UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Técnico Universitario de acceso ABIERTO

2020

TRICICLO PLEGABLE DE TERAPIA FISICA PARA ADULTOS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD

ROJAS FARIAS, CRISTIAN ANDRES

https://hdl.handle.net/11673/53197

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

.

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

TRICICLO PLEGABLE DE TERAPIA FISICA PARA ADULTOS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en PROYECTO Y DISEÑO MECÁNICO

Alumno:

Cristian Andrés Rojas Farías

Profesor Guía:

Álvaro Cespedes

2020

RESUMEN

Keywords: BICICLETA, REHABILITACIÓN, ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR (ACV), ESPASTICIDAD, MECANOTERAPIA.

La idea del diseño de una bicicleta rehabilitadora plegable nace ante la necesidad de una rehabilitación ‘’entretenida’’, fuera de un recinto cerrado y ante la problemática de pasear a una persona con capacidades diferentes en una silla de ruedas sin poder recorrer más que pequeñas distancias. Para esto se usarán conocimientos de diseño, mecanismos, de estructuras metálicas y análisis de esfuerzo, para hacer una estructura resistente y confiable. Con el fin de rehabilitar a personas mayoritariamente con las secuelas de un Accidente Cerebro Vascular, que es la mayor causa de invalidez. Tendrá como objetivo fortalecer su musculatura, mejorar flujo sanguíneo, espasticidad (rigidez muscular), entre otros. Se prevé la solución de fusionar una maquina mecano terapéutico con una bicicleta para hacer de la rehabilitación un agradable paseo y reinsertar en esta actividad a las personas que carecen ella.

En el primero capitulo, se indican los Objetivos del proyecto, Diagnostico y Metodología, Especificaciones Técnicas y, por último, Normativas y Reglamentos.

Por otra parte, el capítulo II (Ingeniería Básica y Planimetría) se compone de Diseño de Estructura, Selección de Componentes, Costos del proyecto y finaliza con su Planimetría.

ÍNDICE

TRICICLO PLEGABLE DE TERAPIA FISICA PARA ADULTOS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD

RESUMEN 3

INTRODUCCÍON 9

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN 11

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO 13

1.1.1 Objetivo general 13

1.1.2 Objetivos específicos 13

1.2 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA 13

1.2.1 Diagnóstico 13

1.2.2 Metodología 14

1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 15

1.3.1 Especificaciones Técnicas Generales 15

1.3.1.1 Tipos de bicicletas más usadas 15

1.3.1.2 Partes de bicicletas 17

1.3.1.3 Máquina de cinesiterapia 18

1.3.2 Especificaciones técnicas específicas 19

1.3.2.1 Materiales más usados en estructuras de bicicletas 19

1.3.2.2 Sistema motriz 19

1.3.2.3 Relación de velocidades 20

1.3.2.4 Dimensiones de silla del paciente 21

1.4 NORMATIVA Y REGLAMENTOS 21

1.4.1 Normativa 21

1.4.1.1 Donde debe transitar ciclistas 21

1.4.1.2 Elementos de seguridad 22

1.4.2 Reglamentos 22

CAPÍTULO 2: INGENIERIA BASICA Y PLANIMETRIA 25

2.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA 26

2.1.1 Selección y levantamiento 3D de bicicleta plegable 26

2.1.2 Bosquejos de estructura 27

2.1.3 Croquis de triciclo 29

2.2 ANALISIS ESFUERZO ESTRUCTURA 30

2.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES 33

2.3.1 Selección de volante y piñón 33

2.3.2 Cálculo de revoluciones 34

2.3.3 Selección de cadena 35

2.4 COSTOS DE FABRICACION 36

2.4.1 Precio materiales y mano de obra 36

2.4.2 Precio de componentes comerciales 37

CONCLUSIÓNES Y RECOMENDACIONES 38

BIBLIOGRAFÍA 39

ANEXOS 40

NDICE DE FIGURAS

Figura. 1-1	MODELO DE DIANAS	14
Figura. 1-2	BICICLETA DE MONTAÑA	15
Figura. 1-3	BICICLETA DE RUTA	16
Figura. 1-4	BICICLETA URBANA	16
Figura. 1-5	BICICLETA ESTILO CRUISER	17
Figura. 1-6	BICICLETA PLEGABLE	17
Figura. 1-7	ESQUEMA DE COMPONENTES DE BICICLETA	18
Figura. 1-8	PEDALERA PARA REHABILITACION DE PIERNAS	18
Figura. 1-9	CICLOS DE UNA BIELA	20
Figura. 1-10	FORMULA RELACION DE VELOCIDADES	20
Figura. 1-11	PERSPECTIVA DE SILLA DE RUEDAS.	21
Figura. 1-12	ESCALA DE VALORACION DE ACT. MOTORA	23
Figura. 1-13	BICICLETA PLEGABLE SUV-D6	26
Figura. 1-14	MAQUETA 3D A PARTIR DE LEVANTAMIENTO	26
Figura. 1-15	BOSQUEJO TRICICLO	27
Figura. 1-16	BOSQUEJO ESTRUCTURA Y SISTEMA TRANSMISION	28
Figura. 1-17	BOSQUEJO SISTEMA DE PLIEGUE	28
Figura 1-18	BOSQUEJO 3D ESRUCTURA Y ARBOL TRANSMISION	29
Figura 1-19	CROQUIS	30
Figura. 1-20	3D ESTRUCTURA DEFINICION DE CARGAS	31
Figura. 1-21	APLICACIÓN DE CARGAS	31
Figura. 1-22	VOLANTE FC-C6000	33
Figura. 1-23	SELECCIÓN PIÑON 17 DIENTES	34
Figura. 1-24	DISTANCIA ENTRE CENTROS	35
Figura. 1-25	CADENA DE 136 ESLABONES	36
Figura. 1-26	RENDERIZADO 3D TRICICLO Y PLEGADO DE ESTE	37
Figura. 1-27	PLEGADO TRICICLO	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	PROPIEDADES ALUMINO	30
Tabla 1-2	APLICACIÓN CARGA	32
Tabla 1-3	RESULTADOS ANALISIS ESFUERZO	32
Tabla 1-4	COSTOS FABRICACION ESTRUCTURA	36
Tabla 1-5	COSTOS COMPONENTES COMERCIALES	37

INTRODUCCIÓN

El Instituto nacional de estadística reveló en el censo 2017 que el 16% de la población es adulto mayor, que corresponde a 2.800.000 personas. Una de las enfermedades que se presenta con frecuencias en estas personas son los Accidentes cerebros vasculares (ACV).

Un ACV sucede cuando el flujo sanguíneo de un sector del cerebro hacia otro se detiene, si el flujo de la sangre se interrumpe por más de unos pocos segundos el cerebro no recibe nutrientes y oxígeno, las células cerebrales pueden morir, lo que causa daños permanentes, como por ejemplo tetraplejia y hemiplejia. En Chile el ACV es la principal causa de muerte, a la fecha se calculan 69 casos al día. Para la tercera edad, al sufrir uno de estos ataques, es sinónimo de contraer secuelas permanentes en el cuerpo del paciente. Existen dos casos posibles; tetraplejia, que es cuando del cuello hacia abajo hay parálisis, y hemiplejia que es mitad vertical del cuerpo paralizado.

Existen dos tipos de ACV:

- Ataque cerebral isquémico: el más frecuente, que se produce por un bloqueo del flujo normal de sangre hacia el cerebro
- Ataque cerebral Hemorrágico: Menos frecuente, pero más letal y se produce cuando se rompe un vaso sanguíneo en el cerebro originando un derrame.

Para la rehabilitación de extremidades, existe la mecanoterapia. Es una utilización terapéutica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se presentarán los objetivos del proyecto, con estos se busca llevar a cabo el diseño, se dividen en dos tipos, el primero es el Objetivo General que es la meta que se tendrá, mientras que los pasos para cumplirla serán los Objetivos Específicos

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar Triciclo plegable de terapia física para adultos con accidente cerebrovascular.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para lograr completar el objetivo general se seguirán una serie de etapas las cuales consistirán en:

- Reconocer consecuencias de la inactividad física.
- Identificar bicicletas y maquina de terapia de piernas aptas para el proyecto
- Definir sistema plegable para optimizar espacio al guardarla/transportarla
- Estudiar esfuerzos que soportara el sistema
- Señalar materiales adecuados (perfiles, rodamientos, engranajes)

1.2 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGIA

1.2.1 Diagnostico:

Las atrofias musculares comienzan luego de solo 2 días estar en cama, existen múltiples tipos de ejercicios y tipos de movimientos para cada situación específica. En el país existe 2.8 millones de adultos mayores, la probabilidad de tener discapacidad en ellos aumenta. Las personas que sufren Accidente Cerebro Vascular (ACV) se caracterizan por tener debilidad muscular y disminución de los rangos articulares, al tener estas deficiencia la intervención de primera línea es un trabajo repetitivo, donde haya una ejecución motora funcional (maquina o persona que asista el movimiento), que va a mejorar la condición física del paciente, lo que se mejora, es el aumento de la fuerza muscular, que conlleva a una disminución o una detención de la espasticidad

(rigidez del musculo) y aumento del rango articular, generar adquisiciones de habilidades y genera una plasticidad en el cerebro obteniendo así una rehabilitación efectiva.

1.2.2 Metodología:

Para resolver la problemática nos apoyaremos en la metodología Denominada ‘‘Oscar Olea y Carlos Gonzales Lobo – Modelo Diana.’’

La demanda es el factor esencial en el proyecto y esta se conforma por:

a. Ubicación. Lugar propio donde nace la necesidad.
b. Destino. Finalidad de la satisfacción de la demanda.
c. Economía. Evaluación de los recursos disponibles.

Para que el diseñador sea capaz de dar una respuesta adecuada a la demanda, debe manejar cinco niveles:

1.- Funcional. Soluciones relacionadas al uso de objeto

2.- Ambiental. Problemática en la relación objeto-contexto físico.

3.- Estructural. Rigidez o durabilidad del objeto en función del uso.

4.- Constructivo. Problemas surgidos en medios de producción y su incidencia sobre las soluciones a los demás niveles.

5.- Expresivo. Niveles de solución estéticos. (copiado de https://fundamentosteoricosdeldiseno.wordpress.com/2017/12/01/entrada-7-%e2%80%a2-metodos-del-diseno/)

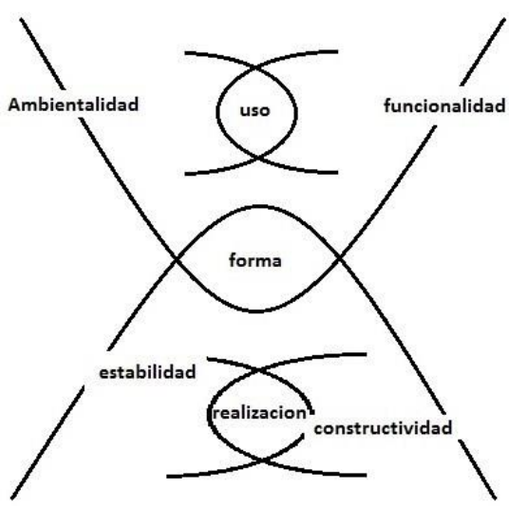


Figura1-1. Modelo de Diana

Fuente: https://wiszer.files.wordpress.com/2010/02/modelo-diana.jpg

1.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Esta sección está divida en dos subsecciones que dan información técnica para contar con los conocimientos para comprender el proyecto.

1.3.1. Especificaciones Técnicas Generales:

Se enriquecerá con información importante acerca de bicicletas, de sus componentes y materiales. También se ondeará en información correspondiente con pedaleras rehabilitadoras.

1.3.1.1 Tipos de bicicletas más usadas

Bicicleta de montaña: Como lo dice su nombre está diseñada para viajes por terrenos montañosos, cuenta con doble suspensión en su parte delantera y en otras más sofisticadas una trasera, su cuerpo y sus componentes de mayor resistencia para resistir los grandes impactos que pueda llegar a recibir.

Figura1-2. Bicicleta de montaña

Fuente: https://www.clootbike.com/bicicletas-de-montana-27.5

-Bicicleta de ruta: Son bicicletas para alcanzar las más altas velocidades posibles en este tipo de vehículo, se prioriza la aerodinámica y un bajo peso para llevar al conductor tan rápido y lejos como sus piernas lo permitan.

Figura 1-3. Bicicleta de ruta

Fuente: http://www.rpctv.com/deportes/ciclismo/Bicicleta-ruta-componentes_0_744226007.html

-Bicicleta urbana: En este tipo de bicicletas se prioriza la comodidad, cuentan con guardafango en las ruedas y en la cadena para no mancharnos, ya que están diseñadas para su uso diario con cualquier tipo de prenda de vestir y no una específica para ejercicio.

Figura 1-4. Bicicleta urbana

Fuente: https://sparta.cl/deportes/bicicleta-urbana-fx-3-wsd-disco-trek-2018.html

Bicicleta Cruiser: El marco de estas bicicletas es ancho y resistente, su geometría es bastante cómoda y permite llevar una posición completamente erguida y brazos relajados. Su diseño tiene como finalidad sentirse parte de un diseño clásico.

