UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Corrección de postura y reducción de esfuerzo al utilizar la parihuela en áreas de difícil acceso.

PROYECTO DE GRADO

ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA
CARNET 10767-09

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Corrección de postura y reducción de esfuerzo al utilizar la parihuela en áreas de difícil acceso.

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR

ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2015

CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO:	MGTR. HERNÁN OVIDIO MORALES CALDERÓN
VICEDECANO:	ARQ. ÓSCAR REINALDO ECHEVERRÍA CAÑAS
SECRETARIA:	MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JUAN PABLO SZARATA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JUAN PABLO SZARATA

LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ

LIC. OSCAR LIONEL QUAN LAINFIESTA

Universidad Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño
Departamento de Diseño Industrial
Teléfono: (502) 24 262626 ext. **2773**
Fax: 2474
Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16
Guatemala, Ciudad. 01016
mpandrade@url.edu.gt

Guatemala, 27 de Mayo de 2015

Señores
Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado **"Corrección de postura y reducción esfuerzo al utilizar la parihuela en áreas de difícil acceso",** elaborado por la estudiante **Ana Pamela De León España** con número de carnet **1076709**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

MA. Lic. Mónica Andrade
Asesor

Universidad Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 03323-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA, Carnet 10767-09 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0365-2015 de fecha 26 de junio de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado

Corrección de postura y reducción de esfuerzo al utilizar la parihuela en áreas de difícil acceso.

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 30 días del mes de junio del año 2015.

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO SECRETARIO
Guatemala, C.A.

MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A Dios:
Por absolutamente todo.

A mi papa:
Por ser la persona a la que más admiro, mi fuerza, mi apoyo incondicional, y la única razón por la que llegué hasta aquí.

A mi mama:
Por preocuparse, aconsejarme y darme todo lo que tengo.

A Juanpis:
Por llegar al rescate siempre que lo llamo y el apoyo que sé que nunca me falta. Mejor hermano, ni imaginándomelo.

A Mónica:
Por motivarme, empujarme, ayudarme y exigirme a lograr mi meta. La asesora que todos deberían de tener.

A los Bomberos Municipales de la estación 9:
Por abrirme las puertas de su estación y ayudarme siempre tan altruistamente desde el primer día que llegué a molestarlos.

Y a todos mi amigos:
Porque todos tuvieron que aguantarme en algún momento de este proceso y nunca dejaron de creer en mi, de echarme porras y de estar pendientes. Los quiero!

DEDICATORIA

A todos mis compañeros diseñadores que sienten que nunca van a terminar.

ÍNDICE

I. Resumen ejecutivo 1
II. Introducción 2
III. Delimitación gráfica 3
IV. Delimitación de la investigación 4
V. Análisis 5
1. Entornos del rescate con parihuela 7
1.1. Tipos de lesiones 9
1.2. Proceso de rescate mundialmente 8
1.3. Equipo de accesorios mundialmente 11
1.4. Parihuela 14
2. El benemérito cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala
2.1. Perfil del Cliente 16
2.2. Equipo de accesorios de Rescate 20
2.3. Parihuela de los Bomberos Municipales .. 21
2.4. Proceso de Rescate 23
2.5. Estudio de movimientos 27
2.6. Fisiología Humana 33
2.7. Perfil del Usuario 39
2.8. Necesidad 42
2.9. Análisis retrospectivo 43
2.10. Análisis de soluciones existentes..... 45
2.11. Análisis prospectivo 47
3. Diseño Industrial
3.1. Diseño centrado en el usuario 49
3.2. Semiótica 49
3.3. Ergonomía 50
3.4. Análisis Antropométrico 55
3.5. Seguridad Industrial 58
3.6. Mecanismos 59
3.7. Materiales 62
VI. Conceptualización
1. Delimitación del tema
1.1. Planteamiento del problema 64
1.2. Enunciado del problema 65
1.3. Variables 65
1.4. Objetivos 65
1.5. Requerimientos y parámetros 66
2. Creación de ideas
2.1. Mood Board 71
3. Bocetaje
3.1. Técnicas creativas 73

