

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Diseño de una máquina confortable para el aseo de personas que presentan grado de dependencia IV de bajo costo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**AUTOR**

**Kevin Stewart Sales Fernandez**

**ASESOR**

**Elmer Rolando Polo Briceño**

<https://orcid.org/0000-0002-5831-8818>

**Chiclayo, 2024**

**Diseño de una máquina confortable para el aseo de personas que  
presentan grado de dependencia IV de bajo costo**

PRESENTADA POR

**Kevin Stewart Sales Fernandez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

APROBADA POR

Alejandro Jimenez Wilson  
PRESIDENTE

Alejandro Segundo Vera Lazaro  
SECRETARIO

Elmer Rolando Polo Briceño  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Tener el privilegio de estar en este mundo terrenal es posible a mi Padre Celestial, que me dio la dicha de dedicarle a mi abuela y mi tío este trabajo de investigación. Fueron uno de mis motivaciones para seguir siempre avanzando y el plasmar mis conocimientos en este presente trabajo es conmemorar la memoria de ellos.

## **Agradecimientos**

Recuerdo el día que empecé la universidad, era una nueva etapa de mi vida y era consciente que un camino largo me esperaba. Muchas veces la motivación personal desaparece por diversos motivos, pero siempre la familia es y será quienes te dan ese apoyo incondicional. De igual forma agradecer a cada docente que aportó con mi desarrollo profesional, siempre velando por impartirnos todo lo necesario y que el conocimiento sea nuestra mejor arma en el desenvolvimiento de la bella carrera que es ingeniería mecánica eléctrica.

## TESIS.KEVINSALESFERNANDEZ (2).pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>15%</b>	<b>14%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>revistas.ulima.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>descubridor.ulacit.ac.cr</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.merckmanuals.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>pubs.aip.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>bibliotecadigital.univalle.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>13</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>14</b>
<b>Hipótesis .....</b>	<b>15</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>16</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>18</b>
<b>Operalización de Variables .....</b>	<b>20</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>21</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>43</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>44</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>45</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>46</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>49</b>

## Lista de Figuras

Figura 1: Zonas del método ERGOPAR .....	18
Figura 2:Diagrama de Funciones .....	24
Figura 3: Evaluación de propuestas .....	29
Figura 4:Diagrama de cuerpo libre.....	30
Figura 5: Tamo A-B .....	30
Figura 6: Tramo F-E.....	31
Figura 7: Tramo B-D.....	31
Figura 8:Tramo D-E.....	32
Figura 9:Diagramas de Reacciones .....	32
Figura 10: Tramo D-F .....	32
Figura 11:Diagrama de fuerzas cortantes .....	34
Figura 12:Diagrama de Momento Flector .....	34
Figura 13: Sexo .....	37
Figura 14: Características físicas.....	37
Figura 15: Altura .....	38
Figura 16: Anchura.....	38
Figura 17: Barras laterales.....	39
Figura 18: Molestias en el cuello, hombros y/o espalda dorsal .....	39
Figura 19: Molestias en espalda lumbar.....	40
Figura 20: Molestias en las piernas .....	40
Figura 21: Molestias en los codos .....	41
Figura 22: Molestias en rodillas .....	41
Figura 23: Confort del diseño propuesto .....	42
Figura 24: Resumen análisis ergonómico según la percepción de pacientes .....	42
Figura 12:Silla de ducha con rebaje en U .....	53
Figura 13:Silla de ruedas eléctrica con llantas pequeñas .....	53

Figura 14:Silla de ruedas con sanitario .....	53
Figura 15:Cama clínica de 02 manivelas .....	53
Figura 16:Grúa móvil de propósito general-TB05008.....	53
Figura 17:Conjunto de solución 1 .....	55
Figura 18:Conjunto de solución 2 .....	55
Figura 19:Conjunto de solución 3 .....	55
Figura 20: Dimensiones de las estructuras .....	56
Figura 21:Diagrama de cuerpo libre.....	56
Figura 22: Representación como Viga Hiperestática en el software FTool.....	57
Figura 23:Perfil del tubo cuadrado.....	58
Figura 24: Propiedades AISI 316 barra de acero inoxidable recocido.....	59
Figura 25: Propiedades ASTM A36 Acero .....	59
Figura 26: Propiedades Acero AISI 1020 .....	60
Figura 27: Propiedades Aleación 1060 .....	60
Figura 28: Longitudes de partida .....	61
Figura 29:Ficha Técnica.....	62
Figura 30: Plano de Despiece.....	63
Figura 31: Ensamble Tipo Silla.....	64

## Lista de Tablas

Tabla 1: Valores máximos producto de la evaluación a las máquinas existentes en el mercado .....	22
Tabla 2: Ítems para evaluar procedimientos de aseo personal de una persona con grado de dependencia.....	23
Tabla 3:Árbol de objetivos.....	23
Tabla 4: Especificación de Requerimientos .....	25
Tabla 5: Matriz de Interacciones.....	26
Tabla 6: Codificación para Matriz Morfológica .....	27
Tabla 7:Matriz Morfológica.....	27
Tabla 8: Evaluación Económica.....	28
Tabla 9:Evaluación técnica .....	29
Tabla 10: Resultados de la evaluación .....	29
Tabla 11: Pesos para la distribución de fuerzas .....	30
Tabla 12: Tabla de Esquema de Carga [22]. .....	31
Tabla 13: Resultados de la simulación con software SolidWorks .....	35
Tabla 14:Longitudes de partida.....	36
Tabla 15: Longitudes del tornillo requerido.....	36
Tabla 16: Características técnicas de husillos mecánicos .....	36
Tabla 17:Valores normales para la amplitud de movimiento de las articulaciones .....	49
Tabla 18:Análisis mediante el Método Barthel.....	50
Tabla 19:Evaluación de fichas técnicas de las máquinas existentes en el mercado.....	52
Tabla 20:Medidas morfológicas.....	54
Tabla 21: Dimensiones de las estructuras .....	55
Tabla 22:Pesos relativos.....	55
Tabla 23: Pesos para la distribución de fuerzas .....	56
Tabla 24:Resultados del software FTool.....	57

Tabla 25: Tabla comparativo entre valores teóricos y valores obtenidos con el software Ftool .....	57
Tabla 26: Tabla de Cotización .....	61
Tabla 27: Soporte Inferior .....	65
Tabla 28: Ensamble Camilla .....	66
Tabla 29: Junta de Uniones .....	67
Tabla 30: Husillo .....	68

## Resumen

Según los datos obtenidos por el INEI al año 2017, existen 3 millones 51 mil 612 personas que tienen algún tipo de discapacidad y dentro de ellas se encuentran las personas afectadas por accidentes cerebro vasculares. De acuerdo al último Censo Nacional, esta cifra representa el 10.4% del total de la población del país para ello el cuidado de una persona afectada por un accidente cerebrovascular causa un estrés debido a la carga física y psicológica; por lo tanto, para contribuir con la actividad de aseo personal de pacientes con grado de dependencia IV, se diseñó una máquina comfortable mediante el método de marco de referencia lógico que abarca diferentes aspectos evaluados como: clasificación de objetivos, establecimiento de funciones, fijación de requerimientos, determinación de características, generación de alternativas y evaluación de alternativas de solución. En síntesis, se obtuvo el diseño de la máquina comfortable mediante el análisis estructural en el software SolidWorks obteniendo valores del límite elástico, del esfuerzo de desplazamiento, la deformación unitaria y el factor de seguridad.

**Palabras clave:** Accidente cerebrovascular, diseño, análisis estructural.

### **Abstract**

According to the data obtained by the INEI in 2017, there are 3 million 51 thousand 612 people who have some type of disability and among them are people affected by cerebrovascular accidents. According to the last National Census, this figure represents 10.4% of the total population of the country. For this, the care of a person affected by a cerebrovascular accident causes stress due to the physical and psychological load; therefore, to contribute to the personal hygiene activity of patients with degree of dependency IV, a comfortable machine was proposed using the logical reference framework method that covers different aspects evaluated such as: objective classification, establishment of functions, fixation of requirements, determination of characteristics, generation of alternatives and evaluation of solution alternatives. In summary, the design of the comfortable machine was obtained through the structural analysis in the SolidWorks software, obtaining the elastic limit, the displacement effort, the unitary deformation and the safety factor.

**Keywords:** Stroke, desing, structural analysis.

## Introducción

Los accidentes cerebrovasculares es una de las principales causas de muerte y discapacidad en el Perú y el mundo, desafortunadamente el servicio médico proporcionado por el estado tiene serias dificultades de infraestructura, recursos insuficientes para la recuperación de este tipo de pacientes [1]. Durante el periodo 2000 al 2018 según el Registro Nacional de la Persona con Discapacidad sostiene que existe un total de 217,765 personas con alguna discapacidad, de la cual el 43.8% de las personas inscritas presentan limitaciones severas, un 40.6% presenta limitaciones moderados y finalmente un 15.3% presentan restricciones leves [2] .

Para el mejor cuidado de las personas que presentan algunas limitaciones, se busca identificar la asociación entre el grado de carga del cuidador familiar en la dimensión social y el grado de dependencia del paciente [3], en lo cual los factores principales para la rehabilitación de estas personas es generar un ambiente adecuado.

Según el estudio realizado en los Estados Unidos en el año 2020, se verifico que al desplazar a un paciente con limitaciones en su autonomía, existe el riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos por parte de la persona que lo desplaza, por ello se debe utilizar mecanismos de elevación logrando disminuir la carga articular [4]. En ese sentido, el país desarrolló investigaciones que combino las características de la ingeniería y las necesidades del cliente mediante el método de toma de decisiones multicriterio para proponer el diseño de una máquina para pacientes con limitaciones [5].

Ante esta problemática se planteó la siguiente interrogante ¿Cómo facilitar el diseño de una máquina para el aseo de personas que presenta grado de dependencia IV ?, donde el objetivo general es diseñar una máquina confortable que permita facilitar el aseo de personas que presentan grados de dependencia IV de bajo costo, para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos: recopilar información de máquinas de aseo confortables existentes en el mercado nacional para definir las funcionalidades de la máquina a diseñar, evaluar los protocolos de los cuidados que requiere un paciente con grado de dependencia IV, seleccionar mediante una matriz morfológica los componentes de una máquina confortable que cumpla con los protocolos del aseo del paciente de grado de dependencia IV y finalmente realizar análisis estructural de máquina confortable utilizando el software SolidWorks. La presente investigación pretende obtener una máquina que cumpla una función mixta evitando lesiones musculoesqueléticas tanto del paciente como el del cuidador, para ello se identificó las cargas aplicadas y se realizó el análisis estructural mediante el software CAD permitiendo simular la máquina a toda su capacidad máxima de 120 kg.

**Objetivos**

## ➤ Objetivo General

Diseñar una máquina confortable que permita facilitar el aseo de personas que presentan grados de dependencia IV de bajo costo.

## ➤ Objetivos Específicos

1. Recopilar información de máquinas de aseo confortables existentes en el mercado nacional para definir las funcionalidades de la máquina a diseñar.
2. Evaluar los protocolos de los cuidados que requiere un paciente con grado de dependencia IV.
3. Diseñar una máquina confortable que cumpla con los protocolos del aseo del paciente de grado de dependencia IV.
4. Simular el análisis estático estructural de la máquina confortable utilizando el software SolidWorks

## Justificación

### Económico

Esta máquina reemplazará accesorios para baño de pacientes discapacitados

	Costo (S/.)
Banda de movilización	270
Cinturón de transferencia	135
Banda elástica universal	240
Silla de ruedas	570
Cama clínica	3500

### Ambiental

El diseño es conformado por piezas mecánicas, que van a ser accionados por un motor eléctrico. No presenta fuente de energía que emita gases contaminantes, asegurando que no exista ningún efecto contra el medio ambiente

### Tecnológico

Su diseño le permite accionarse como silla, facilita posicionar al paciente mediante los mecanismos de elevación mediante husillos mecánicos. Los bloques unidos por juntas brindan aumentar el área de trabajo del cuidador.

### Tecnológico

Su diseño le permite accionarse como silla, facilita posicionar al paciente mediante mecanismos de elevación a través de husillos mecánicos. Los bloques unidos por juntas brindan aumentar el área de trabajo del cuidador.

## **Hipótesis**

### General

- Si se diseña una máquina confortable que permita facilitar el aseo de personas que presentan grados de dependencia IV, entonces se mejorará la calidad de vida de los pacientes

### Específicos

- Si se recopila información sobre máquinas confortables de aseo existentes en el mercado nacional, entonces se podrá evaluar las funcionalidades de la máquina a diseñar.
- Si se evalúa los protocolos de cuidado que se requiere un paciente con grado de dependencia IV, entonces se va a realizar un diseño adecuado de la máquina de aseo confortable.
- Si se selecciona los componentes de la máquina confortable para personas con grado de dependencia IV a través de una matriz morfológica, entonces se va a cumplir los protocolos de cuidado para pacientes que presentan grado de dependencia IV.
- Si se simula el análisis estructural de la máquina mediante el software SolidWorks entonces se garantiza la estabilidad y se obtiene una máquina confortable.

## **Revisión de literatura**

Se conoce como accidente cerebrovascular a la isquemia o hemorragia que afecta una sección del encéfalo, a consecuencia de un proceso patológico anómalo y la califica en grupos y subgrupos: enfermedad cerebrovascular asintomática, enfermedad cerebrovascular focal (ataque transitorio de isquemia, ictus cerebral), hemorragia intracerebral y hemorragia subaracnoidea [6]. Para ello mediante terapias y un riguroso tratamiento, las personas que sufren de grado de dependencia producto de un accidente cerebrovascular pueden recuperar cierta autonomía. Uno de los factores principales para la rehabilitación de estas personas es generar un ambiente adecuado, es por ello que existe programas como PADOMI [7].

En el país de China se realizó un estudio en 61 pacientes seleccionados que sufrieron accidentes cerebrovasculares, el objetivo fue verificar la viabilidad de un modelo de rehabilitación asistida por una persona con afinidad consanguínea, la cual fue capacitada comparándola con la rehabilitación asistida por la atención en un centro médico. Se evaluó diferentes aspectos como: la movilidad de transferencia de cama y silla, caminar en terreno llano, subir y bajar escaleras, cuidado personal al comer, vestirse y bañarse, para finalmente el control de la micción y heces. Cada uno de estos parámetros fueron cuantificados, las cual se obtuvo un valor de 100, de acuerdo al Índice de Barthel para ser evaluados en lapsos de 3 meses y 6 meses, las cuales se identificó que no existe mucha diferencia entre ambos procesos de rehabilitación permitiendo realizar mejoras en el proceso de rehabilitación con el fin de que las personas con limitaciones económicas mejoren su calidad de vida [8].

La movilidad articular de una persona según el libro Manual de Exploración Física del Aparato Locomotor menciona que se realiza en tres planos del espacio: sagital, coronal y horizontal, los cuales se utilizan para definir los siguientes términos: flexión y extensión, por ejemplo el codo, las rodillas o los dedos, en este caso la flexión representa el movimiento que doblan la articulación y la extensión es aquella que estira completamente la articulación; mientras que el movimiento de abducción se aleja una extremidad teniendo como referencia a una línea media, y la aducción representa a los movimientos en el que una extremidad se acerca hacia una línea media de referencia; por último el movimiento de rotación externa y rotación interna se habla que una extremidad rota en un plano la cual la aleja de una línea media base [9]. El sistema locomotor está conformado por el esqueleto, las articulaciones y los músculos, en el caso del esqueleto consiste en el conjunto de huesos cuya función es soportar y proteger las estructuras corporales, en cambio las articulaciones es la región donde se asocian los huesos y por ultimo los músculos se encuentran unidos mediante tendones con respecto al hueso, además están

conformadas por células musculares esqueléticas, tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios [10].

De acuerdo Wiggerman y Zhuo [11] en su investigación realizaron un estudio sobre los riesgos de trastornos musculoesqueléticos que puede sufrir el cuidador al realizar movimientos como: halar al paciente hacia un lado de la cama, reposicionamiento lateral del paciente, voltear al paciente completamente hacia un lado, los cuales permitieron identificar valores de fuerza manual máxima de 340 N realizando dicha actividad sin ningún tipo de asistencia de giro, mientras que al utilizar la asistencia de giro se obtuvo un valor de 253 N. En el caso de la carga de compresión espinal máxima ya sea con ayuda de la asistencia de giro o sin ella, se obtuvieron valores por debajo de los 1700 N.

Para diseñar una máquina de acuerdo a Cross en su libro *Engineering Design Methods* menciona varios métodos de diseño como: métodos para explorar situaciones de diseño, métodos de búsqueda de ideas, métodos de exploración de la estructura del problema, métodos de evaluación y método con marco de referencia lógico, donde cada una de ellas presenta etapas en el caso del método de referencia lógico está compuesto por: clasificación de objetivos, establecimientos de funciones, fijación de requerimientos, determinación de características, generación de alternativas, evaluación de alternativas y mejora de detalles [12]. Para ello Mahmoud et al. [13] propone el diseño de una silla de ruedas con respaldo anidado y reposamanos mediante el método de toma de decisiones de criterio único, cuyo propósito fue identificar las características de ingeniería de acuerdo a las necesidades del usuario, considerando la mecánica de los movimientos corporales y las longitudes antropométricas asegurando corregir las malas posturas al momento de transportar a una persona discapacitada. Los posicionamientos del paciente deben de estar dentro de los valores ya establecido (ver Anexo 1), donde dicha información fue obtenida en Merck and Co., conocida fuera de los EE. UU como MSD.

La elaboración de los protocolos de aseo no solo busca cubrir las necesidades que presenta un paciente, sino que se establezca un conjunto de acciones que brinden confort. La clínica Sant Antoni [14], mediante su protocolo de higiene del paciente PR-008 estableció un procedimiento de aseo para la persona dependiente, donde el mecanismo de precaución es verificar la temperatura del fluido a utilizar, identificar si existen catéteres venosos y priorizar que en todo el proceso de aseo que la persona no sea transgredida en su intimidad, también recalca que los materiales de aseo que pueden emplearse son: esponja de baño, tela para el secado del cuerpo, guantes descartables, crema hidratante, vestimenta adecuada para el paciente, además de seguir un orden de lavado que se da desde las zonas menos contaminadas, hacia las zonas más

contaminadas: comenzando por la cara-extremidades, segundo extremidades superiores-tórax, tercero abdomen- extremidades inferiores y finalmente genitales-periné.