Figura 1-5. Bicicleta cruiser

Fuente: https://spanish.alibaba.com/product-detail/28inch-single-speed-steel-bike-28-cruiser-bike-1566103305.html

Bicicleta Plegable: Estas cuentan con ruedas de no más de 20 pulgadas de diámetro, se les incorporó bisagras en manubrio y cuerpo para compactarla. Su principal objetivo es poder introducirlas al transporte público y oficinas, ya que, era una gran deficiencia que tenían los ciclistas al momento de transitar por la ciudad.

Figura 1-6. Bicicleta Plegable.

Fuente: http://www.mundoebikes.es/bicicletas-plegables/7711-bicicleta-plegable-orbita-flex-16.html

1.3.1.2 <u>Partes de bicicleta:</u>

A continuación, se mostrará una imagen (figura 1-7) representativa con las partes nombradas de las bicicletas.

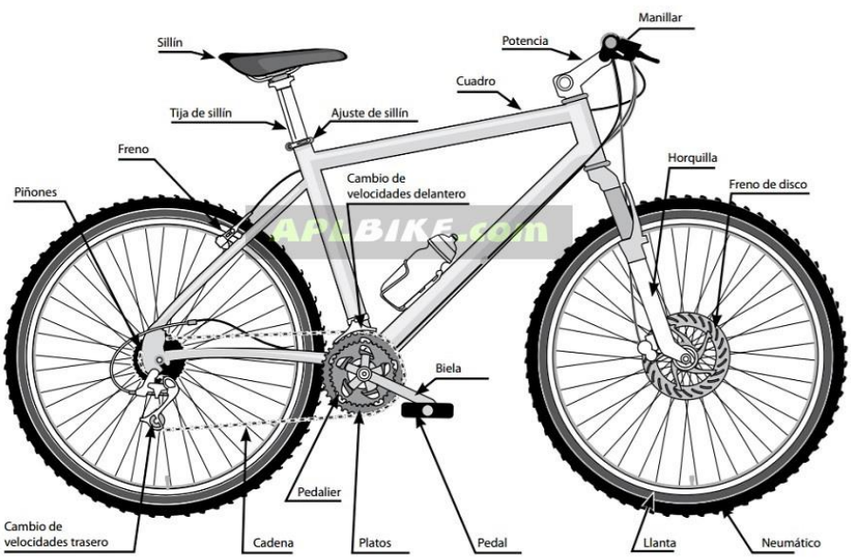


Figura. 1-7. Esquema de componentes de bicicleta.

Fuente: https://aplbike.com/guia-compra-bicicleta-nueva

1.3.1.3 Máquina de Cinesiterapia:

Este tipo de maquina cumple la función de entrenar las extremidades inferiores en personas en situación de discapacidad, hay desde movimiento asistido hasta activo. Son básicamente pedaleras en las cuales se le añade resistencia o una asistencia al movimiento dependiendo del estado del paciente. La velocidad máxima de estas maquinas es de 60RPM las cuales se replicarán en el proyecto.

La finalidad de este proyecto será usar una de las bicicletas mostradas anteriormente con la pedalera mostrada a continuación.

Figura. 1-8. Pedalera para rehabilitación de piernas

Fuente: https://www.owonet.com.ar/deportes-y-fitness/bicicletas-fijas-y-spinning/minibike-randers-arg112-pedalera-para-rehabilitacion.html

1.3.2 Especificaciones Técnicas Especificas:

Se entrega información detallada necesaria para la elaboración del proyecto, que complementa las especificaciones técnicas generales.

1.3.2.1 Materiales más usados en estructuras de bicicletas

Acero, Aluminio, Fibra de carbono y titanio son los materiales más usados en las bicicletas.

Principalmente el acero es un material burdo en el uso de bicicleta debido a su alta densidad, los más cotizados para una bicicleta de uso especifico son aluminio y carbono, como en este proyecto, tenemos una idea de cómo será el resultado final, optaremos por el aluminio, ya que el carbono y titanio tienen finalidades más competitivas y su fabricación es más costosa, por ende, se darán a conocer las propiedades de este material en el uso de estructuras de bicicletas:

Al contrario de lo que sucede con el acero, el aluminio es un material de una densidad muy baja(2700kg/m³). Es más maleable que el acero y, además, es más ligero, por lo que resulta un material más fácil de manejar en la fabricación de marcos (estructura) de diferente geometría. Es también más barato que la fibra de carbono y requiere menos tiempo de elaboración.

Los tubos de aluminio pueden tener diferentes grosores. Esta característica la utilizan los fabricantes para elaborar marcos con una excelente combinación de rigidez y ligereza, cuenta con una buena resistencia en relación con lo ligero que es y es menos sensible a la corrosión que el acero.

Pero no todo es positivo, es un metal más propenso a sufrir lo que se denomina fatiga de los materiales, que es el desgaste estructural debido al paso del tiempo y el uso intensivo. También es un material más difícil de reparar que el acero, pero esto no opaca los beneficios anteriormente mencionados y se convirtió en el material más utilizado para este rubro (aluminio serie 6000 o 7000).

1.3.2.2. Sistema motriz:

El ciclista transmite el movimiento lineal vertical de las piernas a los pedales, que, con un sistema de ejes, les permite girar y que la fuerza impregnada por las piernas no se disipe y pase a la biela, la cual convierte en un movimiento circular, haciendo girar al plato, volante o estrella central que a su vez lo traspasan a la cadena en un movimiento lineal circular coordinado y continuo, moviendo el piñón trasero que esta adherido a la rueda provocando el desplazamiento de la bicicleta (wiki.ead.pucv, 2010)

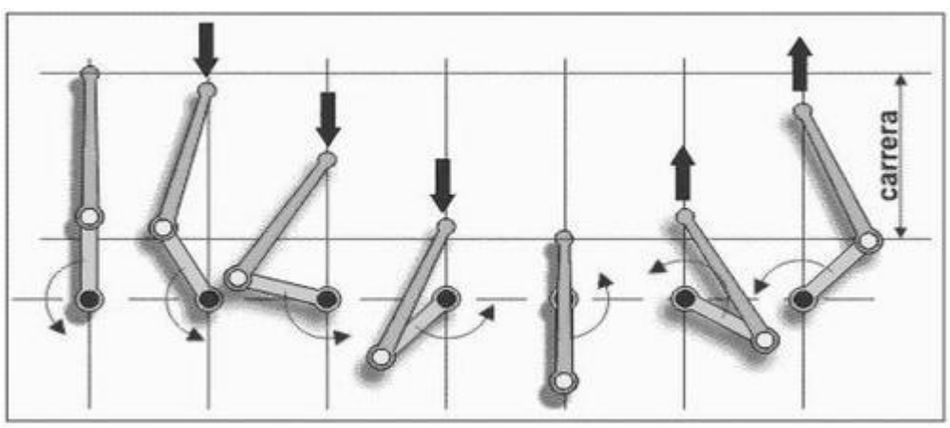


Figura 1-9. Ciclos de una biela

https://wiki.ead.pucv.cl/Bicicleta:_Sistema_Motriz

1.3.2.3 Relación de Velocidades:

Para la relación de transmisión encontramos todas las ecuaciones relacionadas con las poleas o para ruedas dentadas, sin más que sustituir el diámetro de las poleas por el número de dientes de los piñones, de esta forma se cumple:

$$N1 \times D1 = N2 \times D2 \rightarrow N2 = N1 \times (D1/D2)$$

con:

D_1 Nº dientes Piñón conductor.
D_2 Nº dientes Piñón conducido.
N_1 Velocidad de giro Piñón conductor.
N_2 Velocidad de giro Piñón conducido.

Figura 1-10. Formula Relación de Velocidades

Fuente: https://wiki.ead.pucv.cl/Bicicleta:_Sistema_Motriz

1.3.2.4. dimensiones de asiento para paciente:

En esta sección hablaremos de las sillas de ruedas, se obtendrán datos útiles que necesitamos, tales como, estándares dimensionales del asiento, altura respecto al suelo y posa pies.

Figura 1-11. Representación de perspectivas de silla de ruedas.

Fuente: http://www.unaciudadparatodos.com/sccs/manual.php?id=2

Las sillas de ruedas estándar son adecuadas para personas con fuerza normal en la parte superior del cuerpo, o para quienes cuentan con un cuidador que los pueda transportar. Las dimensiones de este tipo de silla son por lo general de 40 pulgadas (1m) a 45 pulgadas (1,1 m) de alto, 26 pulgadas (66 cm) a 30 pulgadas (76 cm) de ancho y de 28 pulgadas (71 cm) a 36 pulgadas (91 cm) de largo. (Batavia, 2009)

1.4 NORMATIVAS Y REGLAMENTOS:

En esta sección se darán a conocer distintos tipos de normas y reglamentos que debe seguir un vehículo no motorizado como el de este proyecto, nos acogeremos a lo estipulado por ‘’CONASET’’ (Comisión Nacional de Seguridad y Transito)

1.4.1 NORMATIVAS:

Normas por las que se regula o se rige determinada materia o actividad.

1.4.1.1 practicas medicas alternativas

‘’De acuerdo con sus considerandos, reglamentar el ejercicio de prácticas médicas alternativas se justificó, principalmente, en la necesidad de garantizar el respeto de la garantía constitucional contemplada en el art. 19, Nº 9, de la Constitución Política del Estado, que protege el derecho a la salud y la libertad de elección de los sistemas que procuren su satisfacción.’’ (Pedro García. (2005). reglamentos para el ejercicio de las practicas médicas. 26-03-2021, de Ministerio de salud Sitio web: https://www.minsal.cl/portal/url/item/a21482c735dd536ce04001011f0136fd.pdf)

1.4.1.2 elementos de seguridad:

En el decreto 22/2006 el ministerio nombra varios artículos donde expone los distintos elementos de seguridad, para comenzar, para bicicletas y triciclos, en la parte delantera deben portar un foco blanco que proyecte luz frontal, mientras que en la parte trasera una luz roja fija para su visibilidad.

Los vehículos deben portar una bocina monocorde, que emita un sonido moderado para uso en caso de emergencia.

Por último, el casco obligatorio para tránsito en zonas urbanas debe cubrir como mínimo la parte superior de la cabeza y que pueda mantenerse fijo mediante un arnés o correa.

1.4.2 Reglamentos:

Aparte de las leyes del tránsito establecidas por Comisión Nacional de Seguridad y Transito, establece reglamentos tales como:

-Al cruzar una avenida muy transitada, hay que hacerlo de pie y no montando la bicicleta

-Al realizar una maniobra de giro, indicando con el brazo del mismo sentido del viraje

-No se debe zigzaguear entre los vehículos.

-Deberán llevar herramientas para mantenciones rápidas del vehículo (en caso de pinchazo o engrase de cadena, tuercas, etc.)

Para los pacientes no existen normas ni reglamentos, pero si podemos encontrar valoraciones para sus distintas etapas de recuperación. Como será una actividad la cual mejora o mantiene su condición física al menos de sus extremidades inferiores recurriremos a la ‘’ESCALA DE MASS’’ (escala de valoración de la actividad motora) con ella, el terapeuta puede evaluar en que condición se encuentra y que exigencia pedirle al paciente, esta escala se divide en 6 niveles (Figura 1-12).

Nivel de sedación	Descripción	Puntos
No reactivo	No responde al dolor	0
Respuesta al dolor	Abre ojos o localiza dolor o mueve miembros a estímulos dolorosos	1
Responde al tocarle o hablarle	Abre ojos o localiza estímulos o mueve miembros al tocarle o llamarle	2
Tranquilo y cooperador	Se mueve espontáneamente, se coloca sábanas, obedece órdenes	3
En reposo y colaborador	No requiere estímulos para moverse, obedece órdenes	4
Agitado	No requiere estímulso para moverse, intenta sentarse o levantarse, no obedece órdenes	5
Peligrosamente agitado	No requiere estímulos para moverse, arremete, intenta arrancarse sondas, no se calma al hablarle, no obedece órdenes	6

Figura 1-12. Escala de valoración de actividad motora

Fuente: https://www.uninet.edu/criterios/C2/C2H308.html

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y PLANIMETRÍA

2.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA

Debido a que el sistema plegable esta patentado por la marca DAHON, se comprará esta bicicleta y se le añadirá el diseño de la estructura para completar el proyecto.

2.1.1 Selección y Levantamiento 3D de Bicicleta plegable

Se realizó una visita a varias tiendas de la localidad de Viña del Mar, cotizando varios fabricantes, en el cual se seleccionó la bicicleta SUV-D6, modelo económico y con diseño practico. Posteriormente se realiza Maqueta 3D.