3.2. Bocetaje rápido ……. 75
3.3. Desarrollo de las Propuestas ……. 86
3.4. Matriz de Evaluación ……... 94
4. Propuesta Final (Concepto) …… 100
4.1. Maqueta ……..….. 102
4.2. Problemática propuesta original ……... 108
4.3. 3D problemática resuelta ……... 109
VII. Materialización
1. Modelo de Solución…….. 110
1.1. Fotografías ……..……. 111
1.2. Manual de uso ……..…….…… 117
1.3. Manual de ensamble ……..……...… 122
1.4. Planos constructivos ….…… 130
1.5. Proceso de Producción ……..…... 163
1.6. Justificación de materiales …….. 165
1.7. Costos ……..…… 166
1.8. Estrategia de comercialización ……. 167
VIII. Validación
1. Guía de Validación …….. 169
2. Opinión usuarios ……..……..…… 173
3. Contra requerimientos ……..…… 176
4. Comparación movimientos ……..…… 181
IX. Conclusiones y recomendaciones …..……. 182
X. Glosario ……. 185
XI. Anexos
1. Ficha RULA …….. 187
2. Ficha REBA …….. 188
3. Guía de Validación …….. 189
4. Focus Group ……..….. 190
5. Entrevista al Subdirector de la estación 192
6. Entrevista al Fisioterapista ……. 195
XII. Bibliografía ……..... 199

I. RESUMEN EJECUTIVO

Este documento desarrolla el proceso de diseño de una propuesta de solución para mejorar el proceso de rescate, evitar las posiciones incorrectas y las lesiones lumbares en los rescatistas del Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala al momento de auxiliar un rescate en terrenos inclinados y de difícil acceso, adaptándose al equipo de accesorios actual que poseen.

II. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se analizan todos los aspectos que toman parte en las lesiones y problemáticas con las que se encuentran los miembros del Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala al momento de realizar un rescate de víctimas en terrenos de difícil acceso.

Posteriormente, se identifica la necesidad que plantean los problemas en este escenario, se estudia a fondo y se proponen por medio de distintos análisis y técnicas creativas varias propuestas de solución de dicha necesidad por medio del diseño industrial.

Luego se evaluarán las propuestas considerando todo el análisis previo y los requerimientos del Cuerpo de Bomberos Municipales para desarrollar la opción más apta: la propuesta final.

Se detalla todo el proceso de la evolución de la propuesta final, las técnicas creativas utilizadas para explorar todas las posibles soluciones, el proceso de solución de problemas y mecanismos, la fabricación del prototipo, el producto final, su validación y resultados finales.