El aseo de una persona dependiente no es tarea agradable, es por ello que Nithyavathy et al. [15] propone una solución de diseño mediante un mecanismo para el aseo de pacientes postrados, con el objetivo de evitar que el usuario no pase por incómodas limpiezas manuales y evitar el traslado hacia el área de evacuación de orina y heces, para ello la máquina está compuesta por estructuras denominadas reposacabezas, reposapiernas, entre otros. Cada una de ellas fue diseñada con el software SolidWorks y están conectas a un mecanismo de transmisión compuesta por tornillo de avance, que van ser accionadas por motores configurados con una tarjeta lógica de tal forma que realice los movimientos de abertura de la zona toilet permitiendo un diseño multipropósito.

Los autores [16] afirman que antes del siglo XX la seguridad se consideraba un objetivo vital para alcanzar las metas de fabricación, pero no se le daba la misma importancia que en el diseño, la confiabilidad y la calidad del producto. Las características de máquinas son un tema importante para los administradores de salud y seguridad en la seguridad industrial. El método ERGOPAR combina importantes diferencias con los métodos preventivos habituales de las organizaciones y tiene base en la ergonomía participativa; la ergonomía participativa mejora las condiciones laborales al incluir a los actores sociales en un proceso estructurado y organizado; tanto la mejora continua a nivel ergonómico a través de la implementación de medidas preventivas que eliminen o al menos reduzcan la exposición a factores de riesgo como la facilitación de la participación de los trabajadores, sus representantes legales y otros factores implicados en la prevención de riesgos, estos son los dos objetivos que pretende alcanzar el Método ERGOPAR. [17]. El cuestionario supone las siguientes zonas: Cuello, hombros y/o espalda dorsal, Espalda lumbar, Codos, Manos y/o muñecas, Piernas, Rodillas y Pies [18]

Figura 1: Zonas del método ERGOPAR



traslado y se distinguió las particularidades técnicas individuales de cada una, permitiendo definir las funcionalidades de la máquina como: posicionar al paciente, acceder a zonas del cuerpo pocas accesibles y contribuir en el aseo del paciente.

Las rutinas para el aseo de una persona discapacitada, es muy particular ya que cada paciente presenta condiciones y necesidades diferentes, el orden de lavado se da de las zonas menos contaminadas hacia las zonas más contaminadas siendo el factor a considerar sin importar el tipo de procedimiento de aseo. Con respecto a la evaluación de los protocolos de cuidado que requiere un paciente con grado de dependencia IV se consideró aspectos que menciona la Clínica Universidad de Navarra como: temperatura del agua, caídas a distintos niveles, corrientes de aire, enfermedades cutáneas, tiempo de lavado.

Para centrarnos en la selección de la matriz morfológica, se utilizó el método de referencia lógico el cual parte de la clasificación de objetivos que fueron identificados mediante el estudio titulado Atención higiénica realizado por Alberto Romero. Se consideró diversos aspectos como: periodos de tiempo de contacto entre una zona del cuerpo con una superficie para establecer las funciones de la máquina a diseñar. Los requerimientos para el diseño, determinación de características se evaluó parámetros como datos antropométricos, movilidad corporal, de tal forma cubrir las necesidades del cliente junto con los parámetros de ingeniería. Para ejecutar las diversas simulaciones se utilizó el software FTool y SolidWorks, permitiendo realizar el cálculo de las fuerzas mediante fórmulas, donde los valores de estas fuerzas fueron programados para identificar valores como: esfuerzo máximo, factor de seguridad, desplazamiento máximo, deformación unitaria. La distribución de estas fuerzas parte de los pesos relativos de las partes del cuerpo humano que se encuentran definidos en el estudio titulado Modificaciones adaptativas en el sistema locomotor.

### Operalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	UNIDADES	INSTRUMENTOS
Independiente: “Diseño de una máquina para el aseo de personas que presentan grados de dependencia IV”	Factor de Seguridad	Capacidad de asegurar que los valores requeridos reales sean los más óptimos	Nd	–	Uso de software SolidWorks, FTOOL, Cálculos escritos, Hoja de cálculo Excel
	Propiedades Mecánicas	Propiedades que presenta cada material, que están son alteradas cuando interactúa con fuerzas	Aceros	MPa	
	Confiabilidad	Porcentaje de error mínima para la existencia de fallas en intervalos de tiempo	–	–	
Dependiente: “Capacidad de Confort”	Peso Máximo de Carga	Valor máximo de peso el cual puede ser manejada en procesos de traslado de cargas	Peso del Cuerpo Humano	Kg	
	Altura	Distancia respecto a punto de partida medidas en coordenadas Y	–	m	
	Angulo de Movimiento	Rangos definidos para la libre movilidad	–	–	

## **Resultados y discusión**

### Identificación de funcionalidades

Se identificó actividades como: alimentación, traslado del paciente de la silla a la cama, aseo personal, uso de retrete, bañarse, desplazamiento, subir y bajar escaleras, vestirse y desvestirse, control de heces, control de orina, estas fueron cuantificadas para dar una valoración a la discapacidad de una persona mediante el método Barthel [19] . Cada una de ellas presentaron diversas opciones de respuestas diferentes que permitió ponderar las 10 actividades aplicando opciones de respuestas cuyas puntuaciones fueron 0,5,10 y 15, evaluando si las máquinas existentes en el mercado contribuyen, no contribuyen, facilitan, no facilitan el procedimiento ejecución de cada actividad (ver Anexo 2).

Las máquinas evaluadas fueron: sillas de ducha, silla de ruedas, sillas neurológicas, grúas de traslado de personas entre otros tipos de maquinarias, esto permitiendo identificar valores máximos entre 60 y 65 mediante la interpretación de puntuación en una tabla de valoración del 0 al 100 (ver Anexo 2) validando el impacto de satisfacción en relación a las necesidades del paciente, permitiendo definir las funcionalidades más resaltantes a considerar en el diseño de la máquina. Entre las principales funcionalidades obtenidas se tiene que la máquina debe reducir la fatiga por la carga física, brindar accesibilidad a algunas regiones del cuerpo, lograr un sencillo manejo, disminuir los números de posicionamientos, acortar el tiempo de aseo personal, evitar lesiones del paciente y lesiones del cuidador.

Como resultado del análisis de las diferentes maquinas en relación a las funcionalidades, se obtuvo una valoración de 65 para la silla de ruedas eléctrica con llantas grandes neumáticas y para la cama clínica importada 02 manivelas. Cabe señalar que la silla de ruedas satisface mejor las necesidades de desplazamiento del paciente, mientras que la cama clínica evita el traslado entre la silla y la cama, generando más impacto al momento de disminuir pasos en el proceso de higiene personal de un paciente con grado de dependencia IV (ver Tabla 1).

Tabla 1: Valores máximos producto de la evaluación a las máquinas existentes en el mercado

	<b>Silla de ruedas eléctrica con llantas grandes neumáticas</b>	<b>Cama clínica nacional</b>	<b>Cama clínica importada 02 manivelas</b>
Comer	10	10	10
Trasladarse entre la silla y la cama	5	15	15
Aseo personal	5	5	5
Uso de retrete	0	0	0
Bañarse/Ducharse	10	10	10
Desplazarse	15	5	5
Subir y bajar escaleras	5	0	0
Vestirse y desvestirse	5	5	
Control de heces	5	5	10
Control de orina	5	5	10
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>65</b>

Fuente: Elaboración propia. En base a VALORACIÓN DE LA DISCAPACIDAD FÍSICA: EL INDICE DE BARTHEL [19]

#### Evaluación de protocolos de aseo de pacientes

En primera instancia se evaluó los protocolos de aseo de un paciente con grado de dependencia, en ese aspecto Romero [20] en su libro describe ciertas funciones en relación a la atención de las personas en situación de dependencia, detallando consideraciones específicas para evaluar el ambiente donde se va a ejecutar dicha actividad, para ello precisa ciertos parámetros médicos como son: la condición de salud que presenta el paciente, la selección correcta del tipo de asistencia técnica a utilizar, la fluida comunicación entre el paciente, cuidador y la familia, pero siempre se debe seguir el orden de lavado desde las zonas menos contaminadas hacia las zonas más contaminadas.

De acuerdo a National Library of Medicine [21], detalla dos tipos de aseos realizados a personas con grado de dependencia estos fueron: aseo personal en cuarto de baño y aseo personal en la cama, donde se evaluó según los parámetros mencionados por Romero. Permitiendo verificar cual de ambos procedimientos es el más adecuado para una persona discapacitada, como resultado se identificó que frecuentemente se sigue el orden de lavado, en el primer caso el paciente debe tener cierto grado de autonomía y en el segundo caso va ser mucho más fácil manipular materiales o artículos debido a que ninguna de las manos va estar condicionada para evitar detener movimientos involuntarios que pueda realizar el paciente (ver Tabla 2).

Tabla 2: Ítems para evaluar procedimientos de aseo personal de una persona con grado de dependencia

ITEMS A EVALUAR	ASEO PERSONAL EN CUARTO DE BAÑO	ASEO PERSONAL EN LA CAMA
Se reconoció las condiciones médicas y el grado de dependencia que presenta el paciente	X	X
Se estableció protocolos de observación, para verificar y dar seguimiento la correcta ejecución del aseo del paciente	X	X
Se empleó procedimiento de aseo según las condiciones y las necesidades del paciente	X	X
El ambiente es conveniente para satisfacer las necesidades de aseo del paciente	X	X
Se estableció medidas de seguridad para asegurar la protección del paciente	X	X
Es necesario que el paciente realice movimientos en determinadas partes del cuerpo	X	X
Se requiere comunicar a otras personas para que contribuyan en el proceso de higiene del paciente	X	X
Se requiere cierta autonomía por parte del paciente	X	
Los artículos y materiales son fácil de coger al momento de asear al paciente		X

Fuente: Elaboración propia en base a Atención higiénica [20]

### Diseño de la máquina comfortable

La metodología utilizada fue el método con marco de referencia lógico, el primer paso de este método es la clasificación de los objetivos, en los cuales estos deben satisfacer las necesidades del usuario. A partir de ello teniendo identificado las necesidades mediante el método Barthel, se definió los 4 objetivos del diseño a realizar (ver Tabla 3).

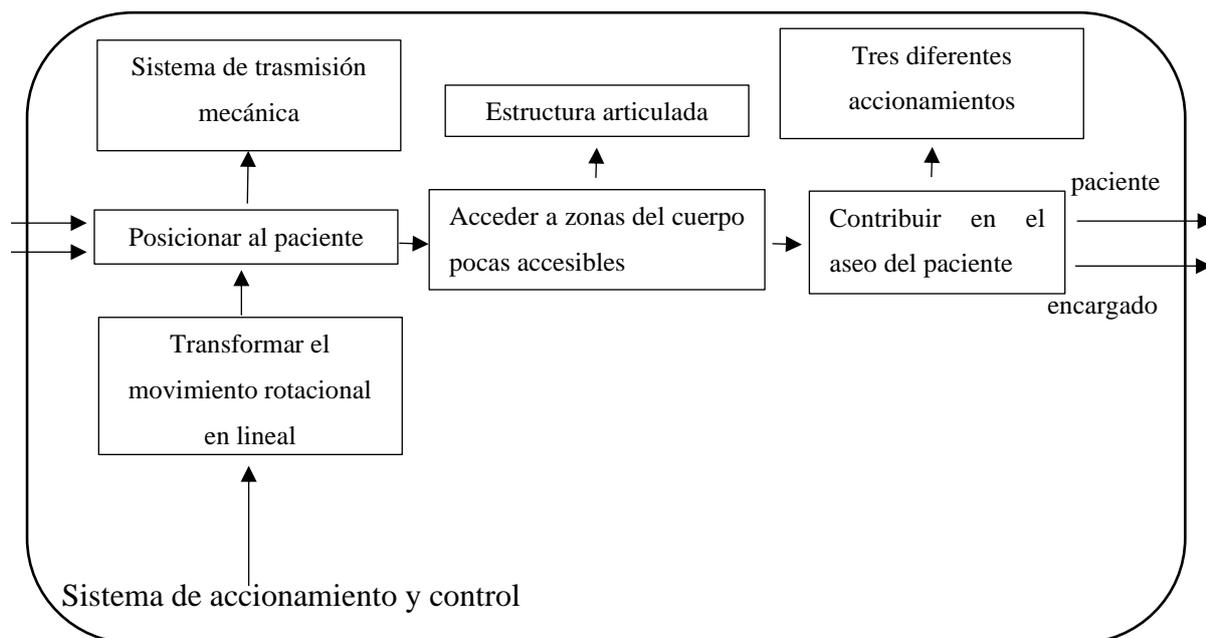
Tabla 3:Árbol de objetivos

MÁQUINA CONFORTABLE PARA EL ASEO DE PERSONAS QUE PRESENTAN GRADO DE DEPENDENCIA IV	Confort del cuidador	Evitar sobre carga física
		Accesibilidad de algunas regiones del cuerpo
	Confort del paciente	Sencillo manejo
		Disminuir los números de posicionamientos
		Acortar el tiempo de aseo personal
	Seguridad	Accionamiento silencioso
		Evitar lesiones en el paciente
	Accesibilidad	Evitar lesiones en el cuidador
Bajo costo para el usuario		

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Luego se evaluó mediante la metodología de diagramas de bloques descritas en el libro MÉTODOS DE DISEÑO del autor Cross, donde se detalla el procedimiento a considerar para establecer las funciones secundarias en un proceso de diseño [12]. A partir de ello se definió las principales funciones secundarias, entre ellas tenemos: posicionar al paciente mediante transmisión mecánica, buscar acceder a zonas pocas accesibles con estructuras articuladas por uniones y contribuir en el aseo del paciente. (ver Figura 1)

Figura 2:Diagrama de Funciones



Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Se identificó dos tipos de sistema de transmisión en base a las máquinas existentes en el mercado, entre las más sobresaliente se tiene el sistema mediante pistón y el sistema mediante tornillo sin fin, donde estos permiten accionar las estructuras articuladas definidas como respaldar, cadera, reposapiés. Cada una de ellas van presentar movilidad de tal forma que el proceso de desplazamiento y cambios posturales el cuidador o el equipo que realiza dicha actividad no corra el riesgo de sufrir un accidente musculoesquelético.

En efecto a lo descrito, se evaluó las fichas técnicas de las máquinas existentes en el mercado, para identificar los requerimientos del nuevo diseño, siendo estos los atributos que cada máquina presenta y están expresados como parámetros, estos son: las dimensiones de las máquinas, material de fabricación, mecanismos de accionamiento, peso máximo de carga y entre otras (ver Anexo 3), con la finalidad de satisfacer las necesidades del cliente.

Al comparar estos parámetros de las 12 máquinas, se identificó que las dimensiones deben estar acorde a las medidas antropométricas del cuerpo humano, donde el uso de la máquina se

realizara de forma frecuente, debido a que el aseo de una persona es ejecutado de manera diaria, es por ello que la máquina debe brindar seguridad, peso de carga mayor a 100 kg, fácil de transportar, fácil utilización y que no emita gases contaminantes (ver Tabla 4).

Tabla 4: Especificación de Requerimientos

	Características	
	Requeridas	Deseadas
1. Características Generales Máquina de aseo para domicilio y hospitales Número de usuarios a utilizar: 1 Número de ruedas: 4	X	
2. Condiciones de trabajo Domicilios domésticos y hospitales	X	
3. Dimensiones Longitud: 1.62931 m Ancho: 0.7 m Alto: 0.7 m	X	
4. Peso Máximo de Carga Peso máx.: 200 kg		X
5. Fácil de transportar Peso bruto: 28 kg sin gatos de husillos		X
6. Utilización, uso Utilización: sencilla Uso: frecuente	X	
7. Operación, Mantenimiento Instalación por persona no especializada Posibilidad de encontrar refracciones: estándar y comerciales	X	
8. Mecanismo de accionamiento Transmisión por husillo		X
9. Seguridad Factor de seguridad	X	
10. Contaminación No presenta emisión de gases contaminantes	X	

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Cross en su libro sostiene que las características de ingeniería que presenta un producto van de acuerdo a los atributos que el cliente busca para satisfacer sus necesidades y uno de los métodos es desarrollarlo mediante una matriz de interacciones [12]. Estas características fueron evaluadas a través de las relaciones que tienen con los atributos, para ello se cuantifico con valores del 1 al 3, anexados con cualificaciones ya sea: amplio, moderado, reducido, tiempo prolongado, tiempo moderado, tiempo breve y entre otros, de tal forma que permitió identificar la influencia de cada una de ellas con la satisfacción de las necesidades del usuario, obteniendo que los atributos con puntajes máximos entre 19 y 21 fueron: mecanismo de accionamiento, respaldar, asiento y reposapiés (ver Tabla 5).

Tabla 5: Matriz de Interacciones

	Tamaño			Montaje/ Desmontaje			Desplazamiento			Continuidad de uso			Accionamiento			Durabilidad			Costo			Seguridad		
	Amplio	Moderado	Reducido	Tiempo prolongado	Tiempo moderado	Tiempo breve	Incomodo	Normal	Fácil	Rara vez	Moderado	Muy frecuente	Complicado	Manejable	Muy fácil	5 años	10 años	Inaccesible	Accesible	Económico	Inseguro	Seguridad aceptable	Muy seguro	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	
Dimensiones	8	2													3									3
Material de fabricación	7																2		3					3
Mecanismo de accionamiento	21		3		2				3			3			3		2		2					3
Respaldar	19		2		2				2			3			3		2		2					3
Asiento	19		2		2				2			3			3		2		2					3
Reposapiés	19		2		2				2			3			3		2		2					3
Peso máximo de carga	3																							3

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Mediante la matriz morfológica las combinaciones de los conjuntos soluciones, van a estar conformados por componentes de las máquinas, las cuales satisface cada atributo que los clientes buscan, esta metodología lo describe Cross en su libro [12]. Los atributos evaluados son: resistencia a esfuerzos, uniones, transmisión, soporte; donde cada una de ellas presentan opciones que conforman un conjunto solución, de igual manera se proyecta la funcionalidad del diseño final que se quiere lograr, para ello se debe seleccionar los componentes con la finalidad de cumplir las funciones planteadas en el árbol de objetivos (ver Tabla 6).

A cada solución se realizó una descripción, en el caso de la solución número 1 el posicionamiento del paciente en situación de grado de dependencia IV, es mediante sistema de transmisión a través de husillos mecánicos, su diseño estructural va ser similar a la de una cama, pero va a presentar modificaciones. A través del movimiento rotacional permite el movimiento lineal, que es utilizada para el desplazamiento de las tres secciones de la estructura articulada, donde el paciente va a estar recostado encima del colchón anti escaras. Estas secciones presentan desplazamientos acordes al rango de movimiento de cada parte del cuerpo humano.