Figura 1-13. Bicicleta plegable SUV-D6

Fuente: https://beldacycles.cl/dahon/470-2261-bicicleta-plegable-dahon-suv-d6.html

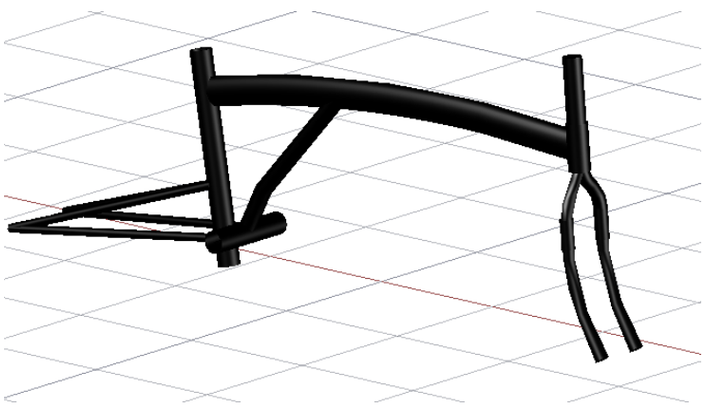


Figura 1-14. Maqueta 3D a partir de levantamiento

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2 <u>bosquejos de estructura</u>

Primero, se realiza un levantamiento de dicha bicicleta para contar con el modelo de su marco en 3D. A partir de esta maqueta virtual y dimensiones estándares de silla de rueda se diseña el proyecto.

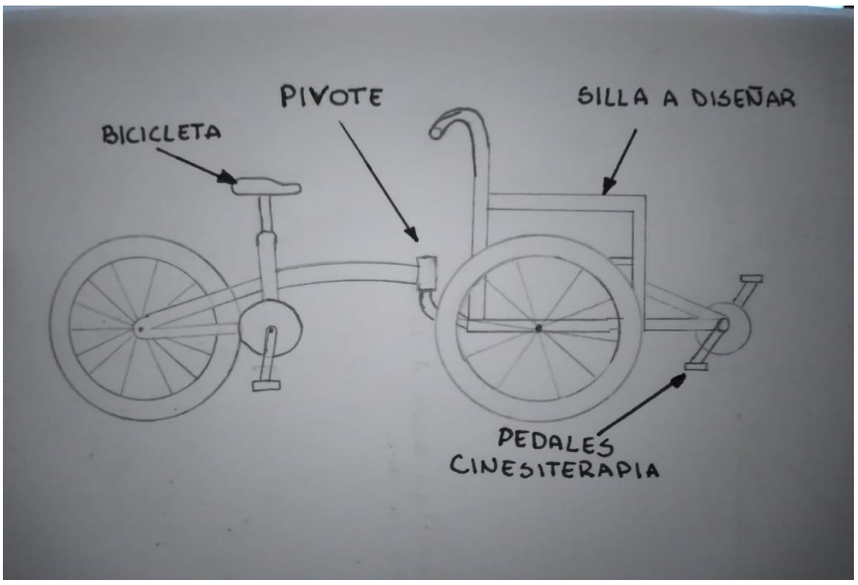


Figura 1-15. Bosquejo triciclo de terapia física.

Fuente: Elaboración propia

Fue importante establecer un árbol de transmisión que pudiera transmitir un movimiento y a la vez plegarse, pero hasta esta instancia solo se sabe que generara el torque para mover los pedales de la silla y así mover las piernas del paciente. Como se puede apreciar en la siguiente imagen (Figura 1-15) el piñón conductor es el del árbol que se conecta a las ruedas de la silla para transmitir el movimiento al piñón de los pedales, al contrario, como ocurre en una bicicleta.

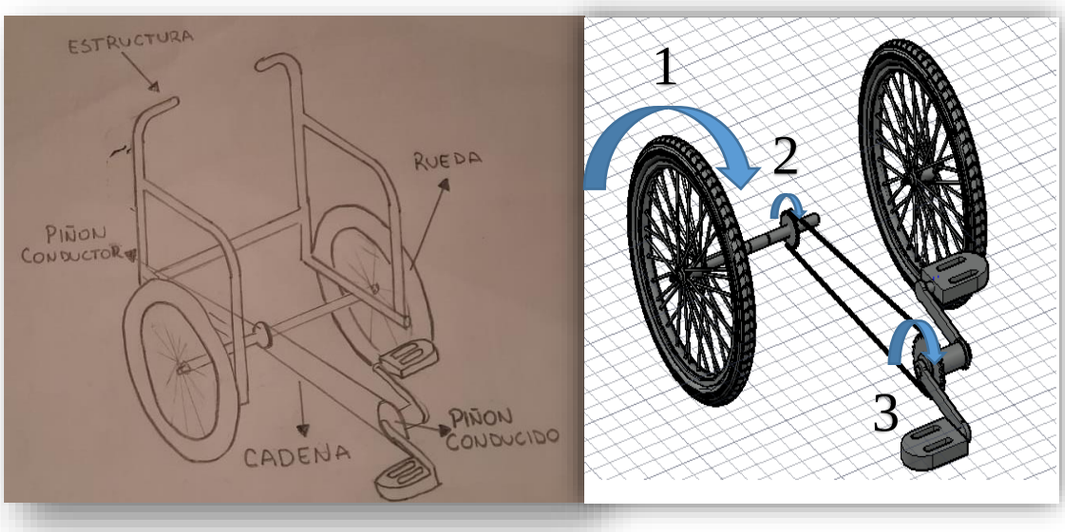


Figura 1-16. Bosquejo de estructura y sistema de transmisión.

Fuente: Elaboración propia

Luego, está el desafío de crear un sistema para plegar la estructura y que no exista anteriormente, por lo que se mostrara un bosquejo de ideas iniciales, luego un bosquejo 3D de la idea definitiva a implementar.

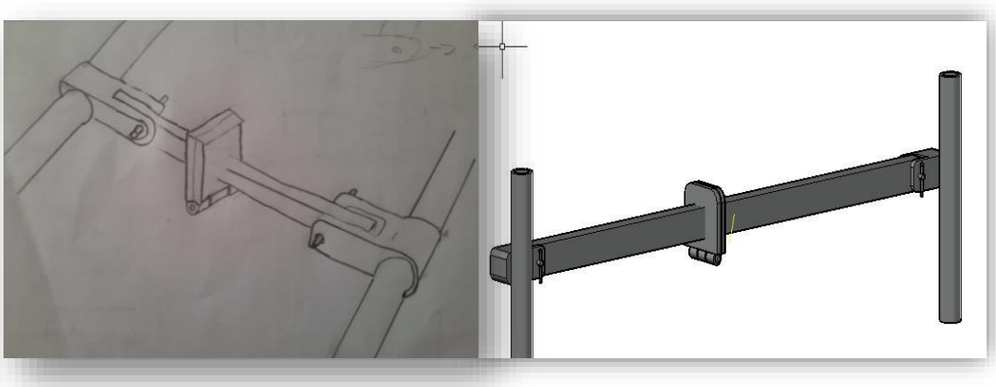


Figura 1-17. Sistema de pliegue

Fuente: Elaboración propia

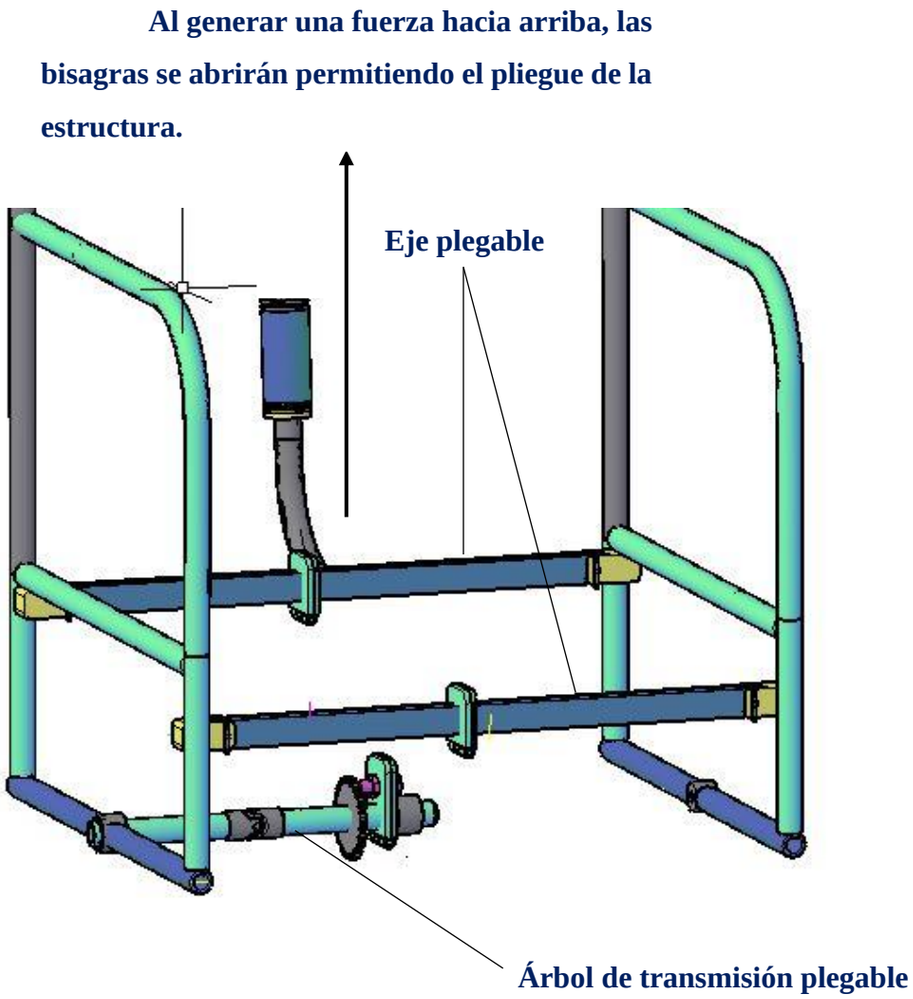


Figura 1-18. Bosquejo 3D estructura y árbol de transmisión

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Croquis

Al tener dimensiones de una bicicleta, más la distancia ergonómica de pedales para el paciente y del asiento de una silla de ruedas se generan dimensiones por defecto del producto a diseñar.

Necesitamos croquis de la unión de bicicleta y estructura para establecer las dimensiones más importantes, como son la de los ejes.

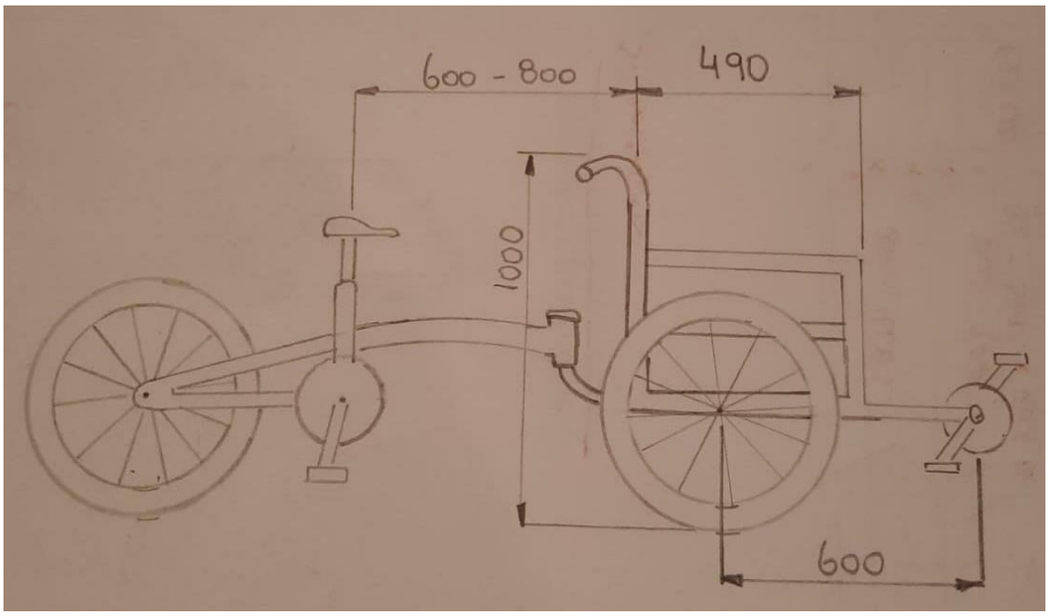


Figura 1-19. Croquis

Fuente: Elaboración Propia

2.2 <u>Análisis de Esfuerzo estructura</u>

En esta subsección analizaremos la estructura en el software Inventor Professional, para saber si resiste óptimamente a una persona sobre ella, se aplicará una carga exagerada de 200kg (1.994 Newton) para obtener un alto factor de seguridad.

Primero debemos tener en cuenta las propiedades de nuestro material, como muestra la siguiente tabla.

Tabla 1-1. Propiedades Aluminio.