III. DELIMITACIÓN GRÁFICA

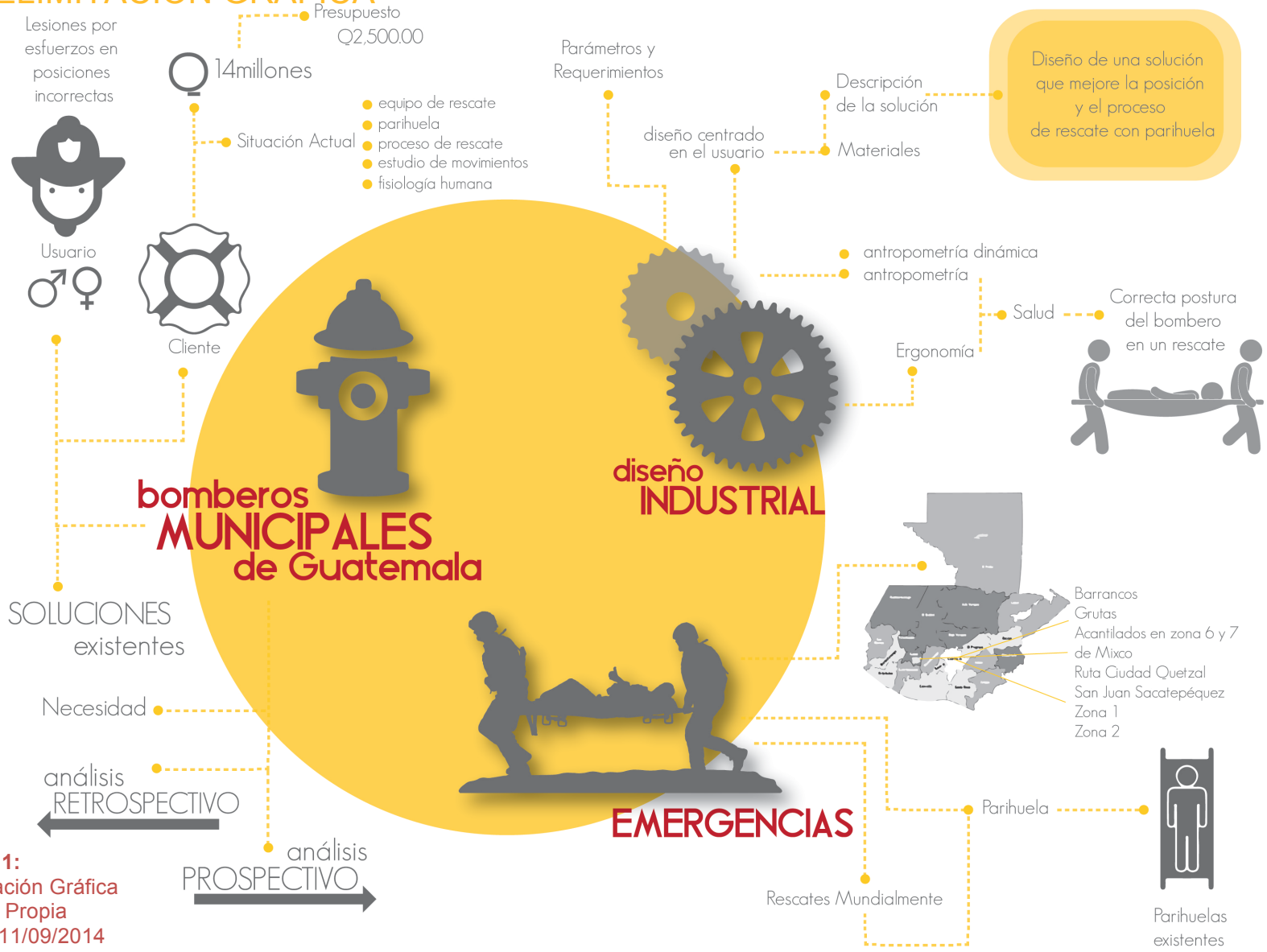


Imagen1:
Delimitación Gráfica
Fuente: Propia
Fecha: 11/09/2014

IV. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

TEMA

Salud – Diseño centrado en el usuario

SUBTEMA

Corrección de postura del usuario.

CASO

Cuerpo de Bomberos Municipales

V. ANÁLISIS

Dentro de las distintas actividades y profesiones que existen alrededor del mundo hay tareas con mucha exigencia física y otras que requieren menor esfuerzo.
Una de las labores universales y más exigentes físicamente para la persona que la ejerce es la que practican los bomberos o cuerpos de rescate.
Dentro de las tareas que realiza un bombero se encuentran algunas como apagar incendios, asistir accidentes viales, auxiliar síntomas imprevistos en personas enfermas, rescatar a víctimas en situaciones precarias, entre otros. Éste documento se centrará en la última tarea mencionada, específicamente en los rescates en terrenos inclinados y de difícil acceso donde es utilizada la camilla llamada parihuela.

RESCATES EN TERRENOS INCLINADOS:
Existen rescates en acantilados, barrancas, y demás terrenos similares a causa de descontroles viales, intentos de suicidios, alcoholismo, etc., que dejan a las víctimas en lugares de muy difícil acceso para que los rescatistas puedan atenderlas.

Los cuerpos de personas capacitados para asistir este tipo de necesidades varían mucho entre ellos, dependiendo del nivel de cada país. La mejor asistencia en cuanto rescates en áreas de difícil acceso (acantilados, barrancas, deslaves, estructuras colapsadas, etc.) es aquella en donde llegan dos o más miembros del cuerpo de organizaciones capacitadas para emergencias a proveer las primeras asistencias médicas básicas. Luego se transportan por medio de alguna asistencia aérea, debido a que en casos de estructuras colapsadas las carreteras no siempre están en condiciones para que transiten las unidades de rescate, o en el caso de barrancas y acantilados son áreas de muy difícil acceso y toma un tiempo muy prolongado transportarlos por tierra desde el punto del accidente hasta el centro de salud más próximo.