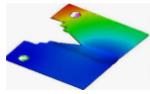
Tanto el peso del paciente como de los componentes de la maquina son soportadas por las ruedas giratorias, no solo tienen la función de soportar la cama sino de posicionar a toda la cama de acuerdo los requerimientos del TAPSD. Para la solución número 2 el posicionamiento del paciente en situación de grado de dependencia IV, es mediante sistema de transmisión a través de engranajes, su diseño estructural va ser similar a la de una cama, pero va a presentar modificaciones. A través del movimiento rotacional de los engranajes permite el desplazamiento de las tres secciones de plancha rígida, donde el paciente va a estar recostado encima del colchón anti escaras. Estas secciones presentan desplazamientos acordes al rango de movimiento de cada parte del cuerpo humano, tanto el peso del paciente como de los componentes de la maquina son soportadas por las patas rígidas; la cama debe ser posicionada en un lugar fijo. En la solución número 3 el posicionamiento del paciente en situación de grado de dependencia IV, es mediante sistema de transmisión a través de pistón hidráulico, su diseño estructural va ser similar a la de una cama, pero va a presentar modificaciones. A través del movimiento lineal del pistón permite el desplazamiento de las tres secciones de la estructura articulada, donde el paciente va a estar recostado encima del colchón anti escaras. Estas secciones presentan desplazamientos acordes al rango de movimiento de cada parte del cuerpo humano. Tanto el peso del paciente como de los componentes de la maquina son soportadas por las ruedas giratorias, no solo tienen la función de soportar la cama sino de posicionar a toda la cama de acuerdo los requerimientos del TAPSD.

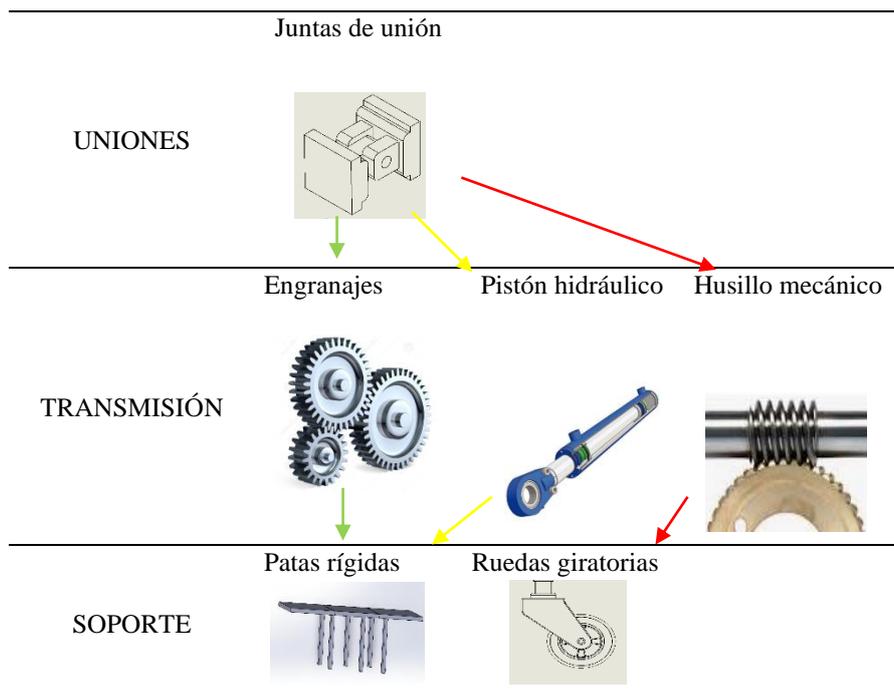
Tabla 6: Codificación para Matriz Morfológica

CONCEPTO DE SOLUCIÓN	TIPO DE LÍNEA
1	<span style="color: red;">—</span>
2	<span style="color: green;">—</span>
3	<span style="color: yellow;">—</span>

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Tabla 7: Matriz Morfológica

	Concepto de Solución 1	Concepto de Solución 2	Concepto de Solución 3
	Estructura rígida	Estructura	
RESISTENTE A ESFERZOS			
			Articulada



Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12] Luego se evaluó de forma técnica y económica de los tres conjuntos soluciones, con respecto a la parte económica se estableció un costo admisible que resulta del promedio de los tres precios aproximados de las tres soluciones obtenidas, donde el costo es de \$613. A partir de ello se establece el costo ideal que representa el 70% del costo admisible obteniéndose un valor de \$ 429.1, y como consecuencia se obtiene el valor económico de cada conjunto solución que resulta de la división del costo entre el precio aproximado. (ver Tabla8)

Tabla 8: Evaluación Económica

	CS1	CS2	CS3
Precio aproximado	580	600	660
Valor económico	0.74	0.72	0.65

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12] Para evaluar la parte técnica, se definió 7 criterios las cuales son las exigencias técnicas del diseño, estas son cuantificadas con valores del 1 al 5 donde el numero seleccionado va ser multiplicado con el peso. El peso para cada criterio varía de acuerdo a la relevancia entre las características técnicas y las necesidades del usuario, donde la suma de todos los pesos asignados a cada criterio resulta la unidad. En esta evaluación se resalta que los criterios que presentan mayor ponderación e importancia son los criterios 1,3 y 7 (ver Tabla 9).

Tabla 9: Evaluación técnica

DISEÑO MECÁNICO-EVALUACIÓN DE PROYECTOS											
Proyecto: DISEÑO DE UN MÁQUINA CONFORTABLE PARA EL ASEO DE PERSONAS QUE PRESENTAN GRADO DE DEPENDENCIA IV BAJO COSTO											
Evaluación Técnica											
Los criterios están valorizados entre 1 como mínimo y 5 como máximo											
Criterio1(C1): Sencillez de operación											
Criterio2(C2): Demanda de mantenimiento											
Criterio3(C3): Facilidad para el transporte											
Criterio4(C4): Bajo nivel de ruido											
Criterio5(C5): Aspecto atractivo y adecuado											
Criterio6(C6): Peso											
Criterio7(C7): Fabricación sencilla											
Criterio de evaluación para diseño en frase de conceptos o proyectos											
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Suma ponderada	Puntaje Máximo	Valor Técnico	
PESO	0.2	0.05	0.2	0.1	0.15	0.1	0.2				
CS1 Valor	4	4	3	1	4	3	4				
Puntaje	0.8	0.2	0.6	0.1	0.6	0.3	0.8	3.4	5	0.68	
CS2 Valor	4	4	4	4	4	4	4				
Puntaje	0.8	0.2	0.8	0.4	0.6	0.4	0.8	4	5	0.8	
CS3 Valor	3	2	3	1	2	3	4				
Puntaje	0.6	0.1	0.6	0.1	0.3	0.3	0.8	2.8	5	0.56	

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

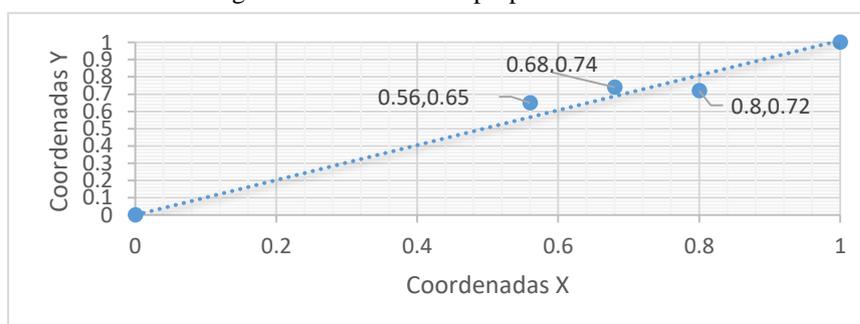
Como resultado del análisis de la evaluación económica y técnica (ver Tabla 10), se obtuvo valores que son graficados en un diagrama de coordenadas de dos planos, en lo cual permitió identificar qué conjunto solución es el más próximo a la línea de tendencia de 1,1. En este caso el conjunto solución que presenta acercamiento más próximo a la línea de tendencia es el CS1 (ver Figura 2).

Tabla 10: Resultados de la evaluación

	CS1	CS2	CS3	CS IDEAL
Valor Económico	0.74	0.72	0.65	1
Valor Técnico	0.68	0.8	0.56	1

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos

Figura 3: Evaluación de propuestas



Fuente: Elaboración propia

### Análisis estático estructural

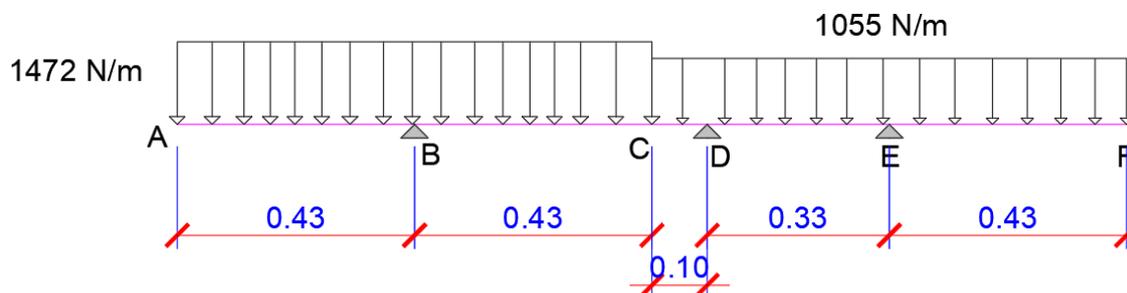
Para el cálculo analítico de la viga primero se definió las dimensiones de las estructuras (ver Anexo 5) y los pesos relativos de las partes del cuerpo humano (ver Anexo 5), donde se consideró como peso máximo 200 kg distribuyéndose en tres secciones (respaldar, cadera, reposapiés). Identificándose que el mayor peso del cuerpo está ubicada en la parte del tronco con un valor 86 kg, mientras que la cabeza, brazos hacen un total de 26 kg donde multiplicado con la gravedad se obtuvo un valor de 1.37 kN/m que respresenta la fuerza distribuida en la estructura denominado respaldar. En el caso de los pesos que van a soportar la estructura de la cadera y reposapiés se obtuvieron valores de 52 kg y 28 kg dando valores de fuerza de 1.29 kN/m y 0.64 kN/m respectivamente. (ver Tabla 11)

Tabla 11: Pesos para la distribución de fuerzas

F1	$m_1 \times g$	1,37 kN/m
F2	$m_2 \times g$	1,29 kN/m
F3	$m_3 \times g$	0,64 kN/m

Para el desarrollo de la viga hiper-estática con 3 apoyos fijos se utilizó el método de los tres momentos.

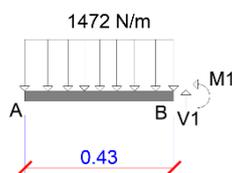
Figura 4: Diagrama de cuerpo libre



Se realiza cortes por tramos para los momentos

#### 1. Tramo A-B

Figura 5: Tramo A-B



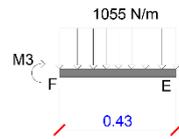
$$\sum M_B = 0$$

$$M_1 + 136,01 \text{ Nm} = 0$$

$$M_1 = -136,01 \text{ Nm}$$

## 2. Tramo F - E

Figura 6: Tramo F-E



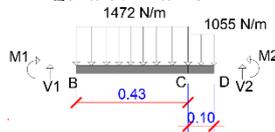
$$\sum M_E = 0$$

$$-M_3 - 97.53 \text{ Nm} = 0$$

$$M_3 = -97.53 \text{ Nm}$$

## 3. Tramo B - D

Figura 7: Tramo B-D



$$M_1 \cdot L_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3 \cdot L_2 = \frac{-6A_1\bar{a}_1}{L_1} - \frac{6A_2B_2}{L_2}$$

Para obtener los factores del lado derecha de la formula se usara la siguiente tabla del libro Resistencia de materiales de Ferdinand L.Singer [22].

Tabla 12: Tabla de Esquema de Carga [22].

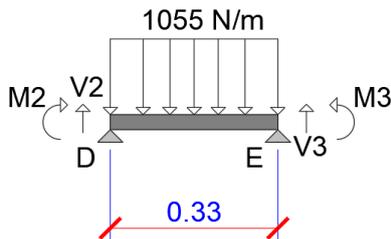
Nº	Esquema de carga	Rotaciones en los apoyos 1 y 2
1		$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{wL^3}{24}$
2		$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{ws}{48}(3L^2 - s^2)$
3		$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{ws^2}{12}(2L + a)$
4		$\alpha_1 = \frac{ws^2}{24L}(2L - s)^2$ $\alpha_2 = \frac{ws^2}{24L}(2L^2 - s^2)$

$$\frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} = \frac{(1472 \times 0.43^3)}{4} + \frac{(1055 \times 0.1^3)}{4}$$

$$\frac{6A_1\bar{a}_1}{L_1} = 29.52 \text{ Nm}^2$$

## 4. Tramo D – E

Figura 8:Tramo D-E



$$\frac{6A_2b_2}{L_2} = \frac{1055 \times (0,33)^3}{4} \quad L_1 = 0,53 \text{ m}$$

$$\frac{6A_2b_2}{L_2} = 9,48 \text{ Nm}^2 \quad L_2 = 0,33 \text{ m}$$

$$M_1 \cdot L_1 + 2M_2(L_1 + L_2) + M_3 \cdot L_2 = \frac{6A_1^1}{L_1} - \frac{6A_2b_2}{L_2}$$

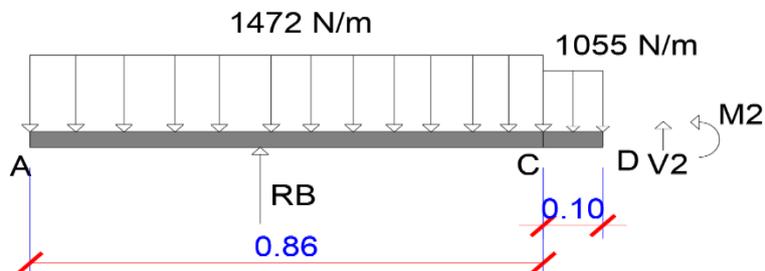
$$-0,53(136) + 2M_2(0,86) - 97,53(0,33) = -29,52 - 9$$

$$-72 + 1,72M_2 - 32,2 = -39,0$$

$$M_2 = 24 \text{ N.m}$$

Calculo de las reacciones en los apoyos

Figura 9:Diagramas de Reacciones

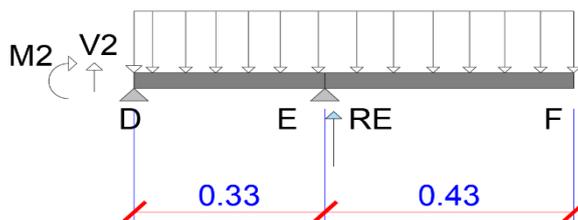


$$37,9 + 1265(0,53) + 5,28 - R_B \times 0,53 = 0$$

$$R_B = 1322 \text{ N}$$

## 5. Tramo D – F

Figura 10: Tramo D-F



$$\sum M_D = 0$$

$$-M_2 + 0,33R_E + 770(0,37) = 0$$

$$-37,9 + 0,33R_E - 284,5 = 0$$

$$R_E = 997N$$

Por sumatoria de fuerzas

$$-1265 + 1322 + 997 + R_D - 907 = 0$$

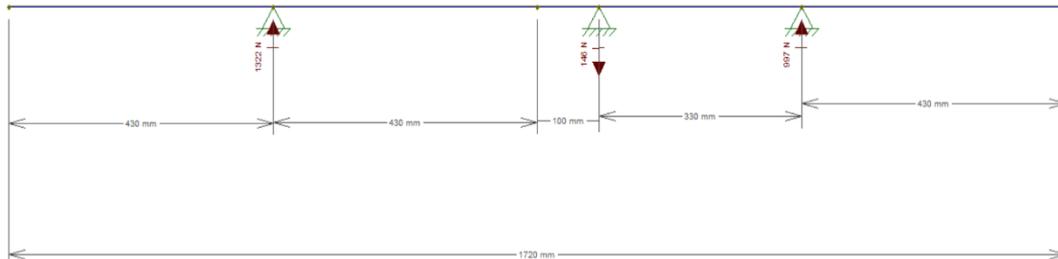
$$R_D = -147N$$

Validación de valores obtenidos

Se va a utilizó el software Ftool configurando la distribución de las carga mediante carga distribuida, para luego inserta valores carga por extremidades superiores, carga del tronco, carga de extremidades inferiores y estos se dieron mediante los pesos relativos de las partes del cuerpo( ver Anexo5).

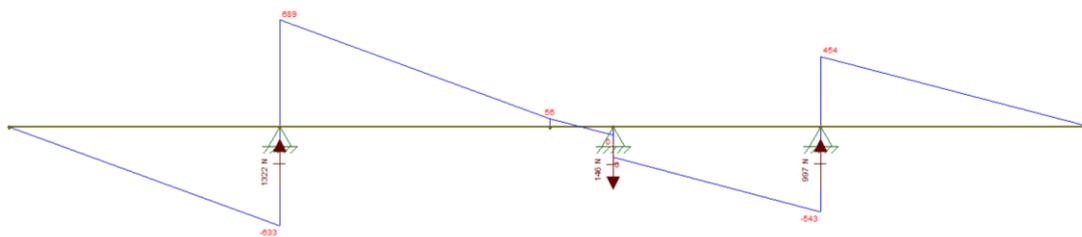
Diagrama de reacciones

Figura 13:Diagrama de reacciones



## Diagrama de fuerzas cortantes

Figura 11: Diagrama de fuerzas cortantes

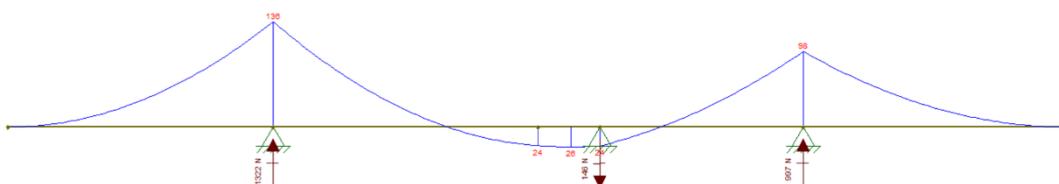


La mayor fuerza se da en el tramo A-C: 689N

## Diagrama de momento flector

Se obtiene que el mayor momento flector se da en el tramo A-C siendo su valor 1106I N.m

Figura 12: Diagrama de Momento Flector



## Selección del perfil

Debido a que nuestro proyecto está orientado al sector salud, optaremos por utilizar un acero inoxidable, específicamente un acero inoxidable calidad 304, cuyo límite de fluencia es de 235 Mpa.