Nombre	Aluminio 6061	
General	Densidad de masa	2,7 g/cm^3
	Fuerza de fluencia	275 MPa
	máxima Resistencia a la tracción	310 MPa
Estrés	Módulo de Young's	68,9 GPa
	Coeficiente de Poisson's	0,33 ul
	Módulo de Corte	25,9023 GPa

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, debemos conocer la Tensión de Von Mises, que es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión (de formación), En la rama de la ingeniería estructural se usa en la teoría de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

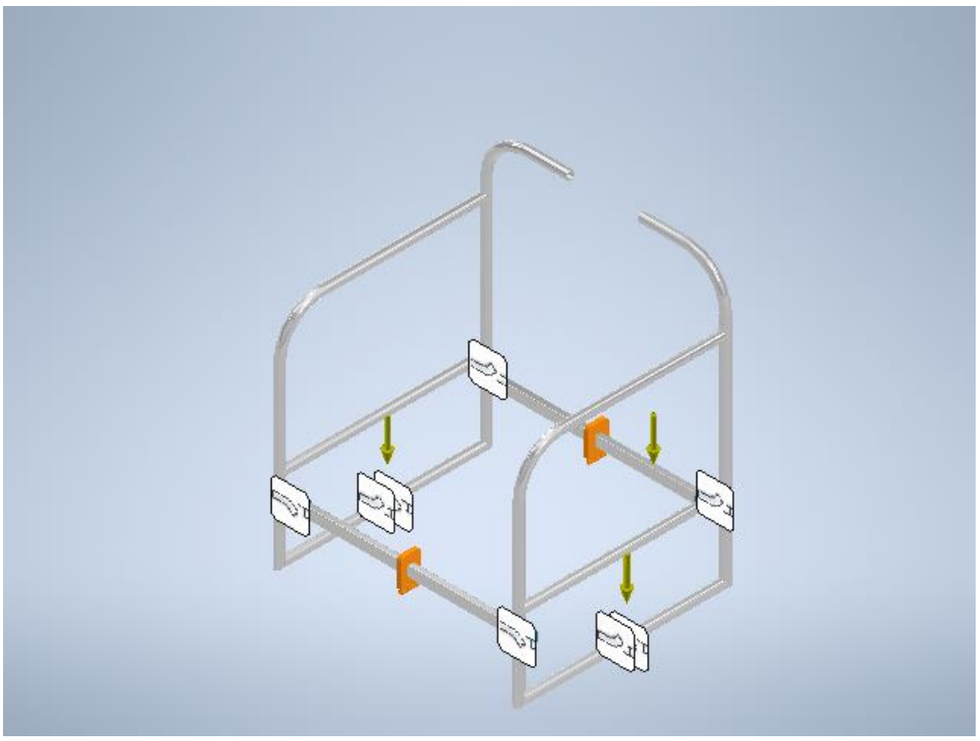


Figura 1-20. 3D estructura - definición de cargas.

Fuente: Elaboración Propia

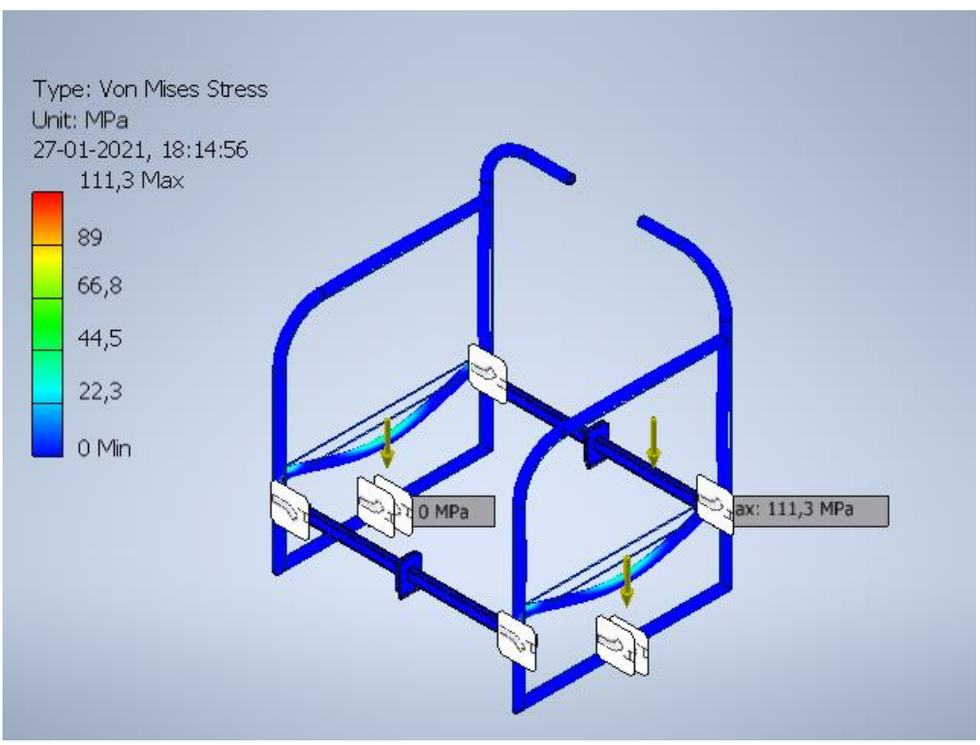


Figura 1-21. Aplicación de Cargas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1-2. Aplicación de carga en análisis de esfuerzo.

	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	1994,66 N	0 N	0 N m	0 N m
		1994,66 N		0 N m
		0 N		0 N m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1-3. Resultado de análisis de esfuerzo.

Name	Minimum	Maximum
Volume	1071480 mm^3	
Mass	3,62077 kg	
Von Mises Stress	0,00000525313 MPa	111,291 MPa
1st Principal Stress	-31,7536 MPa	95,5623 MPa
3rd Principal Stress	-148,5 MPa	49,9204 MPa
Desplazamiento	0 mm	1,20186 mm
Desplazamiento x	-0,012465 mm	0,0114181 mm
Desplazamiento y	-1,20164 mm	0,118435 mm
Desplazamiento Z	-0,101496 mm	0,196317 mm

Fuente: Elaboración Propia

Se ha subrayado el Análisis de Von Mises, el resultado de la tensión máxima es de 111,291 Mpa, aún muy por debajo de los 310 Mpa que resiste nuestro material, por lo tanto, se verifica que la estructura no tendrá fallos para la aplicación que fue destinada.

Las tablas también nos entregan valores de deformación, pero son valores muy pequeños que no sobrepasan la elasticidad de nuestro material (Aluminio 6061),

2.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Debemos seleccionar los componentes indicados como el diámetro de los piñones para obtener las revoluciones óptimas para los pedales del paciente. Se utilizarán tablas y fórmulas para llegar al resultado final.

2.3.1 Selección de Volante y piñón

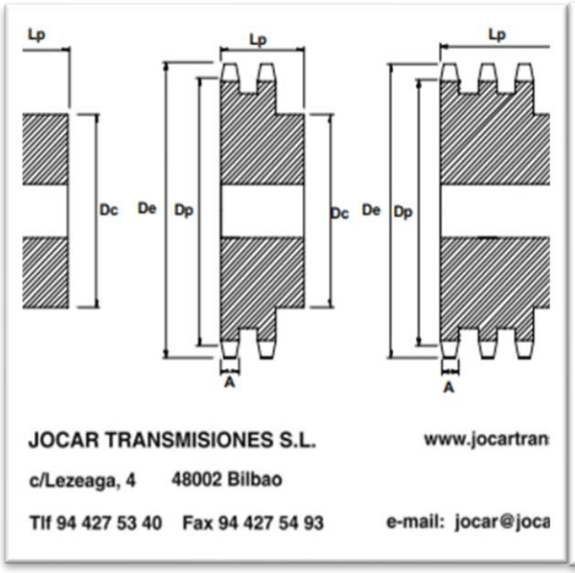
En esta subsección seleccionaremos según lo que entrega el mercado chileno y considerando un presupuesto medianamente bajo.

Primero seleccionamos un volante, vendido en todas las tiendas de bicicletas y su precio no excede los 30.000 pesos.

Figura1-22. Volante fc-c6000

Fuente: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-467296820-biela-funncoronamotor-_JM

Para la selección del piñón, seleccionaremos uno de aproximadamente la mitad de los dientes con los que cuenta el volante, pero también es necesario encontrar uno que sea fijo, para ello, buscaremos en catálogos según normas ISO que se



Piñones para cadena de rodillos ISO 1/2"
Paso 12,7 mm Ancho diente A= 7 mm

Z =	DIAMETRO		SIMPLES		DOBLES		TRIPLES	
Dientes	Exterior	Primitivo	DC	LP	DC	LP	DC	LP
8	38	33,18	20	25	20	32	20	46
9	42	37,13	24	25	24	32	24	46
10	45	41,1	26	25	28	32	28	46
11	49,9	45,07	29	25	32	35	32	50
12	53	49,07	33	28	35	35	35	50
13	57,9	53,06	37	28	38	35	38	50
14	61,9	57,07	41	28	42	35	42	50
15	65,9	61,09	45	28	46	35	46	50
16	69,9	65,1	50	28	50	38	50	50
17	74	69,11	52	28	54	38	54	50
18	78	73,14	56	28	58	38	58	50
19	82	77,16	60	28	62	38	62	50
20	86	81,19	64	28	66	38	66	50
21	90,1	85,22	68	28	70	40	70	55
22	94,1	89,24	70	28	70	40	70	55
23	98,1	93,27	70	28	70	40	70	55
24	102,1	97,29	70	28	75	40	75	55
25	106,2	101,33	70	28	80	40	80	55
26	110,2	105,36	70	30	85	40	85	55

Figura 1-23 -selección de piñón de 17 dientes

Fuente: www.jocartransmisiones.cl

2.3.2 Calculo de revoluciones

En esta subsección comprobaremos que un piñón de 17 dientes nos sirve para nuestro volante que cuenta con 37 dientes.

Velocidad máxima Bicicleta = *12km/h = 200m/min.*

Los pedales del paciente deben girar a una velocidad de 60 revoluciones por minuto aproximadamente según lo estimado, para que no sea ni muy rápido ni muy lento el movimiento que será transmitidos a las piernas del paciente.

Pedales pacientes (piñón conducido)

Z2= 37 *N2=60*

Piñón Conductor

Z1 = 17 *N1= 125 rpm*

Entonces, dado por la fórmula de relación de transmisión.

$$\frac{Z2}{Z1} = \frac{N1}{N2}$$

$$\frac{37}{17} = 2,1 \quad / \quad 2,1 = \frac{125}{x} \quad / \quad \frac{125}{2,1} = 59,6\ rpm$$

Con este resultado de 59.6 rpm, comprobamos que nuestro piñón seleccionado de 17 dientes es compatible con el volante seleccionado para el pedaleo asistido del paciente.

2.3.3 Selección de cadena

Como contamos con las medidas entre ejes de piñones, y conocemos los diámetros nominales luego de seleccionarlos, calcularemos el largo real de cadena, para seleccionar una de mayor largo, ya que estas se compran más grandes y se ajustan al diseño. Utilizaremos la fórmula de Largo real de Cadena en pasos, entregada por el libro MOTT, ELEMENTO DE MAQUINA.

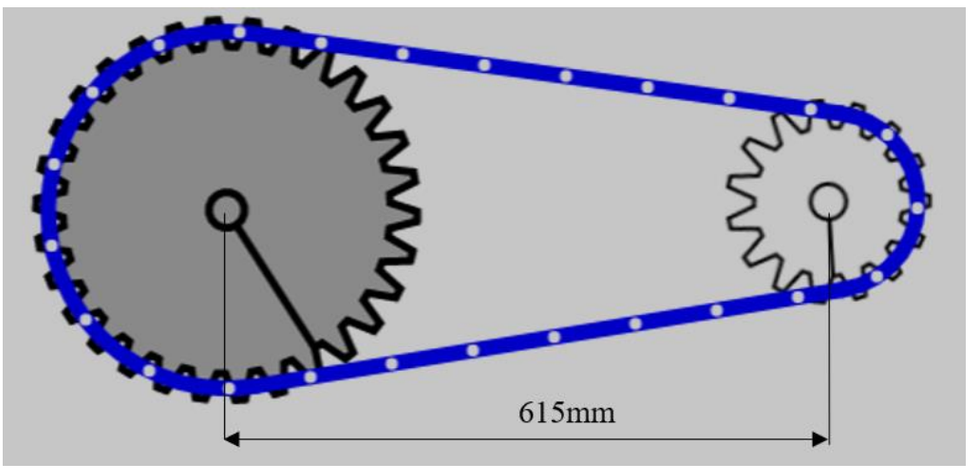


Figura 1-24. Distancia entre centros

Fuente: Elaboración propia

$$L = 2C + \frac{N2+N1}{2} + \frac{(N2-N1)2}{4*\pi 2*C} = \text{N° de pasos.}$$

Donde;

N= número de dientes

C= distancia Entre centros en pulgadas x 2

en pulgadas la distancia entre centros es de 24’’, por lo que *C = 48.*

$$L = 2 \times 48 + \left(\frac{37+17}{2}\right) + \left(\frac{(37-17)^2}{4\ x\ \pi^2\ x\ 48}\right) = \text{N° de pasos.}$$

L= 96 + 27 + 0,00025 = 123,549

El resultado según el desarrollo hecho arroja que la cadena indicada para nuestra transmisión es de 123 pasos. Con este dato, se selecciona una cadena de 136 eslabones (pasos) de ½’’ mostrada en la siguiente imagen.