Según el periódico Británico “The Guardian” desde el año 2007 al 2011, dichos incidentes han incrementado un 17.09%, llegando a 3,885 accidentes anualmente alrededor del mundo.

Solamente en la Ciudad de Guatemala ocurren un promedio de 320 búsquedas y rescates por parte de los Bomberos Municipales al año.

A continuación se detallarán los tipos de emergencia y el procedimiento básico estándar.

1. Entornos del rescate con parihuela

Como se mencionó anteriormente, los rescates en los que se enfocará éste documento serán específicamente en los que se utiliza la parihuela.

A continuación se muestra un diagrama en el cual se describen los distintos entornos en los que se pueden desarrollar dichos rescates en situaciones de emergencia.

EMERGENCIAS

Una emergencia se entiende como una "situación o asunto imprevisto que requiere de una especial atención y debe solucionarse en el menor tiempo posible".

- Emergencias Médicas
- Busquedas y Rescates
- Incendios
- Servicios de prevención
- Servicios Varios y Sociales

El salvamento de las personas que están en una situación de riesgo o en emergencias ocasionadas por un accidente, desastre natural o catástrofe.

ESTRUCTURAS COLAPSADAS



Rescate realizado en toda aquella estructura o edificación destruida por acciones humanas o naturales. Éstos están considerados como uno de los más complejos y difíciles para el equipo de bomberos debido al alto esfuerzo físico y experiencia necesarios, ya que, las estructuras colapsadas son situaciones muy riesgosas por la inestabilidad del terreno, bases débiles, posibles fugas de gas y agua, escombros sueltos, etc.
Puede ocurrir en montañas, inundaciones, edificios y casas.

RESCATE VERTICAL



Ocurre cuando la víctima se encuentra en áreas muy altas o muy profundas.
Se caracteriza por la utilización necesaria del equipo de rappel para seguridad del bombero ya que son superficies con inclinaciones muy marcadas.
Éste tipo de rescate puede darse en barrancos, fosas, puentes, torres de energía, montañas, edificios, etc.

RESCATE EN ESPACIOS CONFINADOS



Cuando se debe auxiliar a víctimas en lugares muy reducidos de espacio.
Ocurre en pozos, cavernas, tuberías de fábricas, chimeneas, etc.
Los riesgos son las posibles mezclas de gases tóxicos para una persona.

Imagen 2: Tipos de emergencias
Fuente: Propia
Fecha: 11/09/2014

1.1 Tipos de lesiones que sufren las víctimas necesitadas de utilizar la parihuela en cada tipo de entorno:

Existen muchas causas diversas por las cuales ocurran accidentes en áreas de difícil acceso, a continuación se clasificarán las heridas y condiciones más comunes que pueden sufrir las víctimas de dichos accidentes en cada tipo de entorno.

EN ESTRUCTURAS COLAPSADAS:

- Fracturas: Huesos rotos por exceso de presión de los elementos colapsados sobre la víctima.
- Confinamiento: incapacidad de escapar por causa de elementos muy pesados que inmovilizan a la víctima.
- Pérdida de conocimiento por golpe: impacto directo a la cabeza de la víctima desprevenida por un trozo colapsado de la estructura del edificio.
- Sofocamiento por falta de oxígeno: Confinamiento durante un tiempo determinado tal que se agota el oxígeno suficiente para mantener a la víctima con vida.
- Compresión a órganos vitales: Presión de trozos tan pesados sobre el cuerpo de la víctima que colapsan los órganos internos, desangrándose internamente.
- Muerte: por la falta de asistencia de cualquiera de los escenarios anteriores.

EN RESCATES VERTICALES:

- Fracturas: Por golpes de alto impacto y a gran velocidad contra el terreno empedrado, donde puede caer contra ramas, troncos y árboles grandes, basura y capas de tierra.
- Pérdida de conocimiento por golpe: Un golpe directo en la cabeza por la fuerza de la gravedad contra alguno de los elementos anteriormente descritos.
- Desangrado por múltiples laceraciones: Cortaduras profundas, causadas por objetos filosos en la trayectoria de la caída de la víctima.
- Muerte: por inasistencia de cualquiera de los escenarios anteriores.