Módulo de sección mínimo ( $S_{min}$ ):

$$S_{min} = \frac{|M|}{\delta_{adm.acero}}$$

$$S_{min} = \frac{|106|}{235 \text{ Mpa}}$$

$$S_{min} = 0.45 \text{ cm}^3$$

Ya calculado el modulo de seccion minimo necesario, consideraremos un factor de seguridad minimo de 4 para la selección del perfil. (ver Anexo8)

$$S = 0.45 \times 4 = 1.8 \text{ cm}^3$$

Se seleccionara un valor de modulo de seccion inmediatamente superior al calculado, de acuerdo a la imagen que se muestra de los perfiles cuadrado con sus medidas comerciales, se seleccionara un perfil de 40x40x1.2 mm con un modulo de seccion de 2.19 cm<sup>3</sup> (ver Anexo8). Para finalizar el analisis estructural se utilizó el software SolidWork, donde se realizo simulaciones con 4 tipos de materiales: asi 316 barra de acero inoxidable recocido, astm a36 acero, acero aisi 1020, aleación 1060 cada uno de ellos presenta propiedades como: modulo elástico, coeficiente de poisson, límite a tracción y entre otros (ver Anexo 9); cada simulación fue programada en los componentes: el pasador, respaldar, cadera, reposapiés resultando valores como: masa, limite elastico, esfuerzo, desplazamiento, deformación unitaria, factor de seguridad. Siendo el material aleación 1060 el material que cumple con los requerimientos y se evita el sobredimensionamiento (ver Tabla13).

Tabla 13: Resultados de la simulación con software SolidWorks

Componente	Material	Masa (kg)	Límite elástico (MPa)	Esfuerzo (MPa)	Desplazamiento (mm)	Deformación unitaria	Factor de seguridad
				Máx	Máx	Máx	
Pasador	AISI 316	0,03098	137,895	4,944	2,99x10 <sup>-4</sup>	1,927x10 <sup>-5</sup>	27,789
	ASTM A36	0,03	250	5,037	2,885x10 <sup>-4</sup>	1,827x10 <sup>-5</sup>	49,63
	AISI 1020	0,03059	351,571	4,968	2,885x10 <sup>-4</sup>	1,852x10 <sup>-5</sup>	70,77
	Aleación 1060	0,01046	27,574	4,867	8,353x10 <sup>-4</sup>	5,452x10 <sup>-5</sup>	5,666
Respaldar	AISI 316	19,917	137,895	22,03	6,292x10 <sup>-2</sup>	7,077x10 <sup>-5</sup>	7,717
	ASTM A36	19,478	250	22,05	6,291x10 <sup>-2</sup>	7,046x10 <sup>-5</sup>	11,134
	AISI 1020	19,602	351,571	21,9	6,293x10 <sup>-2</sup>	7,217x10 <sup>-5</sup>	16,05
	Aleación 1060	6,699	27,574	21,67	1,822x10 <sup>-1</sup>	2,15x10 <sup>-4</sup>	1,272
Cadera	AISI 316	11,919	137,895	24,32	2,6x10 <sup>-2</sup>	6,651x10 <sup>-5</sup>	6,9
	ASTM A36	11,656	250	24,36	2,6x10 <sup>-2</sup>	6,644x10 <sup>-5</sup>	10,23
	AISI 1020	11,73	351,571	24,14	2,599x10 <sup>-2</sup>	6,672x10 <sup>-5</sup>	14,56
	Aleación 1060	4,009	27,574	23,83	7,498x10 <sup>-2</sup>	1,938x10 <sup>-4</sup>	1,157
Reposapiés	AISI 316	13,125	137,895	11,45	2,089x10 <sup>-2</sup>	3,81x10 <sup>-5</sup>	12,04
	ASTM A36	12,879	250	11,53	2,011x10 <sup>-2</sup>	3,594x10 <sup>-5</sup>	21,69
	AISI 1020	12,961	351,571	11,47	2,015x10 <sup>-2</sup>	3,657x10 <sup>-5</sup>	30,065
	Aleación 1060	4,451	27,574	11,48	5,775x10 <sup>-2</sup>	1,096x10 <sup>-4</sup>	2,402

Las fuerzas que interactúan en los husillos son las reacciones, las longitudes de partida (ver Tabla 15) y longitudes requeridas para el desplazamiento de los husillos en los 3 diferentes accionamientos, estos tres parámetros permitieron comparar las especificaciones técnicas obtenidas de la empresa MYDIRECTINDUSTRY de los diferentes gatos de husillo (ver Tabla 17), como resultado se seleccionó el gato de husillo husillo de bolas ya que cumple con los requerimientos técnicos que se desea.

Tabla 14: Longitudes de partida

	Posicionamiento de partida en la posición tipo cama (m)	Posicionamiento de partida para accionamiento tipo silla (m)	Posicionamiento de partida para accionamiento tipo libro (m)
Respaldar	0.01408	0.01408	0.08072
Reposapiés	0.0148	0.0148	0.08072
Cadera	0.13108	0.13108	0.08072

Tabla 15: Longitudes del tornillo requerido

	Longitud del tornillo requerido		Desplazamiento del husillo (m)
	Accionamiento Tipo Silla (m)	Accionamiento Tipo Libro (m)	
Respaldar	0.32	0.25	0.25
Reposapiés	0.203	0.25	0.25
Cadera	0.32	0.25	0.1

Tabla 16: Características técnicas de husillos mecánicos

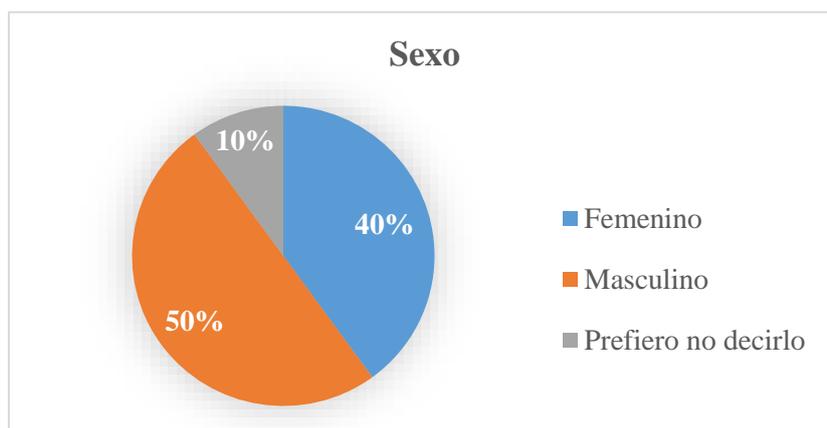
	Carrera (m)		Fuerza (kN)	
	Max	Min	Max	Min
Gato de husillo husillo traslante	4		20	
Gato de husillo de husillo de bolas	1.5	0.1	50	15
Gato de husillo husillo traslante	2	0.1	980	4.9

Fuente: Elaboración propia en base a MYDIRECTINDUSTRY [23]

### Análisis ergonómico

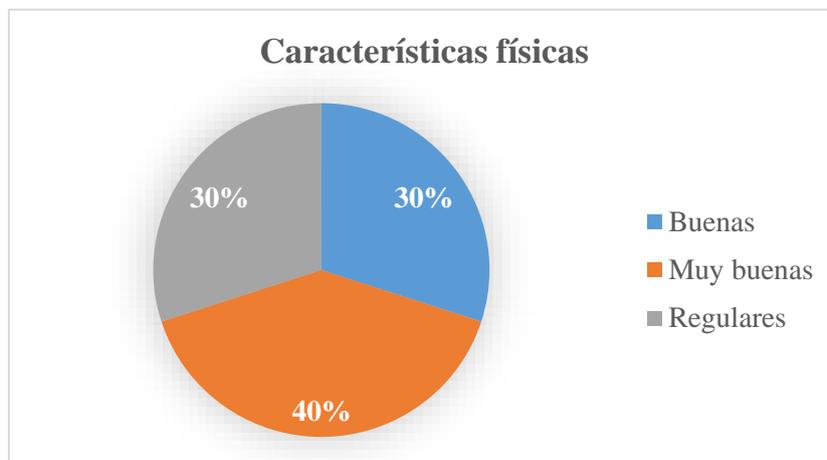
Se realizó un cuestionario para conseguir la apreciación de los pacientes que presentan grado de dependencia IV (Anexo 19). Los pacientes fueron un total de 10 personas del hospital “Policlínico Chiclayo Oeste Essalud”, los cuales respondieron de manera voluntaria y anónima. Los resultados del cuestionario aplicado fue el siguiente.

Figura 13: Sexo



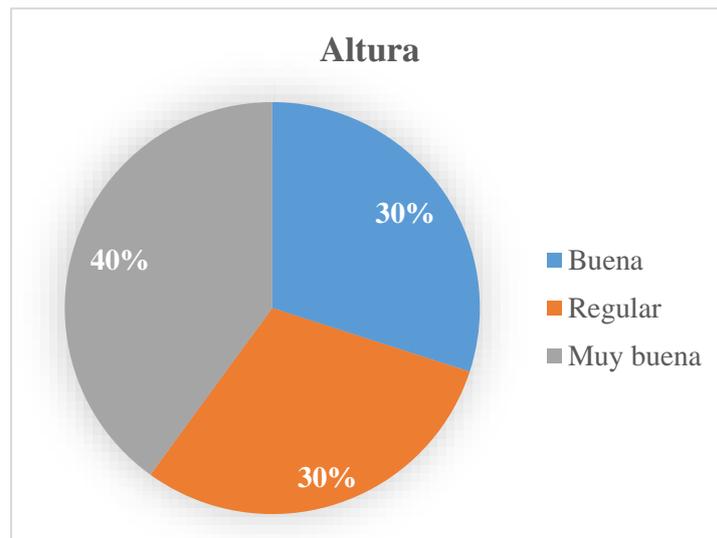
Según los resultados, el 50% de los participantes pertenecen al sexo masculino, mientras que el 40%, femenino y, el 10% prefirió no decirlo.

Figura 14: Características físicas



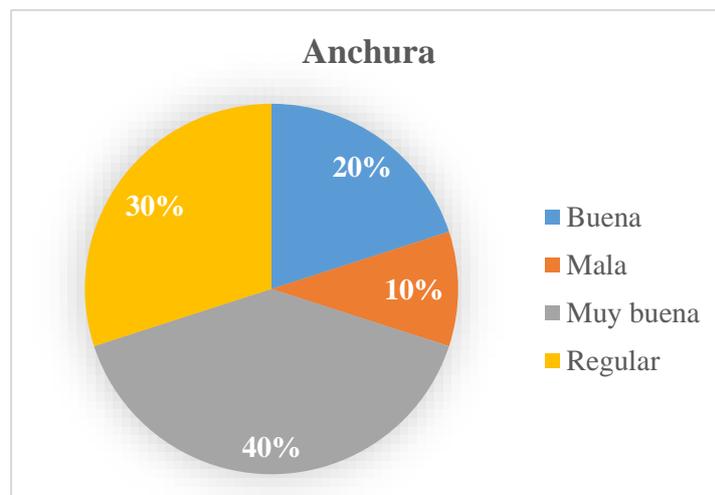
En cuanto a las características físicas del diseño planteado, el 40% de los pacientes manifestaron ser buenas, y el 30% muy buenas, así como un 30% seleccionaron la opción regular. Con ello, se interpreta que las características físicas en su mayoría para los encuestados fueron de Muy buenas a Buenas.

Figura 15: Altura



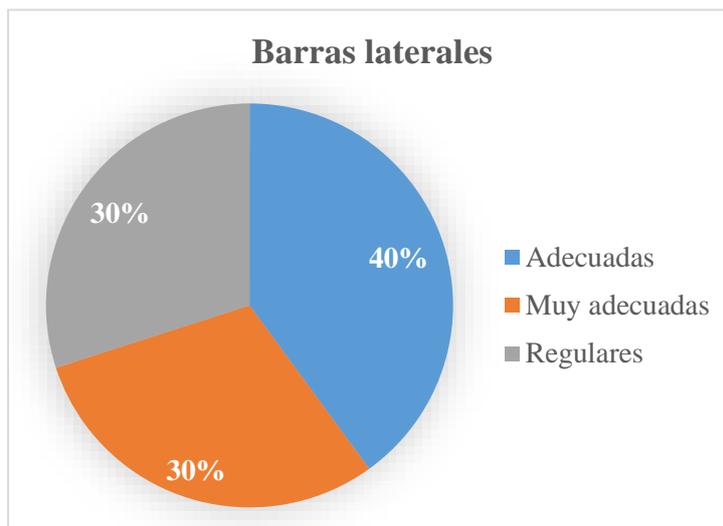
En cuanto a la altura en el diseño planteado, el 40% de los pacientes manifestaron ser muy buena, el 30% Buena, así como el 30% restante seleccionaron la opción regular. Con ello, se interpreta que la altura para los encuestados fue de muy buena en general.

Figura 16: Anchura



En cuanto a la anchura considerada en el diseño planteado, el 40% de los pacientes manifestaron ser muy buena, el 30% consideraron que era buena, así como un 20% seleccionó la opción regular y el 10% restante manifestaron ser mala. Con ello, se interpreta que la anchura para los encuestados fue de muy buena en general.

Figura 17: Barras laterales



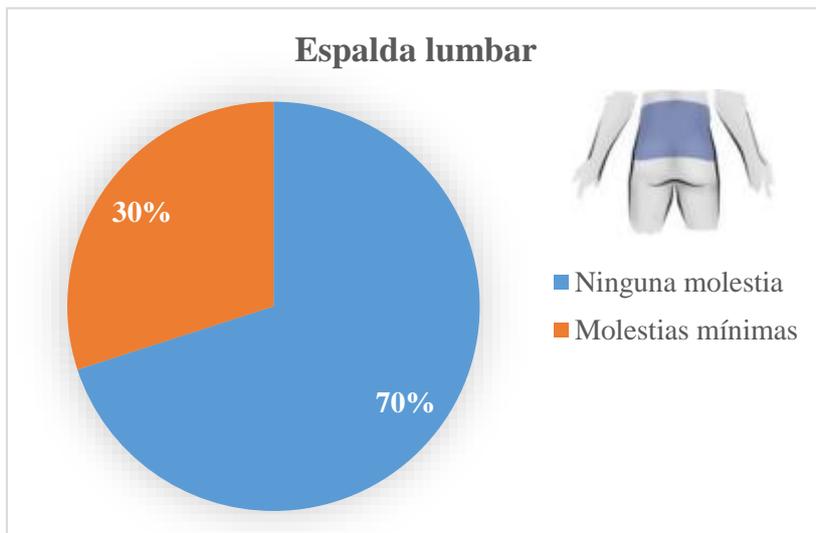
En cuanto a las barras laterales consideradas en el diseño planteado, el 40% de los pacientes manifestaron ser las adecuadas, el 30% consideraron que eran muy adecuadas, así como un 30% seleccionó la opción regular. Con ello, se interpreta que las barras laterales para los encuestados fueron las adecuadas.

Figura 18: Molestias en el cuello, hombros y/o espalda dorsal



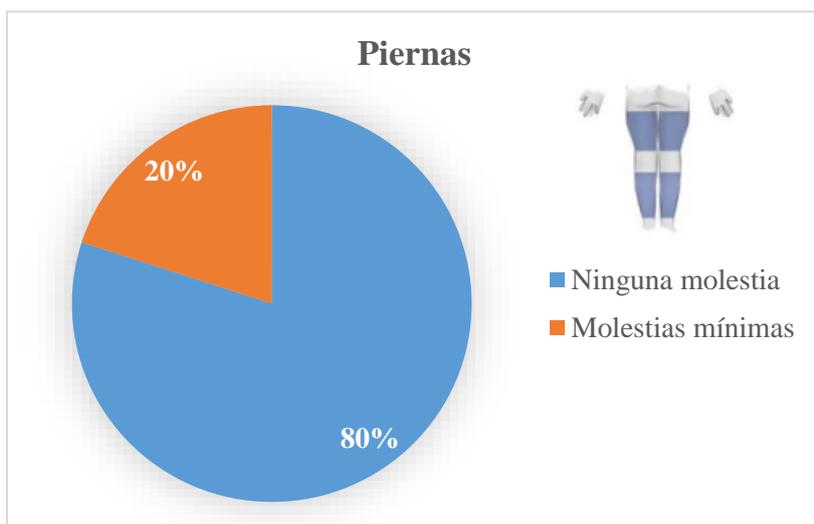
En cuanto a las molestias de cuello, hombros y/o espalda dorsal que percibían los pacientes, el 70% de los pacientes manifestaron ninguna molestia, mientras el 30% consideraron que generarían molestias mínimas. Con ello, se interpreta que las molestias de cuello, hombros y/o espalda dorsal para los encuestados podrían ser nulas con el diseño.

Figura 19: Molestias en espalda lumbar



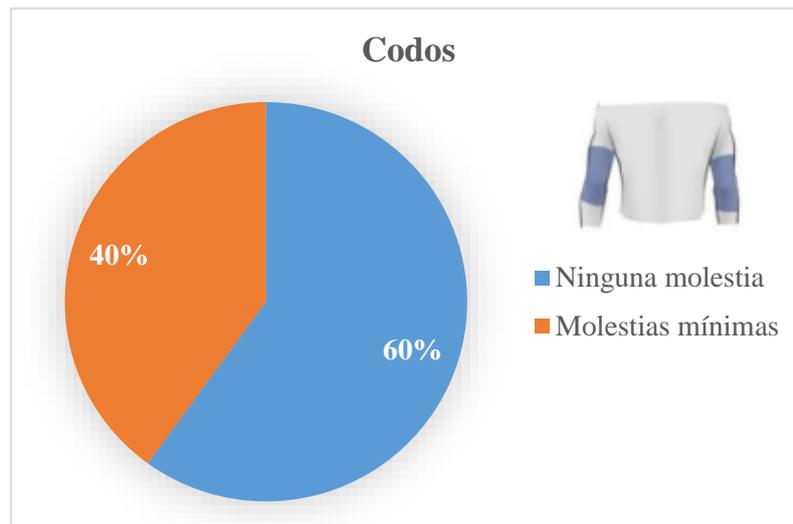
En cuanto a las molestias en la espalda lumbar que percibían los pacientes, el 70% de los pacientes manifestaron ninguna molestia, mientras el 30% consideraron que generarían molestias mínimas. Con ello, se interpreta que las molestias en la espalda lumbar para los encuestados podrían ser nulas con el diseño.