Figura 1-25. Cadena de 136 eslabones

Fuente: https://www.oxfordstore.cl/cadena-kmc-e9t-e-bike-9-speed-silver-black-136l.html

2.4 COSTOS DE FABRICACION

En esta sección se desglosarán las partes que componen el proyecto, para de esta manera, cuantificar el dinero que se necesita para su fabricación.

2.4.1 Precios de materiales y mano de obra

Como se puede apreciar en la siguiente tabla (Tabla 1-4) se exponen los costos de los materiales que se necesitan para construir la estructura diseñada para el triciclo, tales como, tuberías, o incluso las utilidades que cobran las empresas.

Tabla 1-4. Costo fabricación estructura

ESTRUCTURA		
Nombre	MEDIDAS (mm)	PRECIO (CLP)
Perfil Tubular redondo	21.3 x 2 x 6000	$9500
Perfil tubular rectangular	24.5 x 12.7 x 1.3 x 6000	$9800
Plancha	1000 x 1000	$40000
2 bolsas de soldadura aluminio	500 x 2 x 1.6	$22000
Mano de obra	-	$320000
utilidades empresa	-	1.2
IVA	-	0.19
	Sub total	$572000

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Precios de componentes comerciales

En esta subsección se mostrarán los precios de los componentes que podemos encontrar en el comercio (Tabla 1-5), que luego se complementan con el diseño de la estructura y así formar el proyecto.

Tabla 1-5. Costo componentes comerciales

COMERCIAL		
NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO
Bicicleta pleg. Dahon sub-d6	1	$279990
Volante y motor shimano	1	$45480
Rodamientos	4	$7200
Pernos y tuercas	2	$2380
Pedales	2	$4990
Cadena	1	$13500
Junta cardan(articulacion mec)	1	$1390
seguros segger	bolsa	$4890
Straps (amarra pies con pedal)	2	$9990
Tapon tuberia	2	$580
	Sub total	$370390

Fuente: elaboración propia

Al sumar ambos cálculos, nos queda un resultado final de $942.390

2.4.3. visualización proyecto 3D y plegado

A continuación, se muestra una imagen en 3D (Fig. 1-26) renderizada para apreciar cómo se vería el proyecto ya fabricado. El triciclo en armado ocupa un área de 1.84 m² (2.3m de largo x 0.8 de ancho)

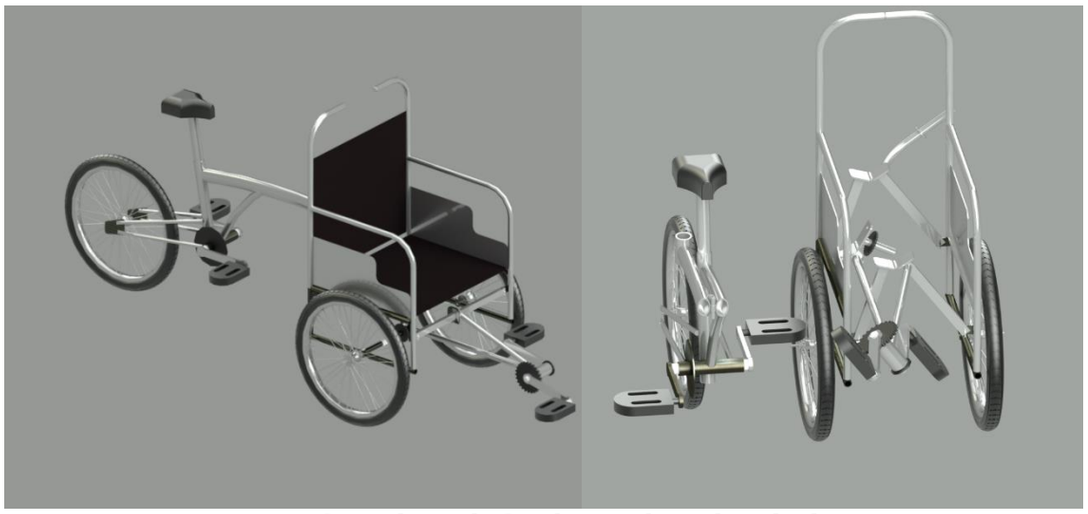


Figura 1-26 Renderizado 3D de triciclo y plegado de este

Fuente: elaboración propia

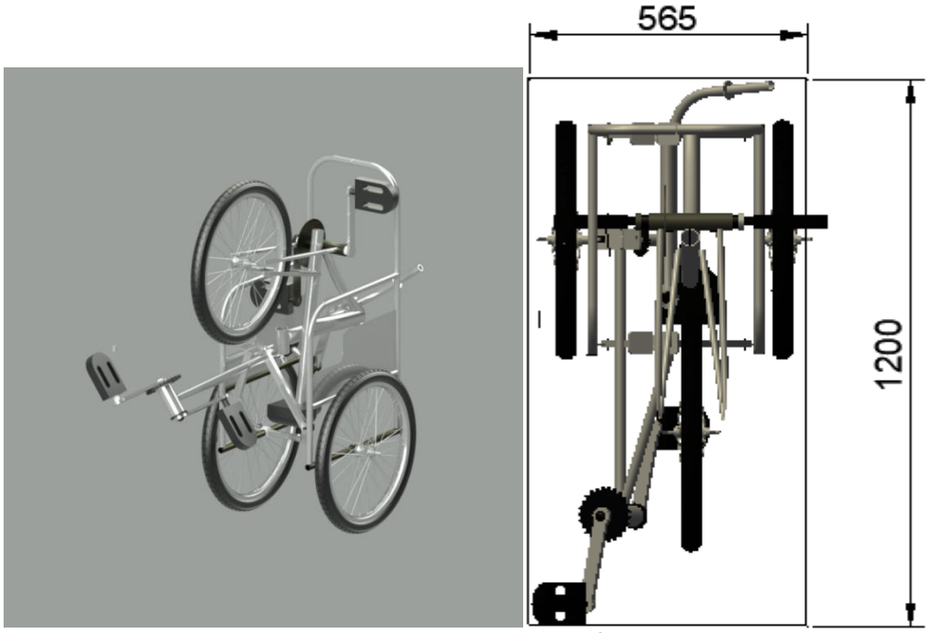


Figura. 1-27 Triciclo plegado

Fuente: elaboración propia

En esta última imagen (Fig. 1-27) se puede apreciar el triciclo plegado dispuesto de tal manera que ocupe el menor espacio posible para poder guardarlo o transportarlo, ahora ocupa una superficie de 0.68 m² lo que es alrededor de tan solo un tercio del área inicial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El identificar una necesidad no satisfecha, como la de poder tener una rehabilitación con reinserción en la sociedad, fue clave para el diseño de este proyecto. La mezcla de una bicicleta con una silla de ruedas apunta a un diseño sencillo que abarate costos de diseño y fabricación, lo cual fue benigno para su desarrollo. Como es un proyecto que combina ingeniería con el área de rehabilitación de la medicina, fue crucial asesorarse con profesionales de la salud como kinesiólogos de la Universidad Andrés Bello para estudiar cómo afecta la inmovilidad de una persona, como son las rehabilitaciones actualmente y como afecta este proceso en alguien que sufre un ACV.

Las rehabilitaciones son procesos largos y complicados, a modo de recomendación, la implementación de este proyecto pronostica una gran utilidad, hoy en día no existe el diseño de este aparato para su fabricación en masa. Al fabricar este vehículo de terapia física se podrá evolucionar a una solución definitiva debido a que se podrán identificar falencias de este. Si este proyecto en un futuro apunta a niños, requiere un mayor estudio y trabajo, dado que, la rehabilitación de niños es más compleja, puede ser desarrollado para ‘’TELETON’’ (Sociedad pro-ayuda del niño lisiado).

BIBLIOGRAFIA

1. MOTT, Robert L. Diseño de elementos de Máquinas, P.E. segunda edición Prentice Hall, México 1992, ISBN 9789702608127.

2. CASIOPEA Sistema motriz de bicicletas < https://wiki.ead.pucv.cl/Bicicleta:_Sistema_Motriz >

3. TUVALUM, guía definitiva de Bicicletas [en línea] < https://tuvalum.com/blog/guia-materiales-cuadros-bicicleta >

4. MINUSVALIAS, Medidas sillas de rueda; guía de ancho y dimensiones 2021 [en línea] < https://mejorcalidadprecio.com/medidas-silla-ruedas/ >

5. MEJOR CON SALUD, Paraplejia. [en línea] < https://mejorconsalud.com/paraplejia-todo-lo-que-debes-saber/ >

6. MAYOCLINIC Accidente cerebro vascular. [en línea] <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/stroke/symptoms-causes/syc-20350113 >

ANEXOS

ANEXO A: PLANOS

PLANO DESCRIPTIVO.

PLANO DE ENSAMBLE TRICICLO PLEGABLE (PR-ENS-01)

PLANO DE ENSAMBLE ESTRUCTURA SILLA (PR-ENS-02 HOJA 1 DE 2)

PLANO DE ENSAMBLE SOPORTE DE EJE PLEG. (PR-ENS-02 HOJA 2 DE 2)

PLANO DE ENSAMBLE ARBOL DE TRANSMISION (PR-ENS-03 HOJA 1 DE 2)

PLANO DE ENSAMBLE ARBOL DE TRANSMISION (PR-ENS-03 HOJA 2 DE 2)

PLANO DE ENSAMBLE PIBOTE PARA VIRAGE (PR-ENS-04)

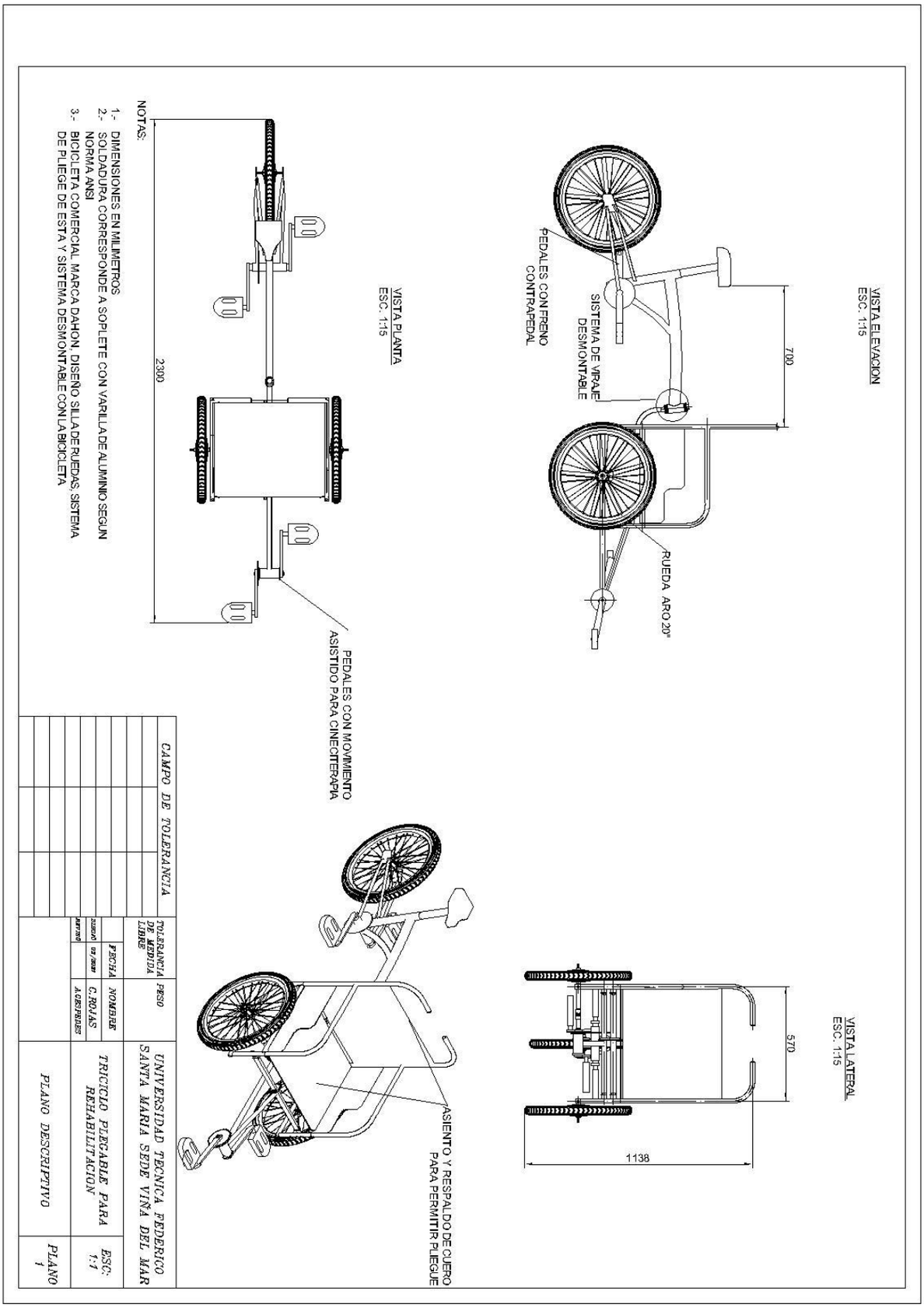
PLANO DE FABRICACION ESTRUCTURA SILLA (PR-FAB-01)

