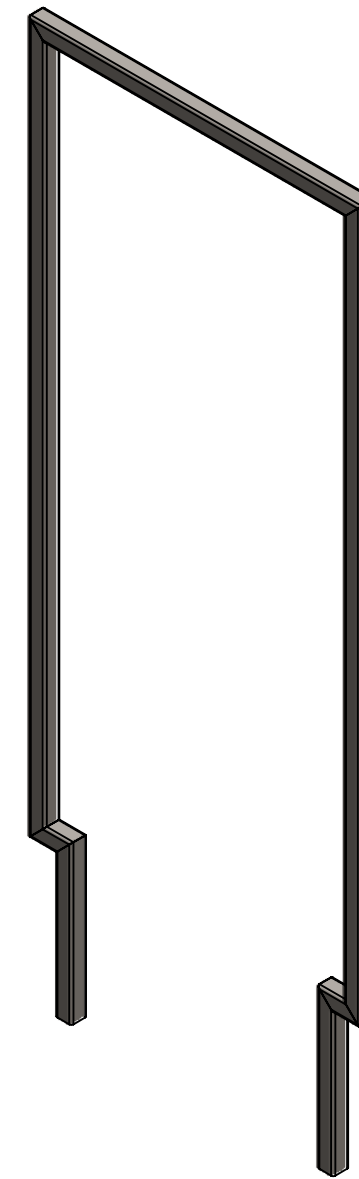
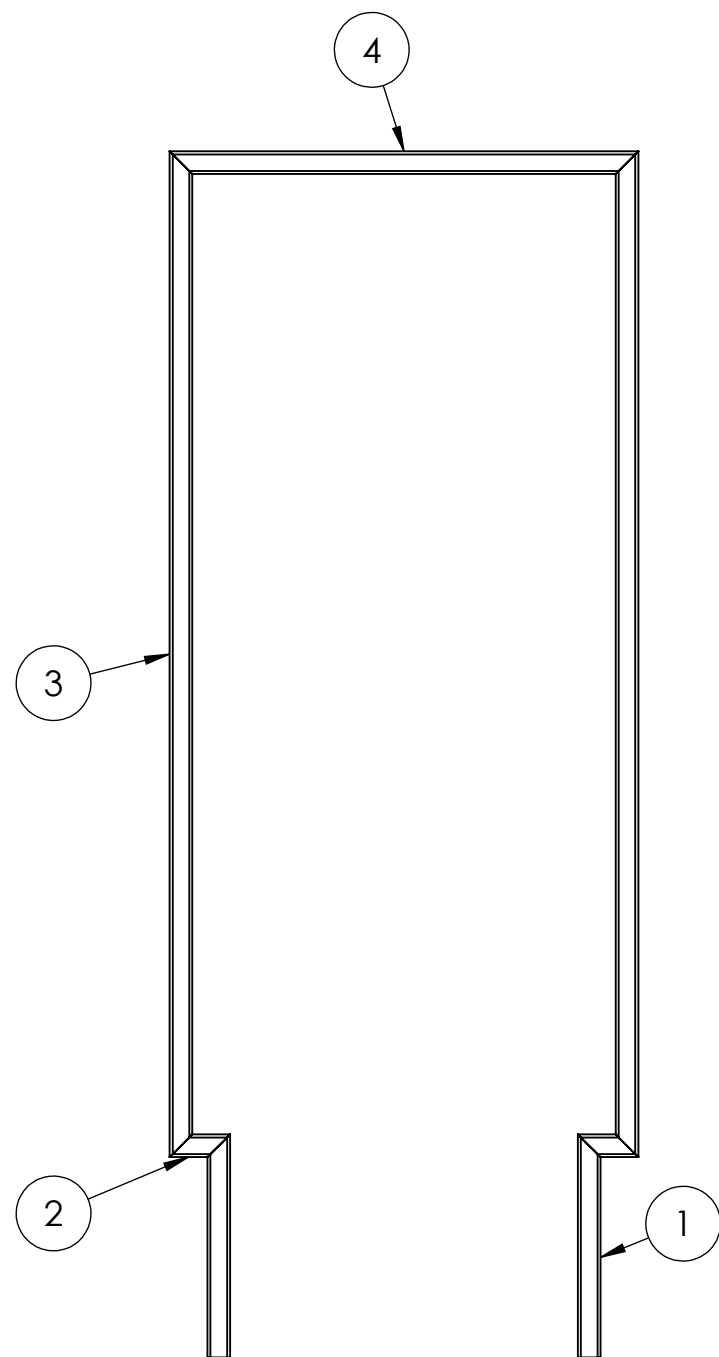
				Tolerancia	Peso	Materiales	
				± 0.1		ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
				Fecha	Nombre	Denominación	Escala
				Dib. 20/03/23	Quelal Valeria	BASE POLEA	1 : 1
				Rev. 20/03/23	David Ojeda		
				Apro. 20/03/23	David Ojeda		
				 		Número del dibujo	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			TCP23-SE01-19	