Figura 20: Molestias en las piernas



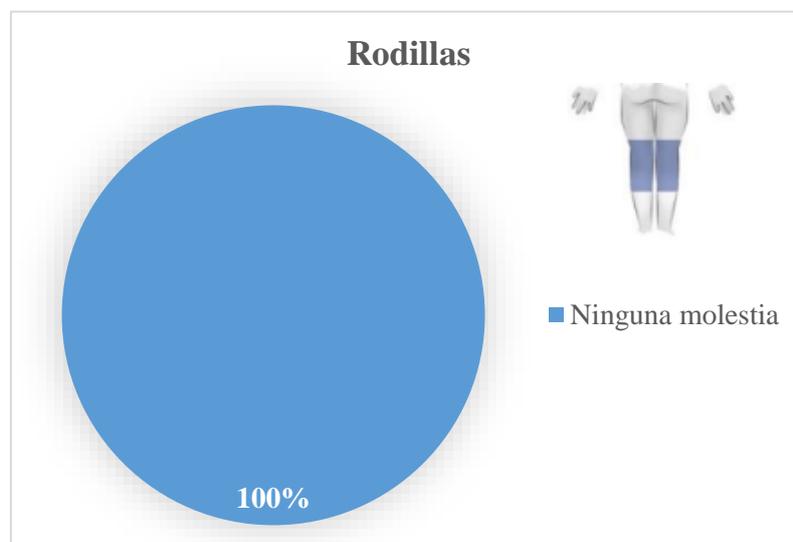
En cuanto a las molestias en las piernas que percibían los pacientes, el 80% de los pacientes manifestaron ninguna molestia, mientras el 20% consideraron que generarían molestias mínimas. Con ello, se interpreta que las molestias en las piernas para los encuestados podrían ser nulas con el diseño.

Figura 21: Molestias en los codos



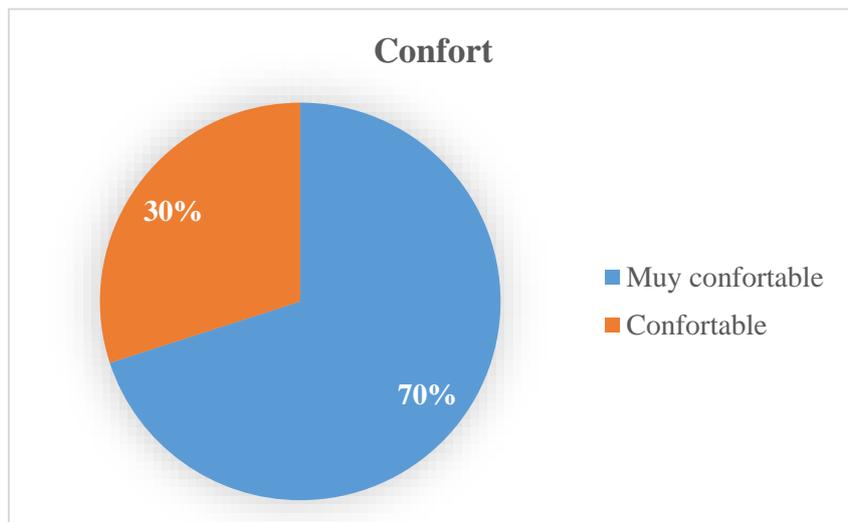
En cuanto a las molestias en los codos que percibían los pacientes, el 60% de los pacientes manifestaron ninguna molestia, mientras el 40% consideraron que generarían molestias mínimas. Con ello, se interpreta que las molestias en los codos para los encuestados podrían ser nulas con el diseño.

Figura 22: Molestias en rodillas



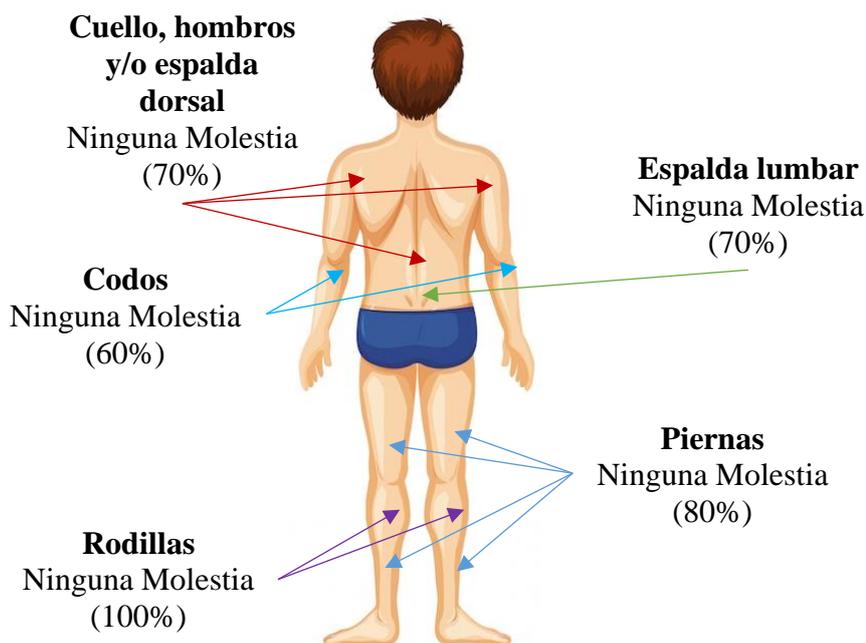
En cuanto a las molestias en las rodillas que percibían los pacientes, el 100% de los pacientes manifestaron ninguna molestia. Con ello, se interpreta que las molestias de las piernas para los encuestados podrían ser nulas en absoluto, con el diseño.

Figura 23: Confort del diseño propuesto



En cuanto al confort percibido del diseño presentado a los pacientes, el 70% de los encuestados piensan que sería muy confortable y el 30% de ellos pensaron que el confort brindado sería confortable. Concluyendo que el diseño cumpliría el confort deseado a los pacientes.

Figura 24: Resumen análisis ergonómico según la percepción de pacientes



Como se muestra en la figura anterior, las molestias en su mayoría resultan ser nulas, para las rodillas en 100% de encuestados estuvo de acuerdo en que podría evidenciarse ninguna molestia, mientras que para el cuello, hombros, espalda dorsal y espalda lumbar, ello representó el 70% de los pacientes, en cuanto a las piernas abarcó el 80% de los pacientes y para los codos fue del 60%. En suma, el diseño planteado frente a los pacientes resulta ser confortable.

## **Discusión**

En la investigación de Wiggerman y Zhuo [11] se evidencio que el vlaor de la fuerza manual es 340 N y valores menos de 1700N de carga espinal producto de realizar actividad de posicionar a un paciente sin ningun tipo de ayuda de mecanismo de asistencia de giro, en comparación con los valores obtenidos de las reacciones 1100N,500N,300N en un peso de 200kg. Se determino que las fuerzas de reaccion van hacer soportadas por los husillos mecanico de tal forma que al accionarse contribuyen con la movilidad postural del paciente, pero para ser mas exactos es necesario utilizar utilizar equipo especial que cuantifique mediante valores de fuerza la actividad muscular de tal forna lograr determinar que porcentaje dismunye los valores iniciales de la fuerza manual y carga espinal.

Para diseñar una silla de ruedas Mahmoud [13] lo realiza mediante el metodo de decisiones de criterio unico donde identifica las características de ingenieira de acuerdo con las necesidades del usuario y lo realiza mediante matriz de comparacion de pares difuso; el metodo de referencia lógico en la etapa de definir las características de ingenieira pondera cada una de ellas de acuerdo al nivel de influencia que presentan con el listado de necesidades utiliza el mismo criterio pero desarrollado mediante ponderaciones.

Por otro lado, se obtuvo un diseño confortable para los pacientes encuestados, a ello se hace un contraste con lo que busca el método ERGOPARE [17], relacionado a la reducción de molestias; para el diseño propuesto se consideraron las zonas cuello, hombros y/o espalda dorsal, espalda lumbar, codos, piernas y rodillas, de modo que al emplear el diseño las molestias en dichas zonas sean mínimas ya que paralelamente, este diseño se enfoca en pacientes con movilidad reducida y van a emplear gran parte del día este diseño.

## Conclusiones

La evaluación de las máquinas existentes en el mercado nacional mediante interpretación de puntuación, a partir de las necesidades del usuario se obtuvo puntajes máximos de 60 y 65 correspondiendo a la silla de ruedas eléctrica con llantas grandes neumáticas, cama clínica nacional, cama clínica importada 02 manivelas, a partir de ello se definió las diferentes funcionalidades de la máquina

Con respecto a los protocolos de aseo, se evaluó los procedimientos de aseo personal en cuarto de baño y aseo personal en la cama permitiendo identificar que estos procedimientos son diferentes en cada paciente, pero siempre se realiza el lavado desde las zonas menos contaminadas hacia las zonas más contaminadas. Y la diferencia entre estos 2 protocolos es que cuando se realiza en cuarto de baño necesariamente el paciente debe tener cierta movilidad, pero en cama va ser más trabajoso realizar movimientos posturales al paciente.

De acuerdo con la relación de las necesidades de las personas, características de ingeniería, se realizó la evaluación técnica y económica de cada conjunto soluciones donde se obtuvo que la propuesta más próxima a la ideal fue la solución número dos con valores numéricos de 0.8 de valor técnico y 0.78 de valor económico.

La evaluación del análisis estructural se basó en la distribución de fuerzas para un peso de 200kg, el cual permitió programar las simulaciones para obtener valores del límite elástico, esfuerzo máximo, desplazamiento, deformación unitaria, factor de seguridad, donde los resultados óptimos correspondieron al material aleación 1060.

Finalmente, tras evaluar el confort que los pacientes percibían del diseño planteado se obtuvo que en su mayoría de partes del cuerpo no percibían molestias con porcentajes prevalentes (100% - 60%), asimismo el confort percibido resultó de ser muy confortable por la mayoría de los pacientes (70%).

## **Recomendaciones**

Se considera complementar la investigación desarrollando el diseño del sistema eléctrico y/o electrónico con el cuál funcionaría los husillos mecánicos, adaptando ese sistema de estructura ya establecida.

Siguiendo el diseño planteado se debe realizar análisis estructural mediante cargas dinámicas a todos los elementos que se accionan mediante el movimiento producto de la transmisión mecánica que se encuentran sometidas bajo cargas cíclicas como son las juntas con el fin de estimar el tiempo de vida ya los daños que sufriría esta pieza.

Se recomienda evaluar ergonómicamente los diseños planteados para pacientes con dificultades de movilidad, pues estos tienen mayores necesidades, asimismo, en otro contexto, se sugiere también aplicar dicho análisis para diseños que influyan en la comodidad de la persona, asegurando su confort y ampliando la perspectiva del diseño.

## Bibliografía

- [1] G. Málaga Rodríguez, T. De La Cruz Saldaña, P. Busta Flores, A. Carbajar y K. Santiago Mariaca, «La enfermedad cerebrovascular en el Perú: estado actual y perspectivas de investigación clínica,» *Acta Médica Peruana*, p. 4, 2018.
- [2] DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y REGISTRO, *INFORME ESTADÍSTICO MULTISECRORIAL: "Aproximaciones sobre discapacidad en el Perú"*, Lima: CONADIS, 2018.
- [3] S. T. GUERRA UGAZ y C. D. P. SALAZAR USQUIANO DE PLAZA, "*GRADO DE CARGA DEL CUIDADOR FAMILIAR ASOCIADO AL GRADO DE DEPENDENCIA DEL ADULTO MAYOR ATENDIDO EN EL SERVICIO DE HOSPITALIZACIÓN-HOSPITAL ESSALUD- FERREÑAFE, 2017*", Lambayeque: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, 2019.
- [4] J. Zhou y N. Wiggerman, «The effects of hospital bed features on physical stresses on caregivers when repositioning patients in bed,» *Applied Ergonomics*, vol. 90, nº 7, 2021.
- [5] M. Mahmoud Z, O. Rasha A y M. Ahmad A, «An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design,» *Applied Soft Computing Journal*, vol. 90, p. 12, 2020.
- [6] M. Á. Buergo Zuaznábar y O. Fernández Concepción, *Guías de práctica clínica Enfermedad cerebrovascular*, La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009, p. 169.
- [7] J. E. Cabrejo Paredes, *COSTO-EFECTIVIDAD DE UNA ESTRATEGIA DE ABORDAJE INTEGRAL EN LA ATENCIÓN DOMICILIARIA (PADOMI) EN ADULTOS MAYORES CON FRAGILIDAD Y DISCAPACIDAD. CAP III METROPOLITANO-ESSALUD, 2014-2015*, Trujillo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, 2017.
- [8] Kun Chu, Xiaoqing Bu, Zhenxing Sun, Yuan Wang, Wenqin Feng, Li Xiao, Fuyan Jiang y Xiaojun Tang, «Feasibility of a Nurse-Trained, Family Member-Delivered Rehabilitation Model for Disabled Stroke Patients in Rural Chongqing, China,» *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 29, nº 12, p. 6, 2020.
- [9] J. Granero Xiberta, *Manual de Exploración Física del Aparato Locomotor*, Madrid: MEDICAL & MARKETING COMMUNICATIONS, 2010.

- [10] M. Megías, P. Molist y M. A. Pombal, *Organos animales LOCOMOTOR*, Universidad de Vigo, 2019.
- [11] J. Zhou y N. Wiggermann, «The effects of hospital bed features on physical stresses on caregivers when repositioning patients in bed,» *Applied Ergonomics*, vol. 90, p. 7, 2020.
- [12] N. Cross, MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos, México: LIMUSA WILEY, 2002.
- [13] M. Mahmoud Z., O. Rasha A. y M. Ahmad A., «An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design,» *Applied Soft Computing Journal*, vol. 90, p. 12, 2020.
- [14] CLINICA SANT ANTONI, *PROTOCOLO DE HIGIENE DEL PACIENTE PR-008*, vol. 2, CLINICA SANT ANTONI, 2016, p. 15.
- [15] N. Nithyavathy, S. Arun Kumar, V. Nithya, V. Abishek, R. Abishek y S. Abinesh, «Mechanized toilet for physically challenged persons,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 43, p. 4, 2021.
- [16] F. Blanco y O. Sarmiento, «La importancia de la seguridad industrial en la prevención de riesgos laborales,» *Revista especializada de ingeniería y ciencias de la tierra*, vol. 2, nº 1, pp. 1-13, 2022.
- [17] A. y. S. (-C. Instituto Sindical de Trabajo, Manual del Método ERGOPAR Versión 2.0. Un procedimiento de ergonomía participativa para la prevención del riesgo ergonómico de origen laboral, Valencia: ISTAS-CCOO, 2014.
- [18] A. y. S. (-C. Instituto Sindical de Trabajo, Cuestionario de factores de riesgo ergonómicos y daños, Valencia: ISTAS-CCOO, 2014.
- [19] J. C. Ruzafa y J. D. Moreno, «VALORACIÓN DE LA DISCAPACIDAD FÍSICA: EL INDICE DE BARTHEL (\*),» *Revista Española de Salud Pública*, vol. 72, nº 2, p. 12, 1997.
- [20] A. Romero Moya, Atención higiénica, EDITEX, 2014.
- [21] United States Government, *Assisting Patients With Personal Hygiene*, Copyright, 2022.
- [22] F. L.Singer, Resistencia de materiales, Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.S, 2008.

- [23] Direct INDUSTRY BY VIRTUALEXPO GROUP, «Direct INDUSTRY,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/gato-husillo-77063.html>. [Último acceso: 26 09 2023].
- [24] MANUAL MSD Versión para profesionales, «MANUAL MSD Versión para profesionales,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.msdmanuals.com/es-pe/professional/multimedia/table/v1128315\\_es](https://www.msdmanuals.com/es-pe/professional/multimedia/table/v1128315_es).
- [25] Mi Enfermera, «Mi Enfermera,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.mienfermeraperu.com/venta-productos-clinicos-envio-a-domicilio-624557.html>.
- [26] N. Salazar Medina, P. Larios Francia, M. Reaño Vera y M. Henrich Saavedra, *Diseño de un método para la determinación de las medidas antropométricas para ser usadas en el tallaje de la población peruana*, Universidad de Lima, 2018.
- [27] EFDeportes, «EFDeportes.com,» octubre 2014. [En línea]. Available: [https://www.efdeportes.com/efd197/capacidad-adaptativa-como-base-del-entrenamiento.htm#:~:text=Modificaciones%20adaptativas%20en%20el%20Sistema%20Locomotor&text=Hipertrofia%20de%20trabajo%20\(engrosamiento%20de,tendones%20musculares%2C%20formaci%C3%B3n%20d](https://www.efdeportes.com/efd197/capacidad-adaptativa-como-base-del-entrenamiento.htm#:~:text=Modificaciones%20adaptativas%20en%20el%20Sistema%20Locomotor&text=Hipertrofia%20de%20trabajo%20(engrosamiento%20de,tendones%20musculares%2C%20formaci%C3%B3n%20d). [Último acceso: 25 setiembre 2023].
- [28] DIPAC PRODUCTOS DE ACERO, «DIPACMANTA.COM,» DIPACMANTA, Julio 2023. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-negro/>. [Último acceso: 20 Noviembre 2023].