PLANO DE FABRICACION ARBOL (PR-FAB-02)

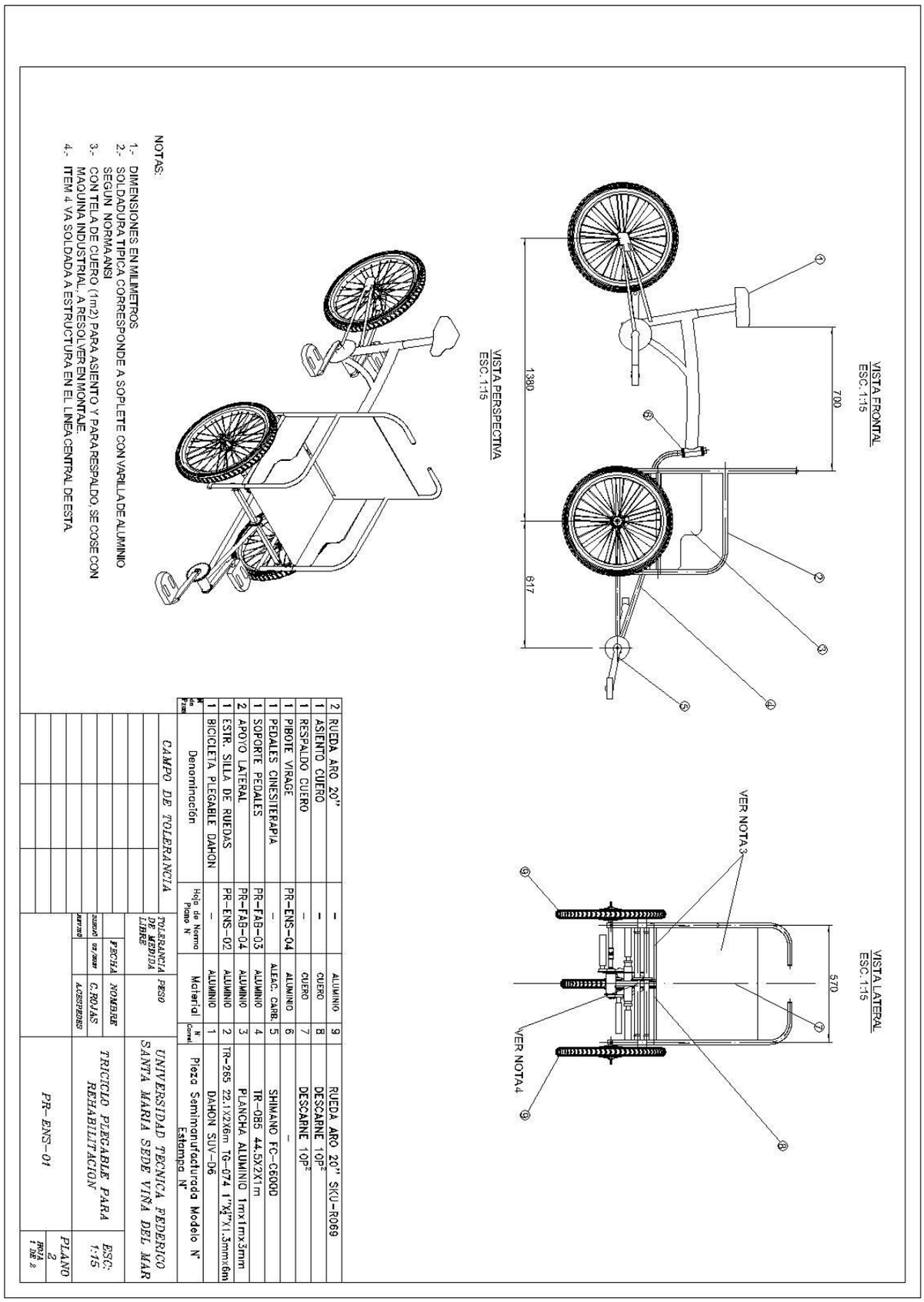
PLANO FABRICACION SOPORTE PEDALES (PR-FAB-03)

PLANO DE FABRICACION SOPORTE SIST. VIRAGE (PR-FAB-04)

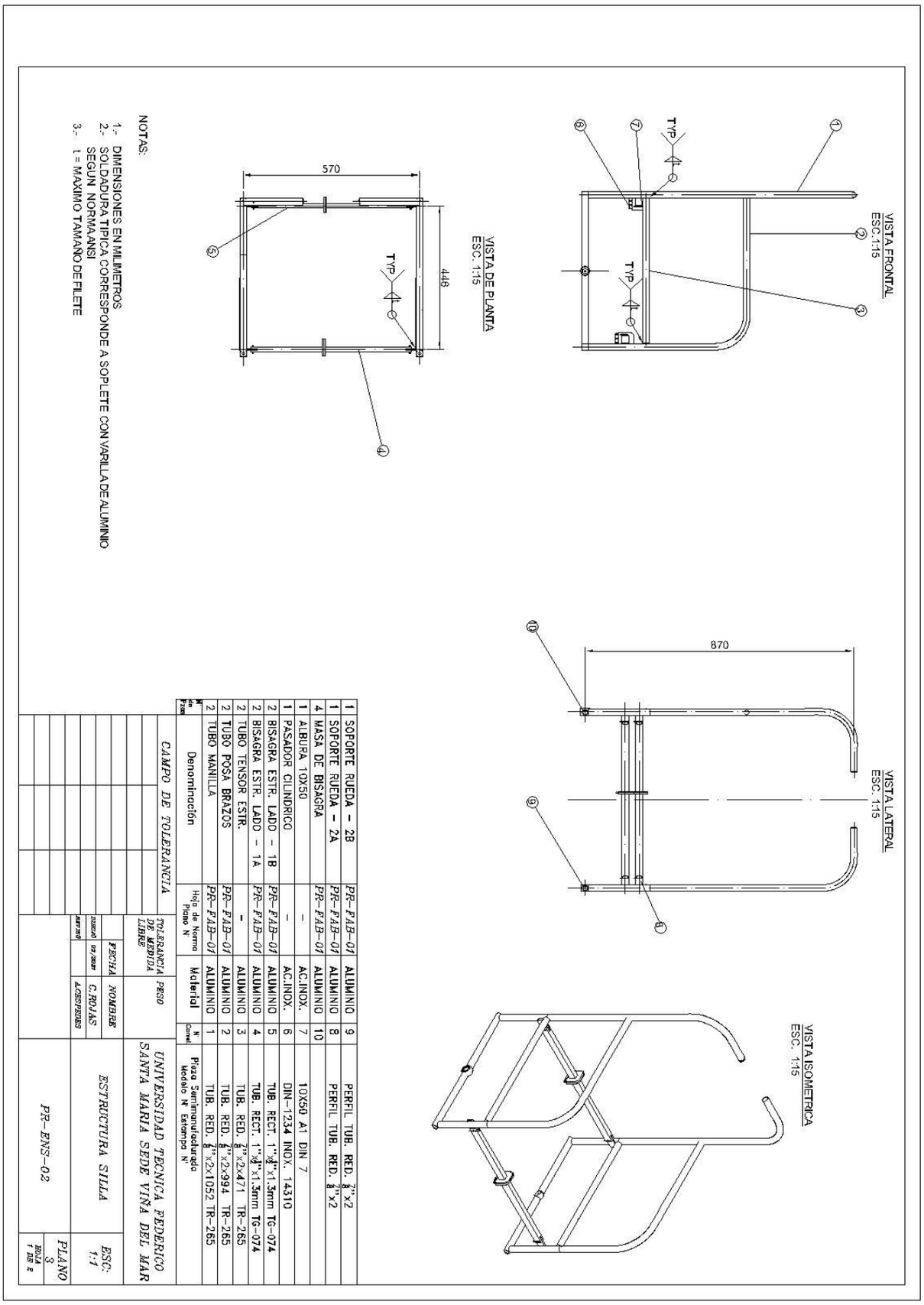
PLANO DESCRIPTIVO.