	Tolerancia		Peso	Materiales	
	± 0.1			ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
		Fecha	Nombre	Denominación	Escala
	Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	EJE RUEDAS	1 : 1
	Rev.	20/03/23	David Ojeda		
	Apro.	20/03/23	David Ojeda		
				Número de dibujo	
				CP23-SE02-04	







N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
1	2	BASE MARCO	295
2	2	CUERPO INFERIOR	80
3	2	CUERPO SUPERIOR	1330
4	1	UNION CUERPO SUPERIOR	620

				Tolerancia	Peso	Materiales	
				± 0.1		ACERO LAMINADO AL FRÍO A36	
				Fecha	Nombre	Denominación	Escala
			Dib.	20/03/23	Quelal Valeria	MARCO PRINCIPAL	1 : 10
			Rev.	20/03/23	David Ojeda		
			Apro.	20/03/23	David Ojeda		
						Número de dibujo	
						TCP23-SE03	

Notas:
 Todo el cuerpo del marco es de tubo cuadrado 30 mm x 2 mm.
 Cortes en las uniones de 45°.

HOJA DE COSTOS									
NOMBRE						CANTIDAD		1	
ORDEN						1			
PRODUCTO						CAMA PILATES			
FECHA INICIO						20/03/2023			
FECHA FIN						20/03/2023			
						PRECIO VENTA	\$	1.169,17	
MATERIA PRIMA DIRECTA			MANO DE OBRA DIRECTA			COSTO INDIRECTO DE FÁBRICA			
FECHA	REFERENCIA	VALOR	FECHA	REFERENCIA	VALOR	FECHA	CONCEPTO	VALOR	
20/03/2023	Tubo Rectangular 40 mm x 60 mm x 1.5 mm	\$ 57,20	20/03/2023	Soldador (Suelta eléctrica)	\$ 150,00	20/03/2023	Mano de Obra Indirecta	\$ -	
	Tubo Cuadrado 50 mm x 2 mm	\$ 64,50		Pintor	\$ 100,00		Materia Prima Indirecta	\$ 120,31	
	Tubo Cuadrado 20 mm x 2 mm	\$ 19,65		Ensamblador	\$ 150,00		Depreciaciones	\$ 94,96	
	Plancha ASTM A36 de 2 mm espesor	\$ 27,75					Otros Indirectos (Inmueble)	\$ -	
	Plancha ASTM A36 de 3mm espesor	\$ 29,15					Amort. Intangibles	\$ 25,00	
	Tablon de Pino lucido 40 mm x 200 mm x 2 400 mm	\$ 70,50							
	Tablon de Pino lucido 50 mm x 200 mm x 2 400 mm	\$ 25,15							
	Eje ASTM A36 de 32 mm x 3 000 mm	\$ 14,85							
TOTAL		\$ 308,75	TOTAL		\$ 400,00	TOTAL		\$ 240,27	
			Unitario	Estructura					
Materia prima directa		\$ 308,75	\$ 308,75	29%					
Mano de obra directa		\$ 400,00	\$ 400,00	38%					
Costos indirectos		\$ 240,27	\$ 240,27	23%					
Costo de producción		\$ 949,02	\$ 949,02	89%					
Gasto de administración		\$ 102,46	\$ 102,46	10%					
Gasto de venta		\$ 11,40	\$ 11,40	1%					
Gasto financiero		\$ -	-	0%					
Costo total		\$ 1.062,88	\$ 1.062,88	100%					
Porcentaje de utilidad		10%	0,10	0%					
Utilidad		\$ 106,29	\$ 106,29	10%					
Precio de venta		\$ 1.169,17	\$ 1.169,17	110%					

Relación de adquisición competencia			
	Bed Pilates	M. Healt & Fitness	Propuesta
Precio venta	\$ 1.860,00	\$ 2.100,00	\$ 1.169,17
Costo de Importación	\$ 340,00	\$ 380,00	\$ -
Costo de Envío	\$ 45005,00	\$ 50,00	\$ 20,00
Total	\$ 45.005,00	\$ 2.530,00	\$ 1.189,17
Ahorro de adquisición	47%	53%	