## Anexos

## Anexo 1

Tabla 17: Valores normales para la amplitud de movimiento de las articulaciones

ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RANGO (°)
CADERA	FLEXIÓN	0-125
	EXTENSIÓN	115-0
	HIPERTENSIÓN	0-15
	ABDUCCIÓN	0-45
	ADUCCIÓN	45-0
	ROTACION LATERAL	0-45
	ROTACIÓN MEDIAL	0-45
RODILLA	FLEXIÓN	0-130
	EXTENSIÓN	120-0
TOBILLO	FLEXIÓN PLANTAR	0-50
	DORSIFLEXIÓN	0-20
PIE	INVERSIÓN	0-35
	EVERSIÓN	0-25
ARTICULACIONES METATARSOFLÁNGICAS	FLEXIÓN	0-30
	EXTENSIÓN	0-80
ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS DE LOS DEDOS DEL PIE	FLEXIÓN	0-50
	EXTENSIÓN	50-0
HOMBRO	FLEXIÓN A 90°	0-90
	EXTENSIÓN	0-50
	ABDUCCIÓN A 90°	0-90
	ADUCCIÓN	90-0
	ROTACIÓN LATERAL	0-90
	ROTACIÓN MEDIAL	0-90
	CODO	FLEXIÓN
EXTENSIÓN		145-0
PRONACIÓN		0-90
SUPINACIÓN		0-90
MUÑECA	FLEXIÓN	0-90
	EXTENSIÓN	0-70
	ABDUCCIÓN	0-25
	ADUCCIÓN	0-65
	ABDUCCIÓN	0-25
ARTICULACIONES METACARPOFALÁNGICAS	ADUCCIÓN	20-0
	FLEXIÓN	0-90
ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS PRÓXIMALES DE LOS DEDOS DE LAS MANOS	EXTENSIÓN	0-30
	FLEXIÓN	0-120
INTERFALÁNGICAS DISTALES DE LOS DEDOS DE LAS MANOS	EXTENSIÓN	80-0
	FLEXIÓN	0-80
ARTICULACIÓN METACARPOFALÁNGICAS DEL PULGAR	EXTENSIÓN	80-0
	ABDUCCIÓN	0-50
	ADUCCIÓN	40-0
	FLEXIÓN	0-70
ARTICULACIÓN INTERFALÁNGICA DEL PULGAR	EXTENSIÓN	60-0
	FLEXIÓN	0-90
	EXTENSIÓN	90-0

FUENTE: MANUAL MSD Versión para profesionales [21]



PUNTUACIÓN	
0-20	No satisface las necesidades
21-60	Contribuye de forma muy baja al satisfacer las necesidades del paciente
61-90	Contribuye de forma moderada al satisfacer las necesidades del paciente
91-100	Presenta un apoyo importante al satisfacer las necesidades del paciente

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

	Silla de ducha con rebaje en U	Silla de ruedas con sanitario	Silla de ruedas estándar plegable de aluminio para aseo importada modelo Care	Silla de ruedas eléctrica con llantas grandes neumáticas	Silla de ruedas eléctrica con llantas pequeñas	Silla neurológica de ruedas en 5 en 1 marca Care	Silla eléctrica neurológica	Cama clínica nacional	Cama clínica importada 02 manivelas	Grúa de rieles o techo	Grúa móvil de propósito general-TB05008	Elevador electrónico Sumax TB05002
Comer	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0
Trasladarse entre la silla y la cama	0	5	5	5	5	5	5	15	15	10	10	15
Aseo personal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Uso de retrete	5	5	0	0	0	0		0	0	10	10	10
Bañarse/Ducharse	5	5	5	10	10	5	5	10	10	10	10	10
Desplazarse	0	10	10	15	15	10	10	5	5	5	5	10
Subir y bajar escaleras	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10	0	0
Vestirse y desvestirse	5	5	5	5	5	5	5	5		5	5	5
Control de heces	10	5	5	5	5	5	5	5	10	0	0	0
Control de orina	10	5	5	5	5	5	5	5	10	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>55</b>

## ANEXO 3

Tabla 19: Evaluación de fichas técnicas de las máquinas existentes en el mercado

	<b>Silla de ducha con rebaje en U</b>	<b>Silla de ruedas con sanitario</b>	<b>Silla de ruedas estándar plegable de aluminio para aseo importada modelo Care</b>	<b>Silla de ruedas eléctrica con llantas grandes neumáticas</b>	<b>Silla de ruedas eléctrica con llantas pequeñas</b>	<b>Silla neurológica de ruedas en 5 en 1 marca Care</b>
Dimensiones	Altura 33-43 cm; Ancho 40 cm Profundidad 38 cm	-----	-----	Ancho del asiento 45 cm	Ancho del asiento 45 cm	Ancho del asiento 45cm Altura del asiento al piso 52 cm
Material de fabricación	Aluminio	Acero al Carbono Cromado	Aluminio	Aluminio	Aluminio	-----
Mecanismo de accionamiento	-----	Transmisión por ruedas de fricción	Transmisión por ruedas de fricción	Transmisión por ruedas de fricción	Transmisión por ruedas de fricción	Transmisión Circular
Respaldo	Removible	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Reclinable
Asiento	Geometría en U	Geometría cuadrada y adaptador toilet	Geometría cuadrada	Geometría cuadrada	Geometría cuadrada	Geometría cuadrada
Reposapiés	-----	Fija y ajustable	Fijo	Elevación regulable	Elevación regulable	Elevación regulable
Peso máximo de carga	120 kg	140 kg	150 kg	100 kg	100 kg	165 kg
	<b>Silla eléctrica neurológica</b>	<b>Cama clínica nacional</b>	<b>Cama clínica importada 02 manivelas</b>	<b>Grúa de rieles o techo</b>	<b>Grúa móvil de propósito general-TB05008</b>	<b>Elevador electrónico Sumax TB05002</b>
Dimensiones	-----	Largo 2.1m Ancho 0.91m Altura 0.4 m Altura con el colchón 0.6m	Largo: 2.15m Ancho:0.95 Alto:0.5m	-----	-----	-----
Material de fabricación	-----	Acero	Aluminio	-----	-----	Acero
Mecanismo de accionamiento	Transformación de energía eléctrica a energía mecánica	Transmisión por husillo	Transmisión por husillo	Transformación de energía eléctrica a energía mecánica	Transmisión por pistón hidráulico	Transmisión por pistón hidráulico
Respaldo	Reclinable	Reclinable	Reclinable	Arnés envolvente	Arnés envolvente	Arnés envolvente

Asiento	Geometría cuadrada	Reclinable	Reclinable	Arnés envolvente	Arnés envolvente	Arnés envolvente
Reposapiés	Elevación regulable	Reclinable	Reclinable	Arnés envolvente	Arnés envolvente	Arnés envolvente
Peso máximo de carga	100 kg	120 kg	-----	120 kg	-----	140 kg

Fuente: Elaboración propia en base a MÉTODOS DE DISEÑO ESTRATEGIAS para el Diseño de Productos [12]

Figura 25: Silla de ducha con rebaje en U



Fuente: Mi Enfermera [22]

Figura 26: Silla de ruedas eléctrica con llantas pequeñas



Fuente: Mi Enfermera [22]

Figura 27: Silla de ruedas con sanitario



Fuente: Mi Enfermera [22]

Figura 28: Cama clínica de 02 manivelas



Fuente: Mi Enfermera [22]

Figura 29: Grúa móvil de propósito general-TB05008



Fuente: Mi Enfermera [22]

## ANEXO 3

Tabla 20: Medidas morfológicas

	MUJERES		VARONES	
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Altura	155.325	5.911	166.556	6.424
Circunferencia de la cabeza	55.220	1.907	56.104	1.954
Circunferencia del cuello	32.698	2.778	39.467	3.121
Ancho del hombro posterior horizontal	36.590	1.844	42.517	2.158
Inclinación del hombro	18.675	3.174	17.722	3.921
Longitud del hombro	13.613	1.487	16.222	1.519
Ancho del pecho frontal	50.250	4.970	52.769	3.911
Circunferencia del busto/pecho	93.100	8.745	100.585	8.306
Ancho de espalda	29.225	2.437	33.185	2.634
Circunferencia de la sisa	35.050	4.035	39.778	4.652
Longitud del brazo	55.488	3.056	58.713	3.049
Longitud de busto a busto	18.313	2.314	-----	-----
Circunferencia vertical del tronco	150.765	6.116	170.113	7.043
Longitud de la entrepierna completa	72.125	4.275	86.426	6.596
Circunferencia sobre el brazo	26.273	2.463	29.396	3.155
Circunferencia de la cintura	79.380	10.874	93.333	10.773
Altura de la cintura	99.938	5.662	106.620	5.999
Circunferencia de la cadera alta	93.638	9.448	97.583	8.063
Circunferencia de la cadera	96.333	6.532	100.570	6.881
Circunferencia de la muñeca	15.350	1.222	17.154	1.029
Altura de la entrepierna	67.675	5.298	71.759	5.757
Circunferencia del muslo	53.168	3.366	53.381	4.433
Circunferencia del muslo medio	47.080	3.396	47.176	4.616
Circunferencia de la rodilla	36.265	2.300	37.639	3.388
Circunferencia de la pantorrilla	33.613	2.327	35.820	3.096
Circunferencia del tobillo	23.453	1.974	25.156	2.036
Ancho del pie	8.728	0.580	9.985	0.848
Longitud del pie	22.800	1.410	25.272	1.189
Pesos (kilos)	58.605	8.865	75.533	12.164

Fuente: Diseño de un método para la determinación de las medidas antropométricas para ser usadas en el tallaje de la población peruana [23]

## ANEXO 4

Figura 30:Conjunto de solución 1

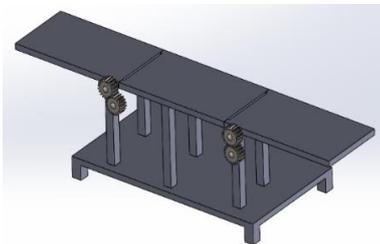


Figura 31:Conjunto de solución 2

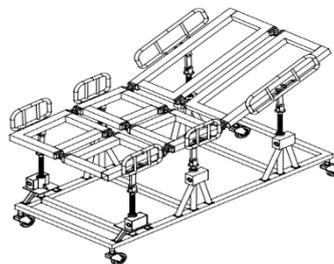
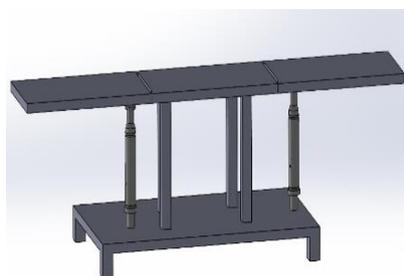


Figura 32:Conjunto de solución 3



## ANEXO 5

Tabla 21: Dimensiones de las estructuras

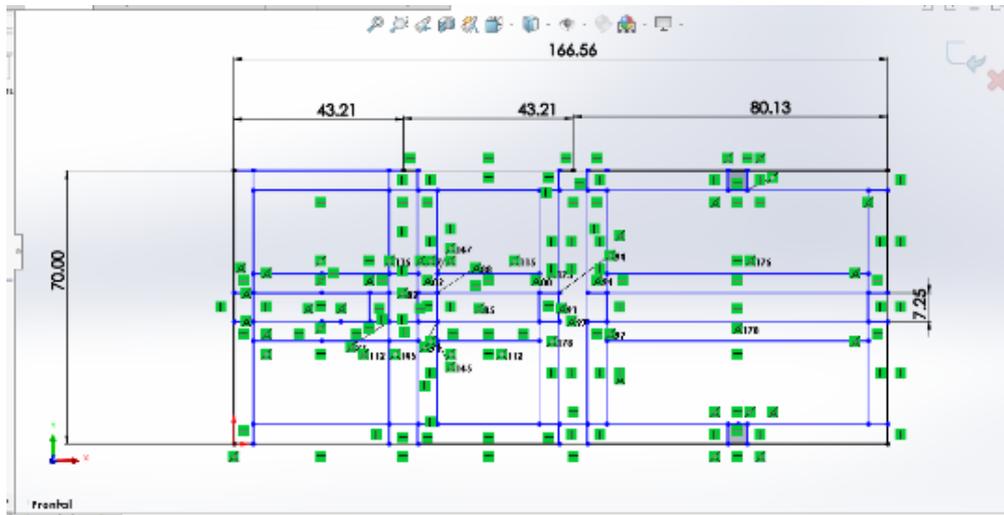
ITEM	Medidas (cm)
Respaldar	80.13
Cadera	43.21
Reposapiés	43.21

Tabla 22:Pesos relativos

Cabeza	14 kg
Tronco	86 kg
Muslos	48 kg
Piernas	20 kg
Pies	8 kg
Brazos	12 kg
Antebrazo	8 kg

Fuente: Elaboración propia en base a Capacidad adaptativa como base biológica del entrenamiento [24]

Figura 33: Dimensiones de las estructuras



## ANEXO 6

Figura 34: Diagrama de cuerpo libre

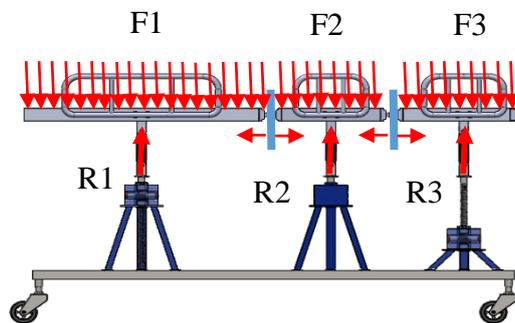


Tabla 23: Pesos para la distribución de fuerzas

F1	$m_1 \times g$	1,37 kN/m
F2	$m_2 \times g$	1,29 kN/m
F3	$m_3 \times g$	0,64 kN/m

## ANEXO 7

Figura 35: Representación como Viga Hiperestática en el software FTool

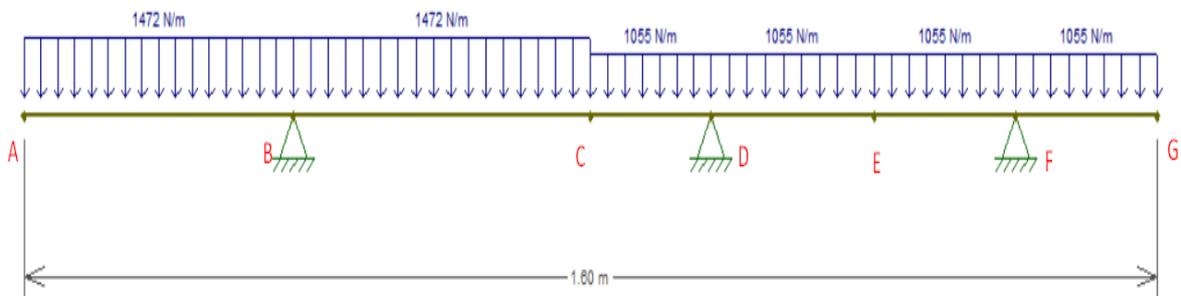


Tabla 24: Resultados del software FTool

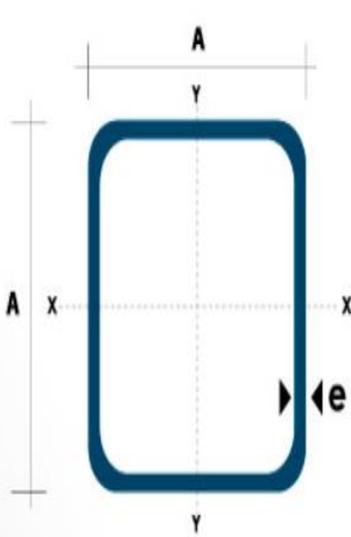
Variables	
Reacción B	1322 N
Reacción D	-147 N
Reacción E	997 N
Momento B	-136 Nm
Momento D	24 Nm
Momento E	-98 Nm

Tabla 25: Tabla comparativo entre valores teóricos y valores obtenidos con el software Ftool

Variables	Resultados Manuales	Resultados Ftools	Discrepancia
Reacción B	1322 N	1322 N	0 %
Reacción D	-147 N	-147 N	0 %
Reacción E	997 N	997 N	0 %
Momento B	-136,01 Nm	-136 Nm	0 %
Momento D	24 Nm	24 Nm	0 %
Momento E	-97.53 Nm	-98 Nm	0.47 %

## ANEXO 8

Figura 36: Perfil del tubo cuadrado



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	I cm <sup>3</sup>
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

Fuente: DIPAC PRODUCTOS DE ACERO [25]

ANEXO 9

Figura 37: Propiedades AISI 316 barra de acero inoxidable recocido

Propiedades Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación Favoritos Chap...

**Propiedades de material**  
 No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: **Isotrópico elástico lineal**  Guardar tipo de modelo en la biblioteca  
 Unidades: **SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)**  
 Categoría: **Acero**  
 Nombre: **ASTM A36 Acero**

Descripción:   
 Origen:   
 Sostenibilidad: **Definido**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+10	N/m <sup>2</sup>
Densidad de masa	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	250000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: Biblioteca de materiales de SolidWorks

Figura 38: Propiedades ASTM A36 Acero

Propiedades Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación Favoritos Chap...

**Propiedades de material**  
 No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: **Isotrópico elástico lineal**  Guardar tipo de modelo en la biblioteca  
 Unidades: **SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)**  
 Categoría: **Acero**  
 Nombre: **ASTM A36 Acero**

Descripción:   
 Origen:   
 Sostenibilidad: **Definido**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+10	N/m <sup>2</sup>
Densidad de masa	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	250000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: Biblioteca de materiales de SolidWorks

Figura 39: Propiedades Acero AISI 1020

Propiedades Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación Favoritos

**Propiedades de material**  
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: **Isotrópico elástico lineal**  Guardar tipo de modelo en la biblioteca

Unidades: **SI - N/mm<sup>2</sup> (MPa)**

Categoría: **Acero**

Nombre: **AISI 1020**

Descripción:

Origen:

Sostenibilidad: **Definido**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	77000	N/mm <sup>2</sup>
Densidad de masa	7900	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	420.507	N/mm <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico	351.571	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica	1.5e-05	/K
Conductividad térmica	47	W/(m·K)
Calor específico	420	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: Biblioteca de materiales de SolidWorks

Figura 40: Propiedades Aleación 1060

Propiedades Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación Favoritos Chap

**Propiedades de material**  
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: **Isotrópico elástico lineal**  Guardar tipo de modelo en la biblioteca

Unidades: **SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)**

Categoría: **Aleaciones de aluminio**

Nombre: **Aleación 1060**

Descripción:

Origen:

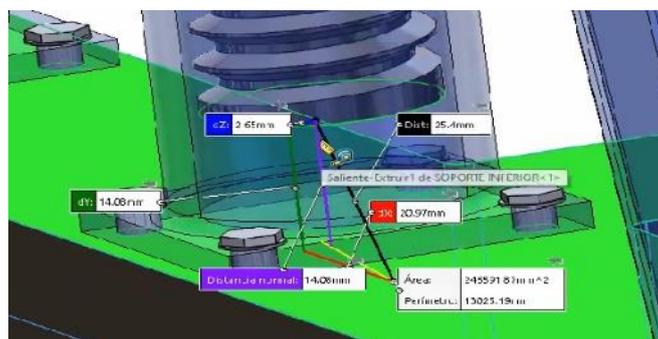
Sostenibilidad: **Definido**

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	6.9e+10	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.33	N/D
Módulo cortante	2.7e+10	N/m <sup>2</sup>
Densidad de masa	2700	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	68935600	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	27574200	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica	2.4e-05	/K
Conductividad térmica	200	W/(m·K)
Calor específico	900	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Fuente: Biblioteca de materiales de SolidWorks

## ANEXO 10

Figura 41: Longitudes de partida



## ANEXO 11

Tabla 26:Tabla de Cotización

PROVEEDOR	ITEM	DESCRIPCIÓN	P/U(S/)	CANTIDAD	TOTAL(S/)
TUPEMESA	2	TUBO CUADRADO 5x5 cm con 3 mm de espesor	175	2	350
KAIROS MEDICAL	2	RUEDA DE CATRE COON FRENO	70	4	280
PROINSOLBA	3	SERVICIO DE SOLDADURA	250	1	250
PROINSOLBA	4	SERVICIO DE PINTADO	50	1	50
METALIZA FLORES	5	JUNTAS DE UNION	----	14	400
JACTON INDUSTRY	6	HUSILLOS MECÁNICOS	----	6	1 000
METALIZA FLORES	7	BARANDAS	----	6	150
METALIZA FLORES	8	PASADOR	20	14	280
LABMEDICAL	9	COLCHON ANTIESCARAS	200,000	1	150
COSTO TOTAL					S/ 2 910

## ANEXO 12

Figura 42:Ficha Técnica

## FICHA TÉCNICA




---

Ambientes de Trabajo: Domicilio, hospitales

---

Accionamientos:

Accionamiento tipo silla: El respaldar presenta un desplazamiento de  $40^\circ$  respecto a una línea vertical con respecto al II cuadrante trigonométrico. El mismo valor angular, pero con orientación contraria, en este caso el movimiento es realizado en el IV cuadrante.