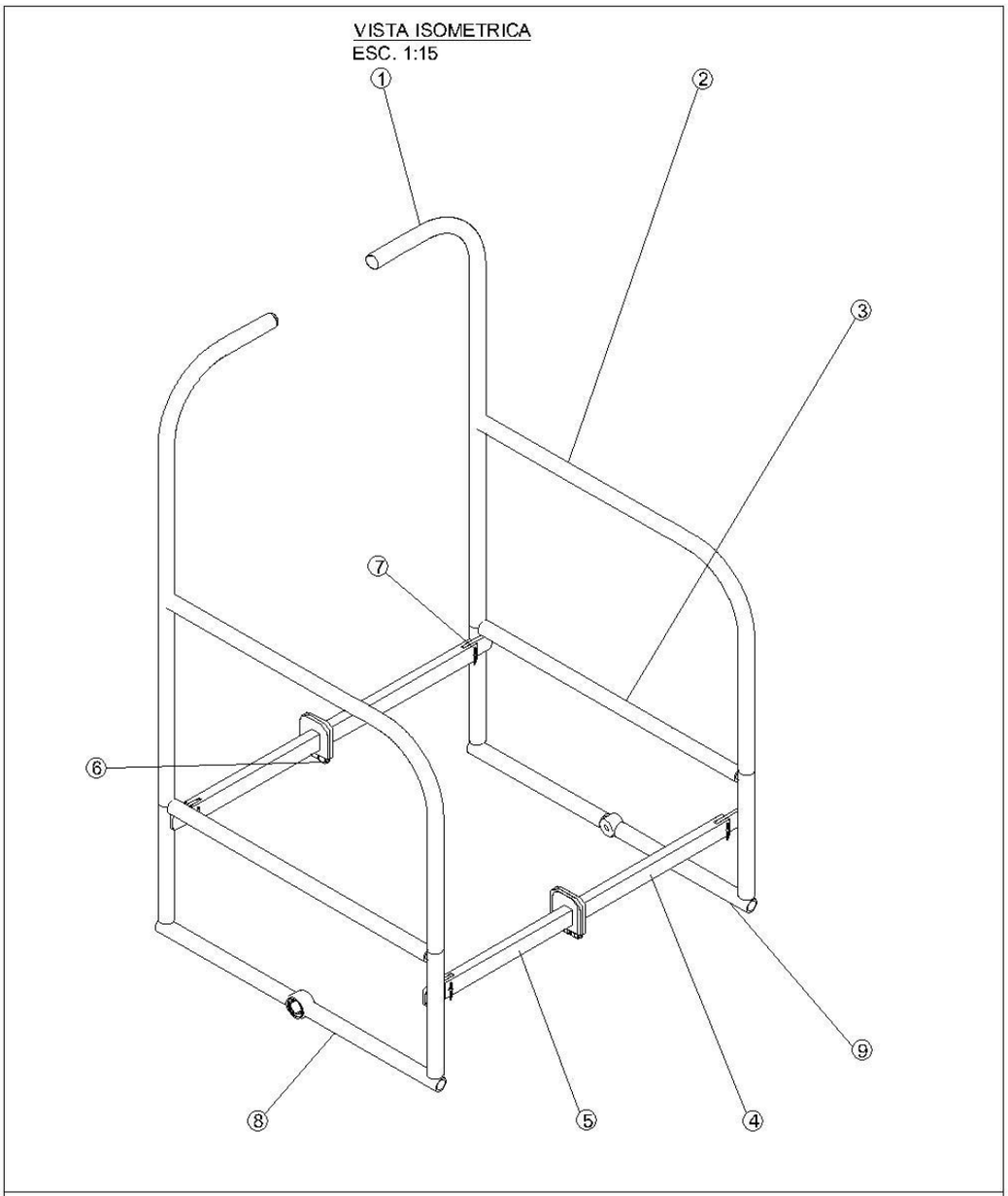
ANEXO 1: PLANO ENS-01



ANEXO 1: PLANO ENS-02 HOJA 1 DE 2

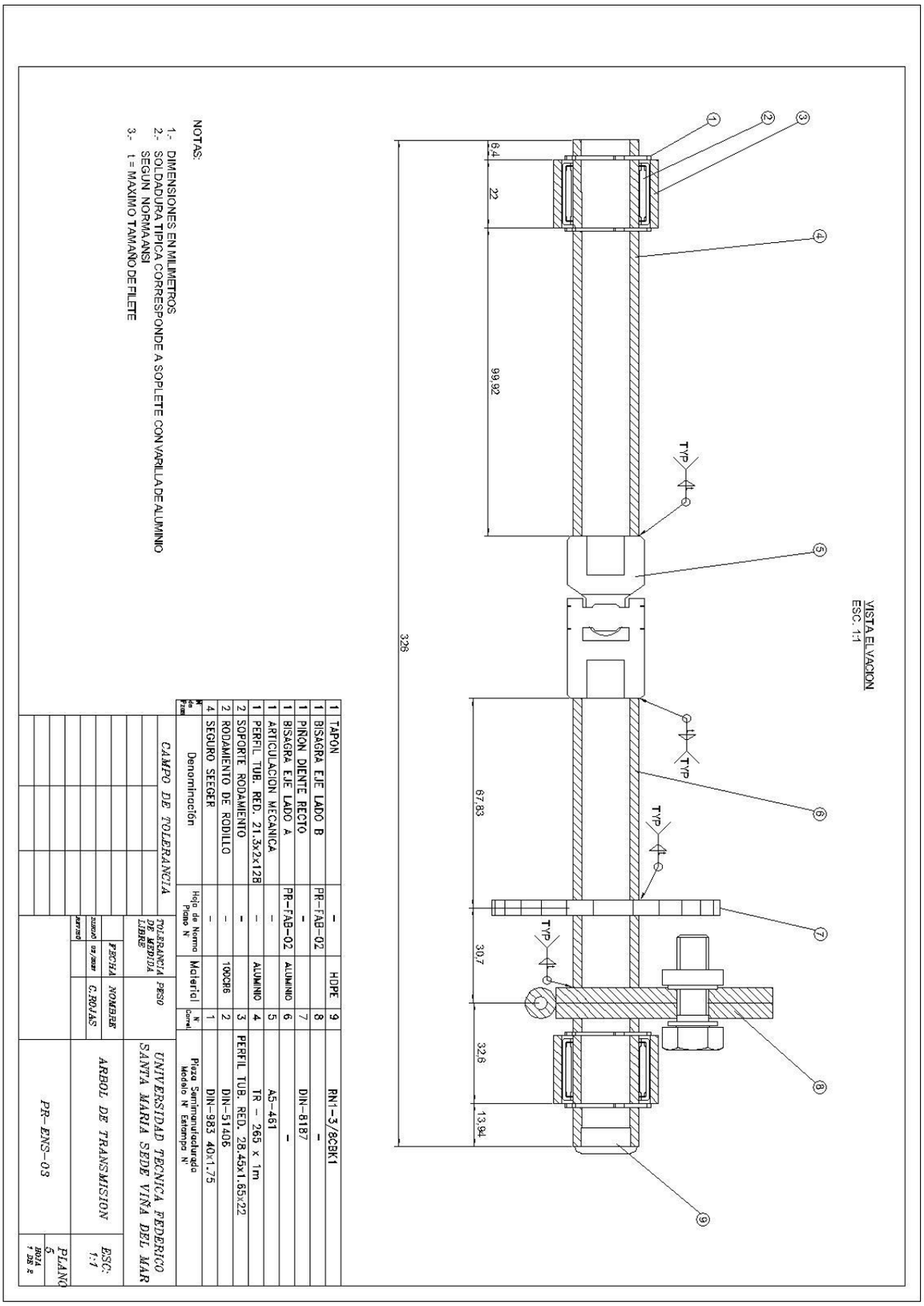


ANEXO 1: PLANO ENS-02 HOJA 2 DE 2



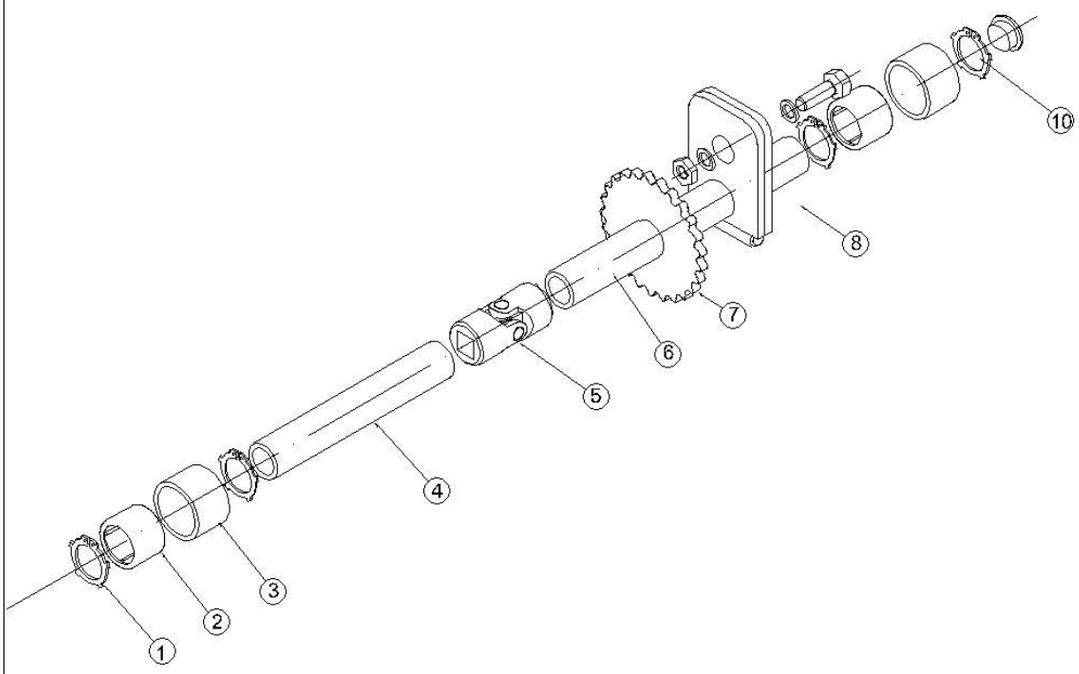
CAMPO DE TOLERANCIA			TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO	UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA SEDE VIÑA DEL MAR	
				FECHA	NOMBRE	SOPORTE EJE PLEGABLE	ESC: 1:5
			DIBUJÓ	02/2021	C.ROJAS		
			REVISÓ		A.CESPEDES		
						PR-ENS-02	PLANO 4
							HOJA 2 DE 2

ANEXO 1: PLANO ENS-03 HOJA 1 DE 2



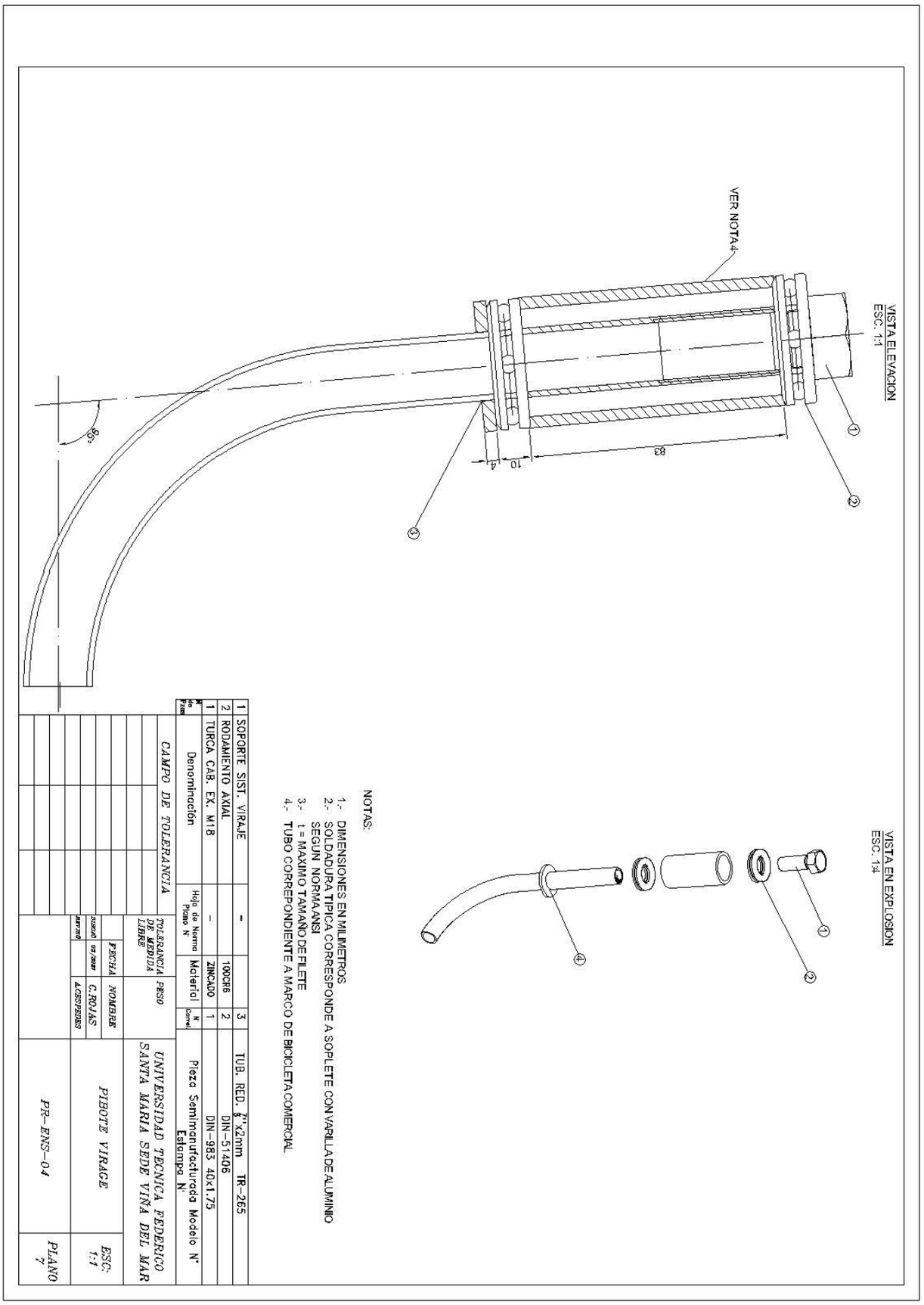
ANEXO 1: PLANO ENS-03 HOJA 2 DE 2

VISTA EXPLOSION
ESC. 1:3

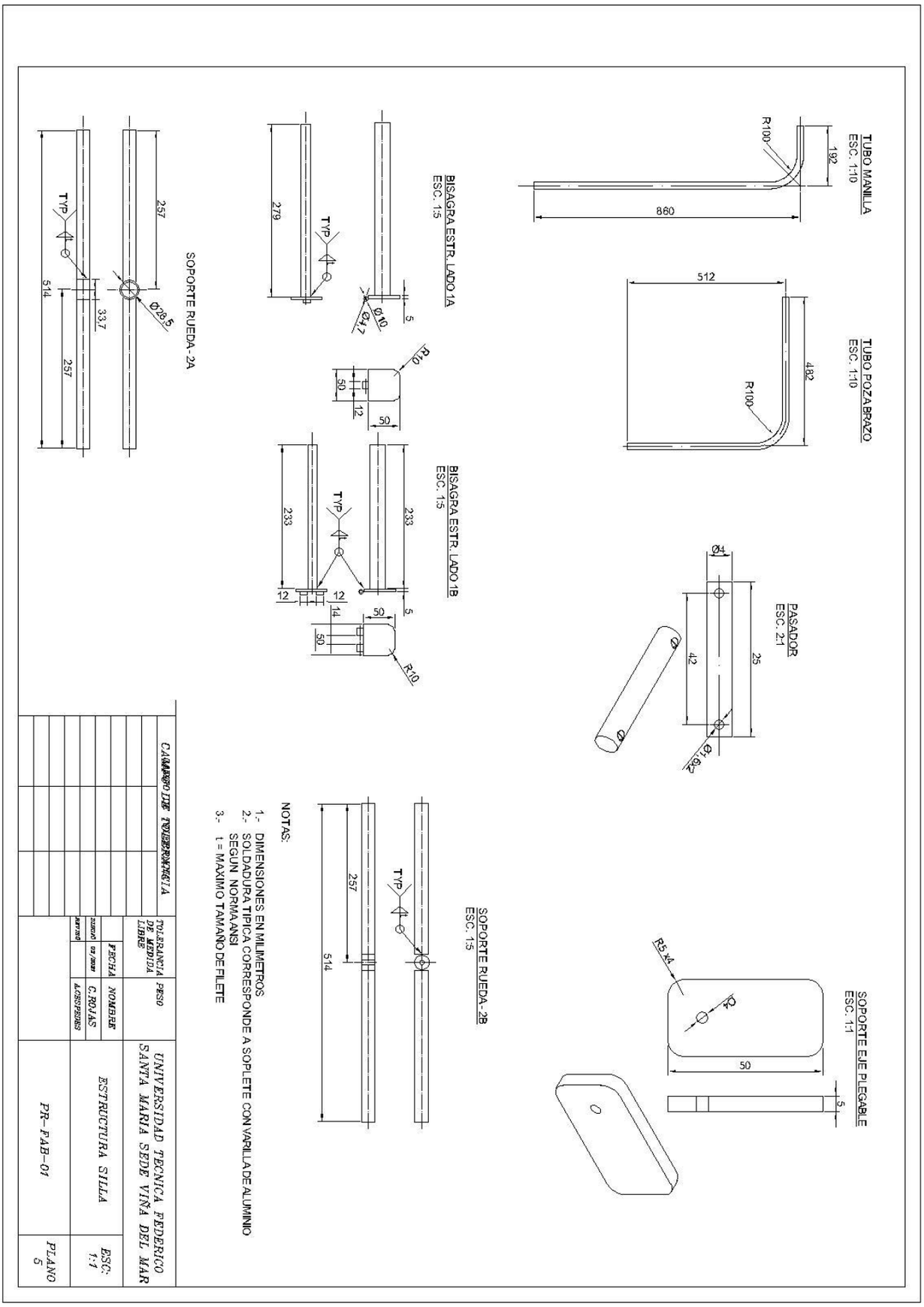


CAMPO DE TOLERANCIA	TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO	UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA SEDE VIÑA DEL MAR	
	FECHA	NOMBRE	SOPORTE EJE PLEGABLE	ESC: 1:3
	DIBUJÓ 02/2021	C.ROJAS		
	REVISÓ	A.CESPEDES		
			PR-ENS-03	PLANO 6
				HOJA 2 DE 2