Accionamiento tipo cama: Este accionamiento permite el ajuste de altura de la máquina hasta un máx. de 70 cm tomando como base el suelo hacia arriba. Accionamiento tipo libro: Los bloques en ambos lados se van a desplazar un ángulo negativo.

---

Dimensiones

Longitud: 1,62931 m

Ancho: 0,7 m

Alto: 0,7m

---

Carga máx.: 200 kg

---

Peso bruto: 28 kg, sin los gatos mecánicos

---

Ruedas: Estándar

---

Tubo: Perfil cuadrado

---

Tubo: Perfil cuadrado

---

Geometría de la estructura: Tipo cama clínica

---

Husillos: Gato de husillo husillo de bolas

Carrera máx.: 1,5 m

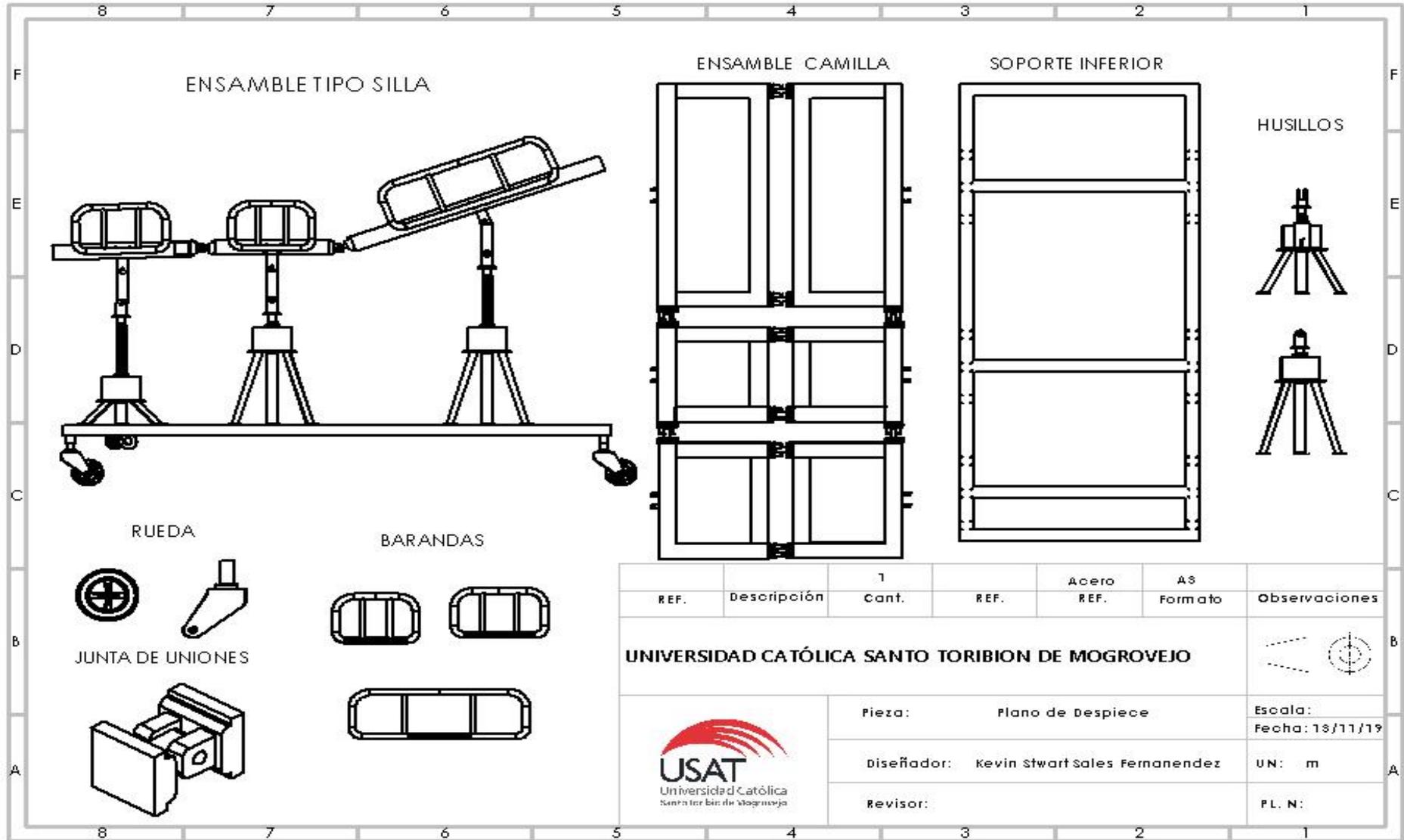
Carrera min: 0.1m Fuerza min: 15 kN

Fuerza máx.: 50 kN

---

ANEXO 13

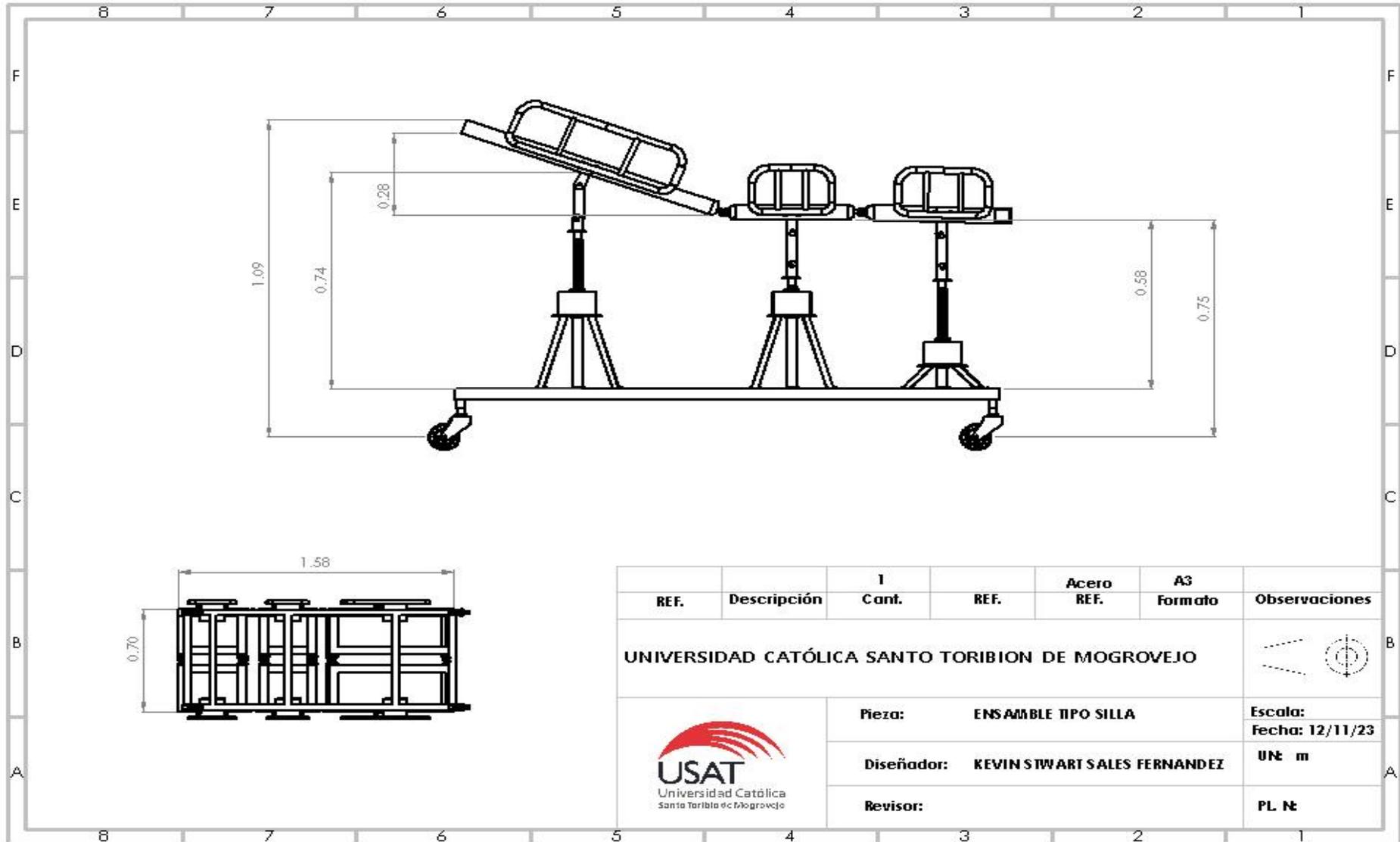
Figura 43: Plano de Despiece



REF.	Descripción	Cant.	REF.	Acero REF.	AS Formato	Observaciones
		1				
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBION DE MOGROVEJO</b>						
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo				Pieza: Plano de Despiece		Escala:
				Diseñador: Kevin Stewart Sales Fernandez		Fecha: 13/11/19
				Revisor:		UN: m
						PL. N:

ANEXO 14

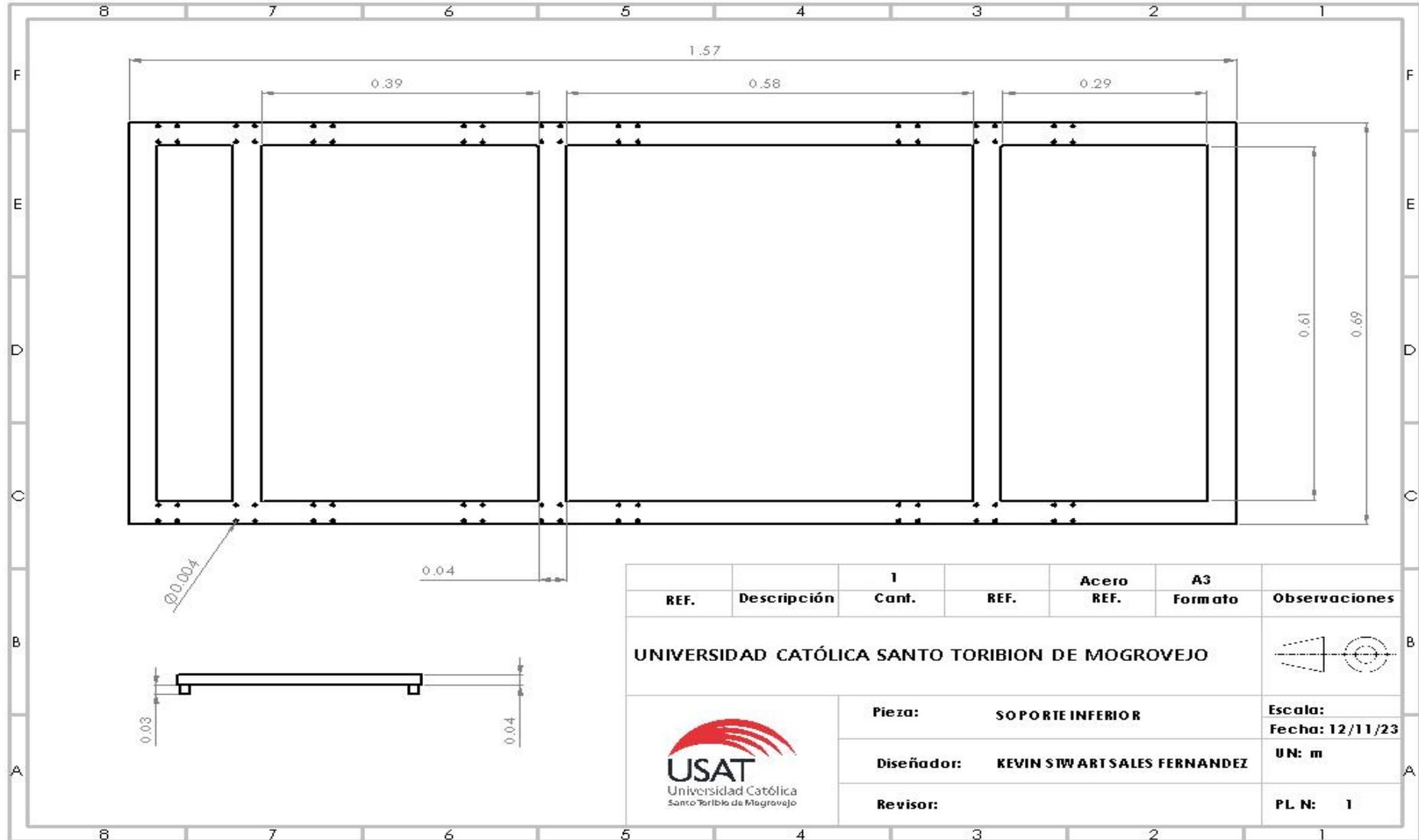
Figura 44: Ensamble Tipo Silla

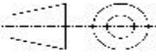


REF.	Descripción	1 Cant.	REF.	Acero REF.	A3 Formato	Observaciones
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBION DE MOGROVEJO						
		<b>Pieza:</b> ENSAMBLE TIPO SILLA				<b>Escala:</b>
		<b>Diseñador:</b> KEVIN STWART SALES FERNANDEZ				<b>Fecha:</b> 12/11/23
		<b>Revisor:</b>				<b>UN: m</b>
						<b>PL N°</b>

ANEXO 15

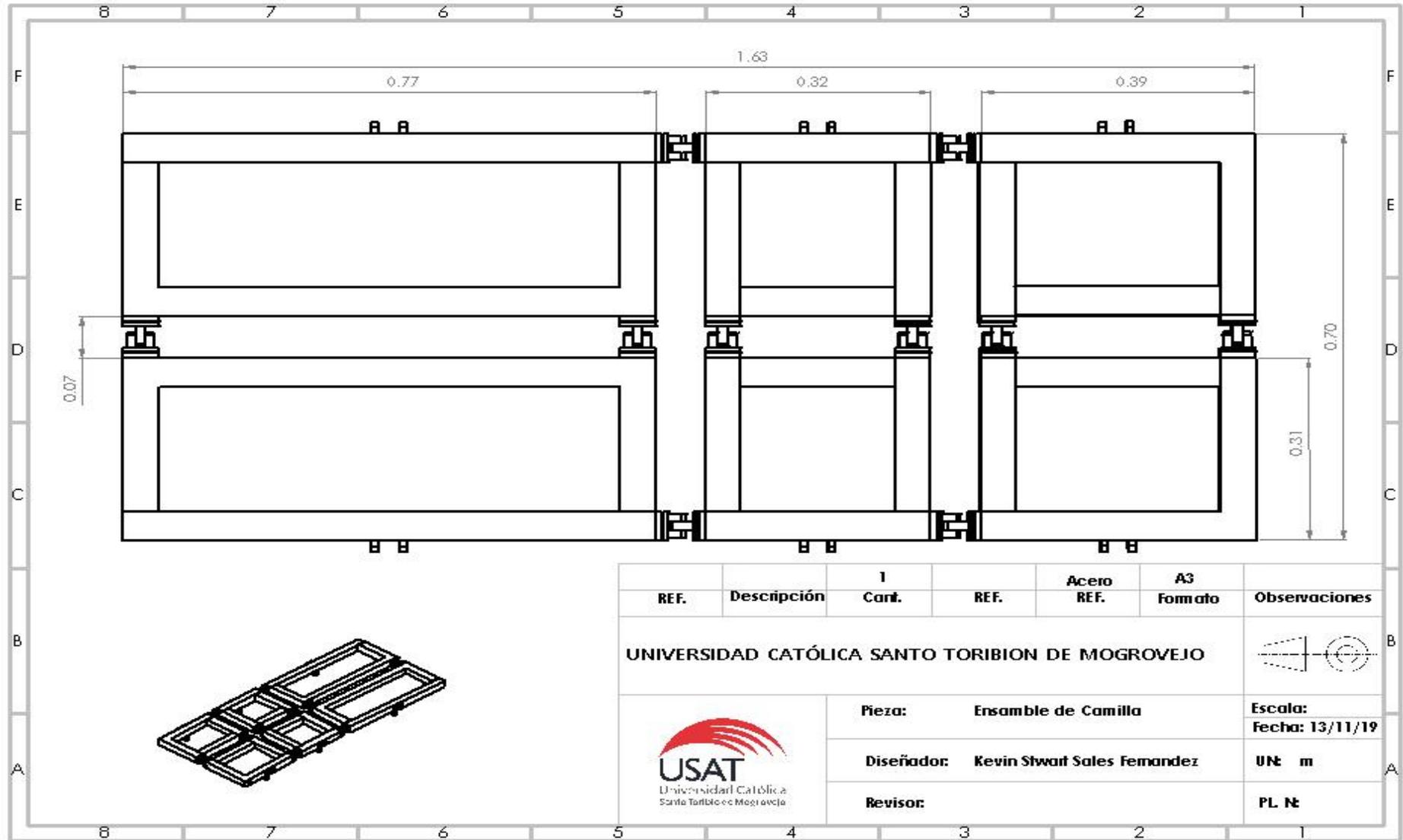
Tabla 27: Soporte Inferior

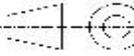


REF.	Descripción	I Cant.	REF.	Acero REF.	A3 Formato	Observaciones
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBION DE MOGROVEJO</b>						
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo		<b>Pieza:</b>		<b>SOPORTE INFERIOR</b>		<b>Escala:</b>
		<b>Diseñador:</b>		<b>KEVIN STWART SALES FERNANDEZ</b>		<b>Fecha: 12/11/23</b>
		<b>Revisor:</b>				<b>UN: m</b>
						<b>PL N: 1</b>