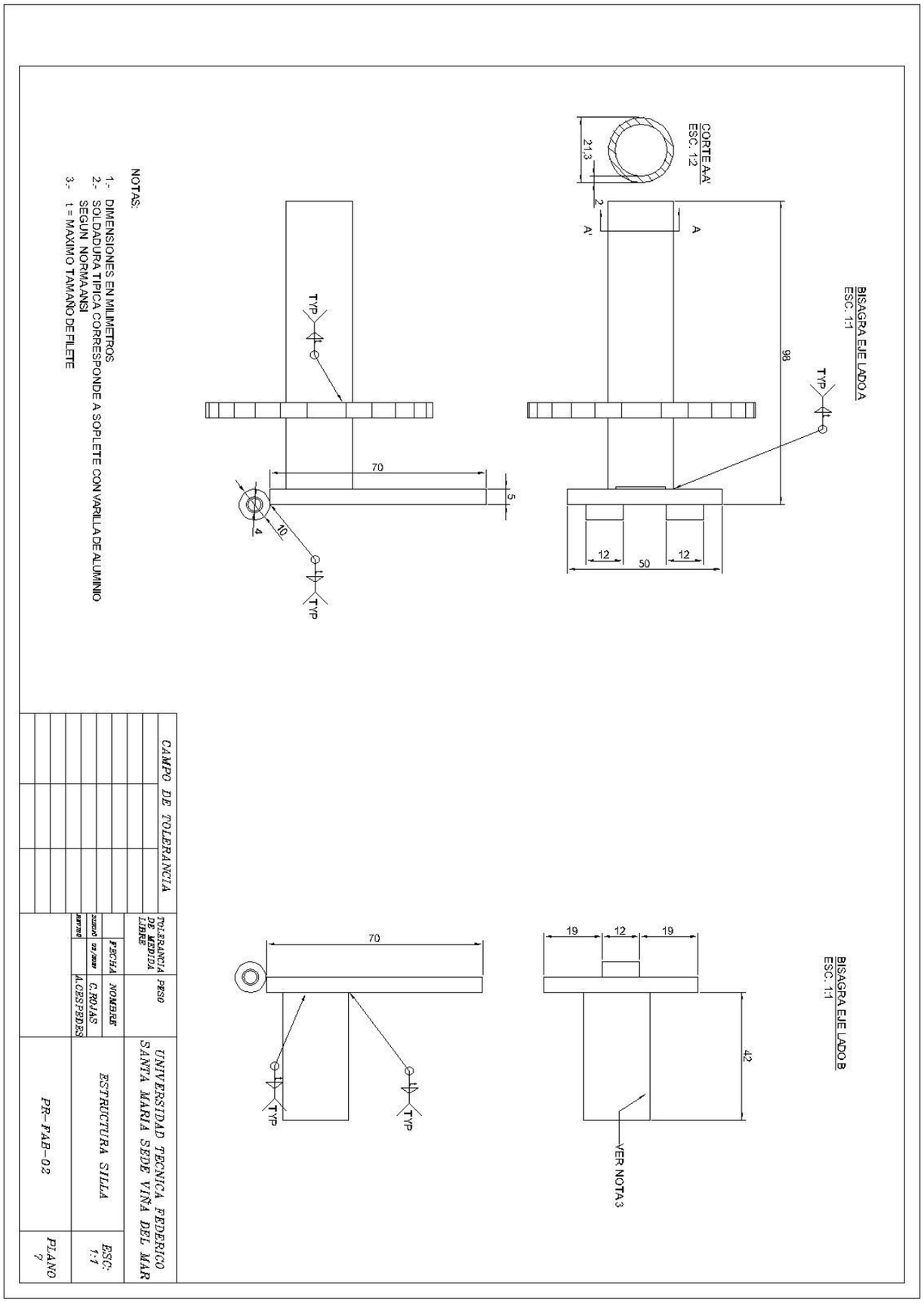
ANEXO 1: PLANO ENS-04



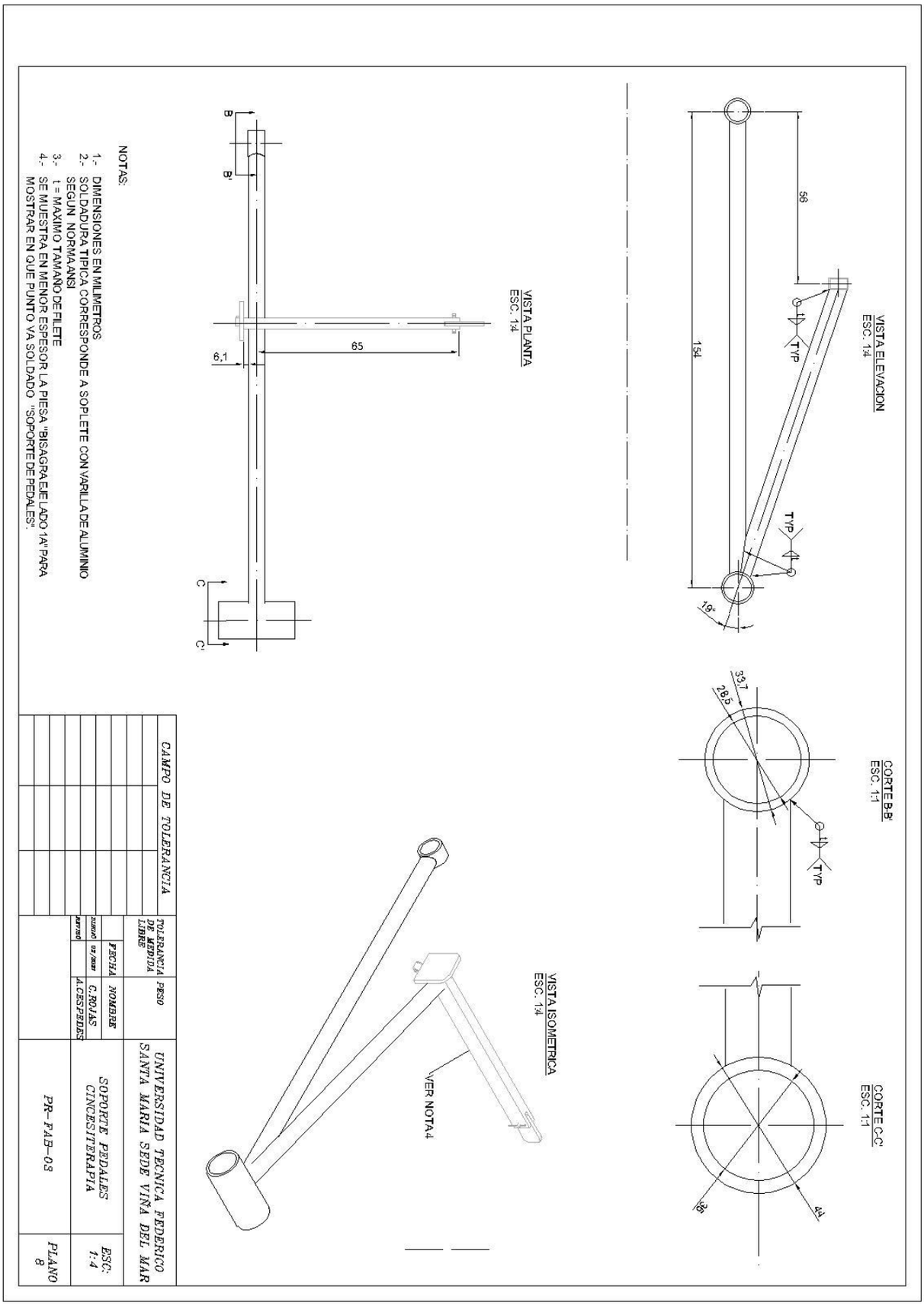
ANEXO 1: PLANO FAB-01



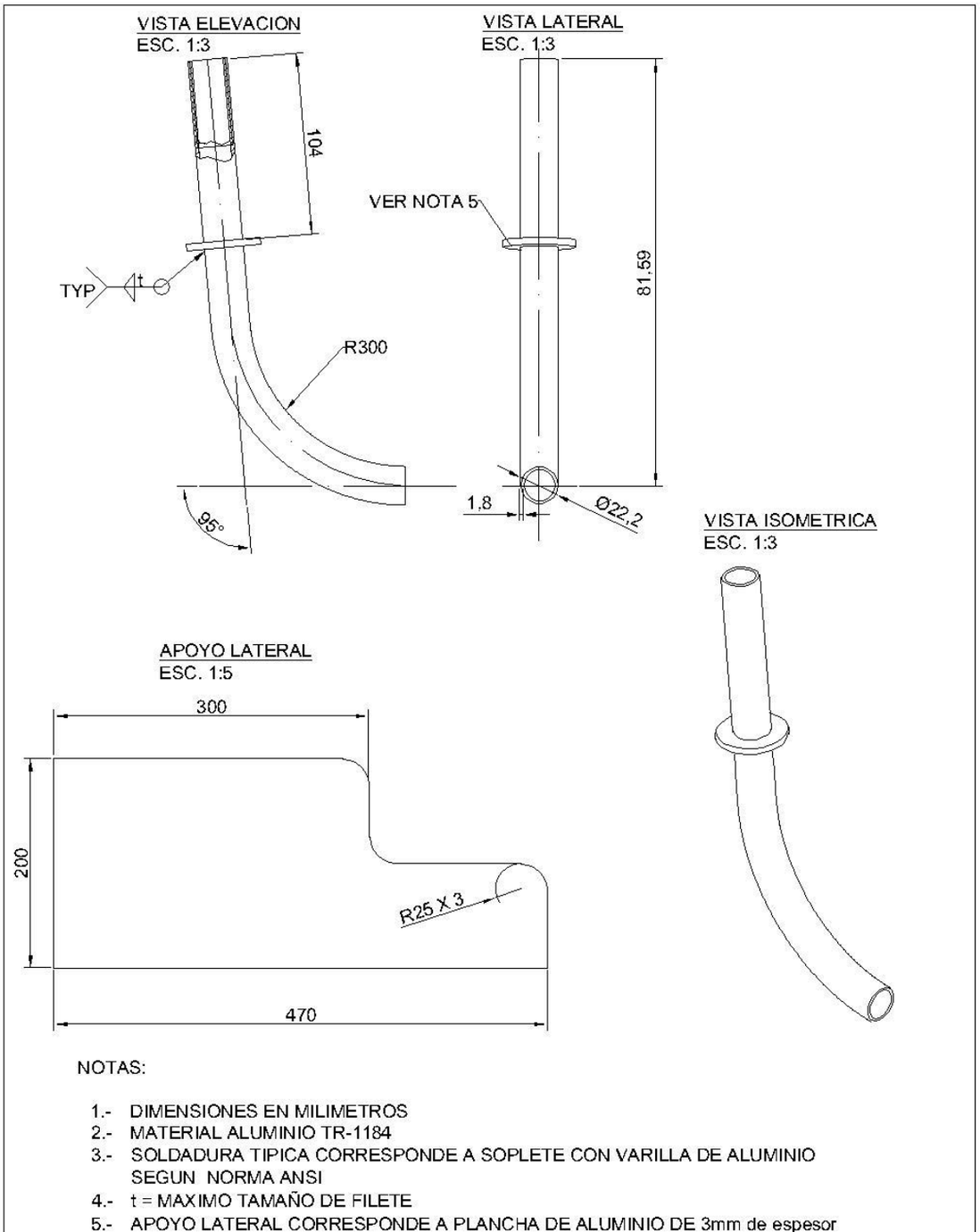
ANEXO 1: PLANO FAB-02



ANEXO 1: PLANO FAB-03



ANEXO 1: PLANO FAB-04



NOTAS:

1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS
2.- MATERIAL ALUMINIO TR-1184
3.- SOLDADURA TIPICA CORRESPONDE A SOPLETE CON VARILLA DE ALUMINIO SEGUN NORMA ANSI
4.- t = MAXIMO TAMAÑO DE FILETE
5.- APOYO LATERAL CORRESPONDE A PLANCHA DE ALUMINIO DE 3mm de espesor

CAMPO DE TOLERANCIA	TOLERANCIA DE MEDIDA LIBRE	PESO	UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA SEDE VIÑA DEL MAR	
	FECHA	NOMBRE	SOPORTE SIST. VIRAGE	ESC: 1:3
	DIBUJÓ 02/2021	C.ROJAS		
	REVISÓ	A.CESPEDES		
			PR-FAB-04	PLANO 10