ANEXO 16

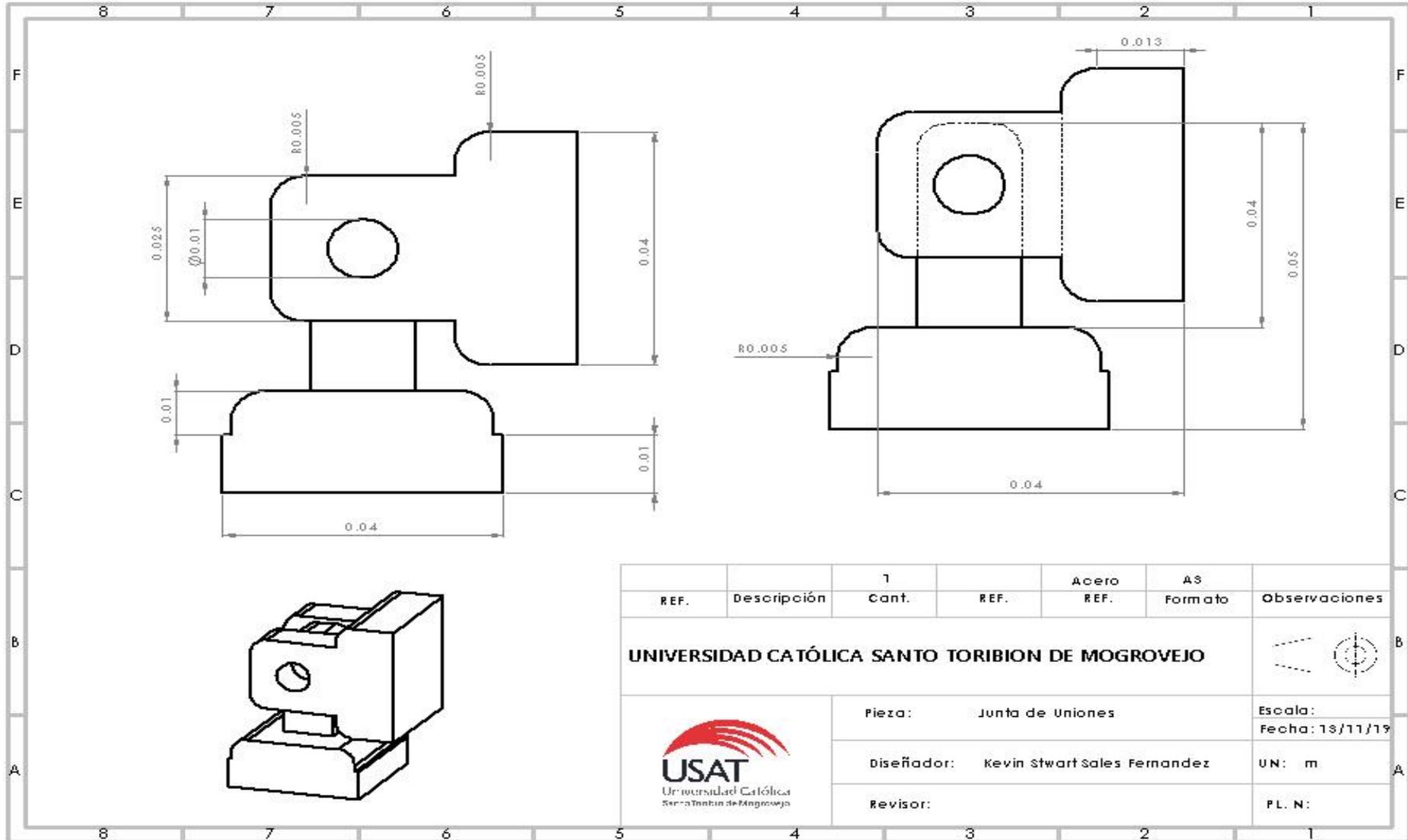
Tabla 28: Ensamble Camilla



REF.	Descripción	I Cant.	REF.	Acero REF.	A3 Formato	Observaciones
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBION DE MOGROVEJO</b>						
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo		<b>Pieza:</b>		<b>Ensamble de Camilla</b>		<b>Escala:</b>
		<b>Diseñador:</b>		<b>Kevin Stuart Sales Fernandez</b>		<b>Fecha: 13/11/19</b>
		<b>Revisor:</b>				<b>UN m</b>
						<b>PL N°</b>

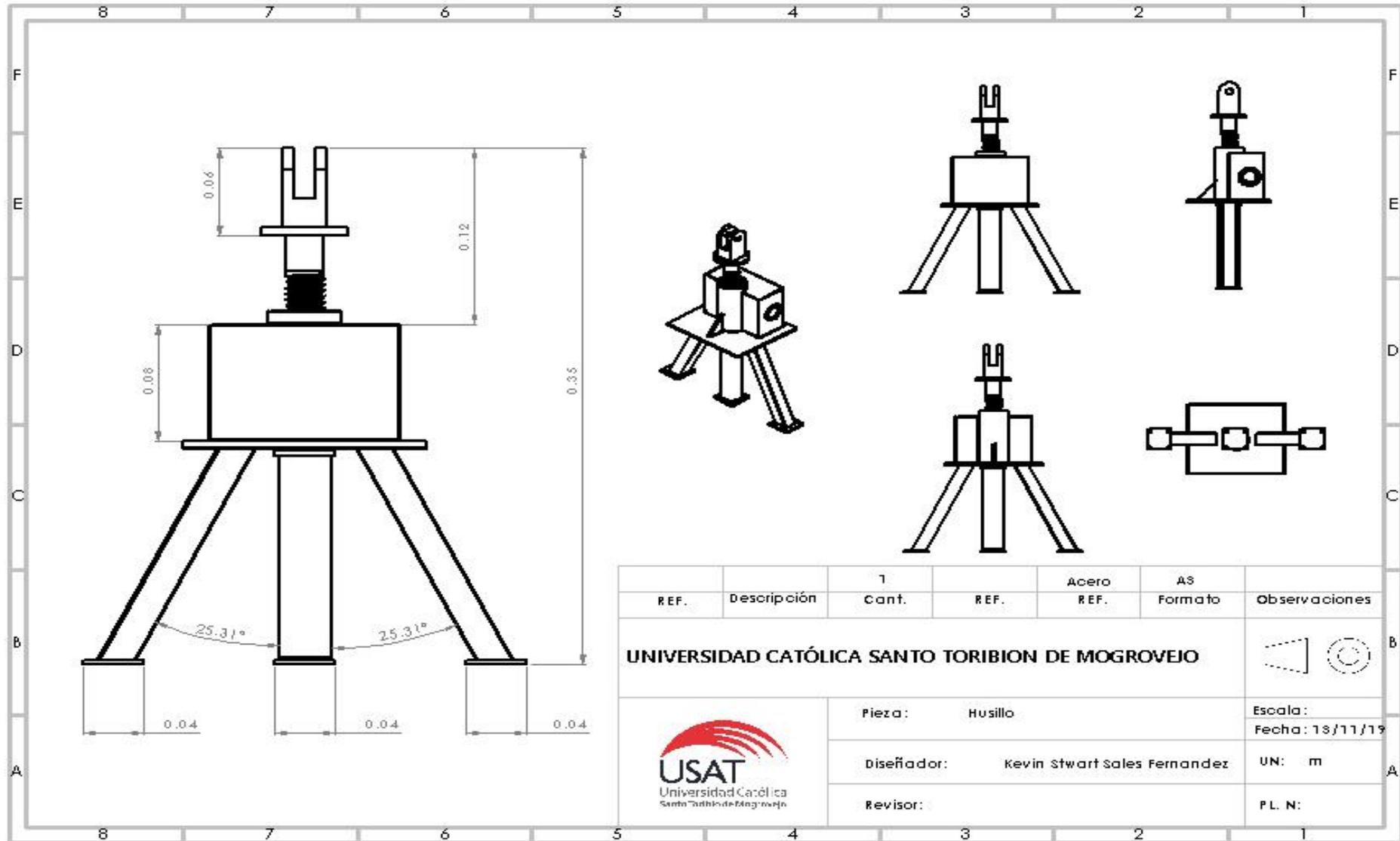
ANEXO 17

Tabla 29: Junta de Uniones



ANEXO 18

Tabla 30: Husillo



REF.	Descripción	1	REF.	Acero	AS	Observaciones
		Cant.		REF.	Formato	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBION DE MOGROVEJO</b>						
		Pieza: Husillo		Escala:		
		Diseñador: Kevin Stewart Sales Fernandez		Fecha: 18/11/19		
		Revisor:		UN: m		
				P.L. N:		

## ANEXO 19

**CUESTIONARIO A PACIENTES**

El cuestionario es anónimo y voluntario y el tratamiento de los datos será confidencial. Este cuestionario pretende realizar el análisis ergonómico potencial a una camilla diseñada.

**FICHA TÉCNICA**

Ambientes de Trabajo: Domicilio, hospitales

Accionamientos:

Accionamiento tipo silla: El respaldar presenta un desplazamiento de 40° respecto a una línea vertical con respecto al II cuadrante trigonométrico. El mismo valor angular, pero con orientación contraria, en este caso el movimiento es realizado en el IV cuadrante.

Accionamiento tipo cama: Este accionamiento permite el ajuste de altura de la máquina hasta un máx. de 70 cm tomando como base el suelo hacia arriba. Accionamiento tipo libro: Los bloques en ambos lados se van a desplazar un ángulo negativo.

Dimensiones

Longitud: 1,62931 m

Ancho: 0,7 m

Alto: 0,7m

Carga máx.: 200 kg

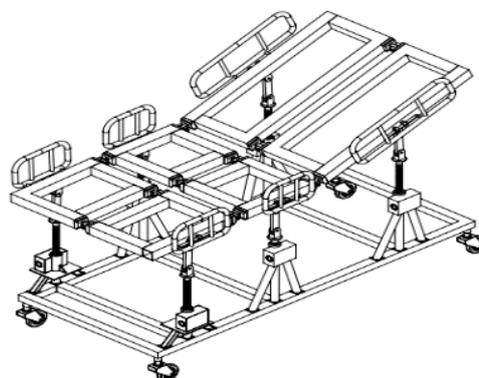
Peso bruto: 28 kg, sin los gatos mecánicos

Ruedas: Estándar

Geometría de la estructura: Tipo cama clínica

Beneficios:

- Accionamiento cómodo
- Altura ajustable
- Silla camilla



**Indicaciones:** Marca la puntuación dada a cada ítem.

1. Sexo
  - a. Femenino
  - b. Masculino
2. ¿Cómo son las características físicas de la camilla propuesta?
  - a. Buenas
  - b. Regulares

- c. Malas
3. ¿Cómo cree es la altura de la camilla?
    - a. Buena
    - b. Regular
    - c. Mala
  4. ¿Cómo cree que es la anchura de la camilla?
    - a. Buena
    - b. Regular
    - c. Mala
  5. ¿Qué piensa de las barras laterales?
    - a. Buenas
    - b. Regulares
    - c. Malas
  6. ¿Cómo cree que serán las molestias de cuello, hombros y/o espalda dorsal en la camilla?
    - a. Ninguna molestia
    - b. Molestias mínimas
    - c. Molestias leves
    - d. Molestias graves
  7. ¿Cómo cree que serán las molestias de espalda lumbar en la camilla?
    - a. Ninguna molestia
    - b. Molestias mínimas
    - c. Molestias leves
    - d. Molestias graves
  8. ¿Cómo cree que serán las molestias de las piernas en la camilla?
    - a. Ninguna molestia
    - b. Molestias mínimas
    - c. Molestias leves
    - d. Molestias graves
  9. ¿Cómo cree que serán las molestias de los codos en la camilla?
    - a. Ninguna molestia
    - b. Molestias mínimas
    - c. Molestias leves
    - d. Molestias graves

10. ¿Cómo cree que serán las molestias de las rodillas en la camilla?

- a. Ninguna molestia
- b. Molestias mínimas
- c. Molestias leves
- d. Molestias graves

11. ¿Cómo cree que es el confort que ofrecería la camilla?

- a. Muy comfortable
- b. Comfortable
- c. Regular
- d. No comfortable

## ANEXO 20

## Cuestionario del Formulario Google

## Análisis ergonómico

- El cuestionario es anónimo y voluntario y el tratamiento de los datos será confidencial.
- Este cuestionario pretende realizar el análisis ergonómico potencial a una camilla diseñada confortable para el aseo de personas que presentan grado de dependencia IV de bajo costo.

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

---

### FICHA TÉCNICA

---

Ambientes de Trabajo: Domicilio, hospitales

---

Accionamientos:

Accionamiento tipo silla: El respaldo presenta un desplazamiento de 40° respecto a una línea vertical con respecto al II cuadrante trigonométrico. El mismo valor angular, pero con orientación contraria, en este caso el movimiento es realizado en el IV cuadrante.

Accionamiento tipo cama: Este accionamiento permite el ajuste de altura de la máquina hasta un máx. de 70 cm tomando como base el suelo hacia arriba. Accionamiento tipo libro: Los bloques en ambos lados se van a desplazar un ángulo negativo.

---

Dimensiones

Longitud: 1,62931 m

Ancho: 0,7 m

Alto: 0,7m

---

Carga máx.: 200 kg

---

Peso bruto: 28 kg, sin los gatos mecánicos

Ruedas: Estándar

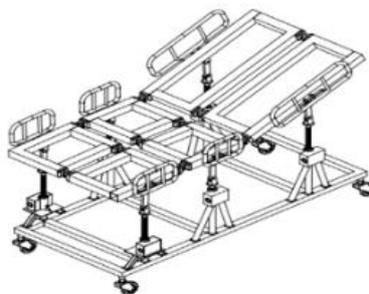
---

Geometría de la estructura: Tipo cama clinica

---

Beneficios:

- Accionamiento cómodo
  - Altura ajustable
  - Silla camilla
- 



Sexo

- Femenino
- Masculino
- Prefiero no decirlo

¿Cómo son las características físicas de la camilla propuesta?

- Muy buenas
- Buenas
- Regulares
- Malas

¿Cómo cree es la altura de la camilla?

- Muy bueno
- Buena
- Regular
- Mala

¿Cómo cree que es la anchura de la camilla?

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

¿Qué piensa de las barras laterales?

- Muy adecuadas
- Adecuadas
- Regulares
- No adecuadas

¿Cómo cree que serán las molestias de cuello, hombros y/o espalda dorsal en la camilla?



- Ninguna molestia
- Molestias mínimas
- Molestias leves
- Molestias graves

¿Cómo cree que serán las molestias de espalda lumbar en la camilla?



- Ninguna molestia
- Molestias mínimas
- Molestias leves
- Molestias graves

¿Cómo cree que serán las molestias de las piernas en la camilla?



- Ninguna molestia
- Molestias mínimos
- Molestias leves
- Molestias graves

¿Cómo cree que serán las molestias de los codos en la camilla?



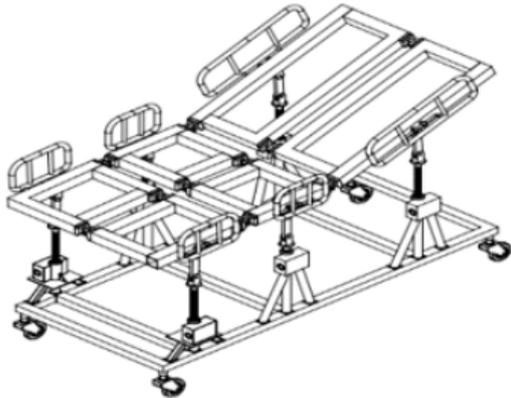
- Ninguna molestia
- Molestias mínimas
- Molestias leves
- Molestias graves

¿Cómo cree que serán las molestias de las rodillas en la camilla?



- Ninguna molestia
- Molestias mínimas
- Molestias leves
- Molestias graves

¿Cómo cree que es el confort que ofrecería la camilla?



- Muy comfortable
- Comfortable
- Regular
- No comfortable

Si tienes algún comentario o pregunta, escríbelo a continuación.

Tu respuesta

---

Enviar

Borrar formulario

Link: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf6jpfk8kDiUqsu\\_e92U3Bl-CVceyxh3MOcnkYf0ZbFXbAdg/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf6jpfk8kDiUqsu_e92U3Bl-CVceyxh3MOcnkYf0ZbFXbAdg/viewform)

## ANEXO 21

## BASE DE DATOS OBTENIDA DEL CUESTIONARIO

N°	Sexo	¿Cómo son las características físicas de la camilla propuesta?	¿Cómo cree es la altura de la camilla?	¿Cómo cree que es la anchura de la camilla?	¿Qué piensa de las barras laterales?	¿Cómo cree que serán las molestias de cuello, hombros y/o espalda dorsal en la camilla?	¿Cómo cree que serán las molestias de espalda lumbar en la camilla?	¿Cómo cree que serán las molestias de las piernas en la camilla?	¿Cómo cree que serán las molestias de los codos en la camilla?	¿Cómo cree que serán las molestias de las rodillas en la camilla?	¿Cómo cree que es el confort que ofrecería la camilla?
01	Femenino	Buenas	Buena	Muy buena	Adecuadas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Muy comfortable
02	Masculino	Buenas	Regular	Mala	Regulares	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Muy comfortable
03	Masculino	Muy buenas	Muy buena	Muy buena	Muy adecuadas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Comfortable
04	Femenino	Regulares	Muy buena	Muy buena	Regulares	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Comfortable
05	Prefiero no decirlo	Buenas	Regular	Buena	Muy adecuadas	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Muy comfortable
06	Masculino	Regulares	Regular	Buena	Regulares	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Muy comfortable
07	Masculino	Muy buenas	Muy buena	Muy buena	Muy adecuadas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Muy comfortable
08	Femenino	Muy buenas	Buena	Regular	Adecuadas	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Muy comfortable
09	Femenino	Muy buenas	Muy buena	Regular	Adecuadas	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Muy comfortable
10	Masculino	Regulares	Buena	Regular	Adecuadas	Ninguna molestia	Molestias mínimas	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Ninguna molestia	Comfortable