EN RESCATES EN ESPACIOS CONFINADOS:

- Fracturas: Por impactos muy fuertes al momento de la caída.
- Sofocamiento: Agotamiento de oxígeno en el ambiente.
- Perdida del conocimiento: Por un golpe directo a la cabeza al momento de la caída.

En todos los escenarios se toman en cuenta las lesiones de la víctima al momento de utilizar la parihuela. A continuación se describe dicha camilla.

1.2 Proceso de rescates estándar mundialmente

Los rescates efectuados a nivel mundial en barrancos, ancantilados, montañas, estructururas colapsadas, entre otros, son también denominados rescates verticales o urbanos. Se caracterizan por la utilización de una camilla canasta o “parihuela” y el equipo necesario para el traslado la víctima en la camilla.

ELEMENTOS



asisten de 2 a 4 miembros

Cuentan con recursos como:



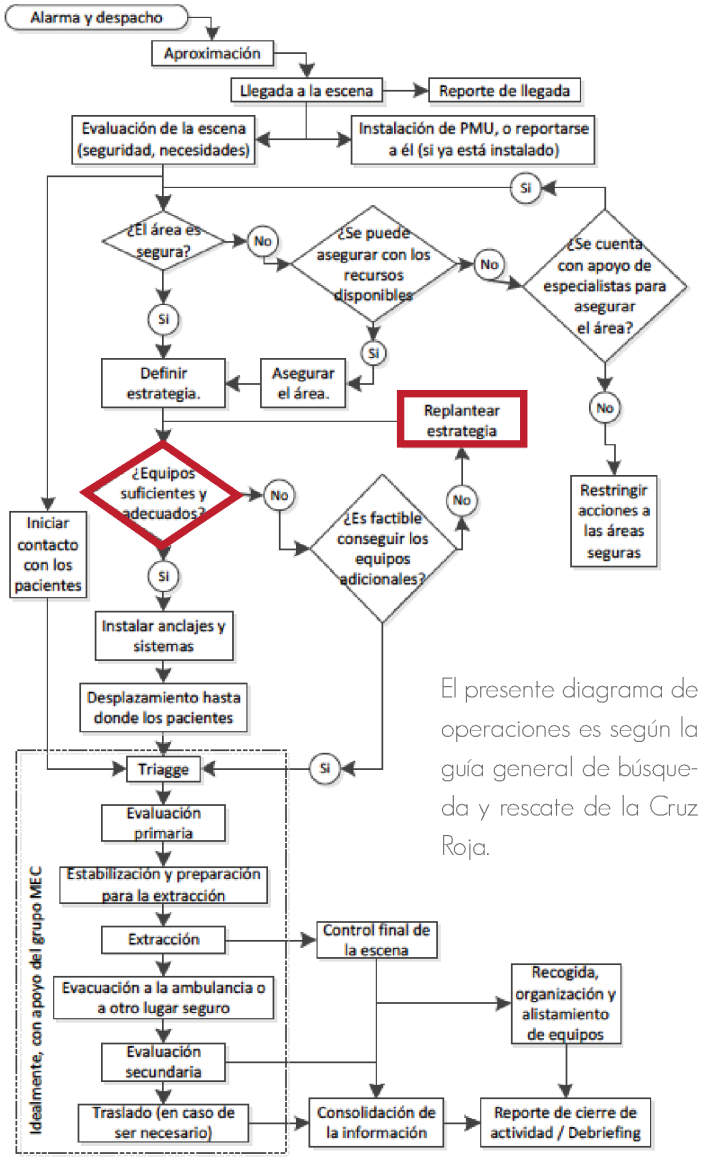
apoyo aéreo

Arneses, cuerdas estáticas, cuerdas dinámicas, cintas tubulares, cuerdas estáticas cortas, mosquetones, Gibbs, ochos, cascos, protectores de cuerdas, camillas canasta, poleas simples, monogafas, guantes, linternas, entre muchos otros.



Imagen 3: Equipo de rescate Fuente: Propia Fecha: 11/09/2014

PROCEDIMIENTO BÁSICO ESTÁNDAR



El presente diagrama de operaciones es según la guía general de búsqueda y rescate de la Cruz Roja.

Imagen 4: Procedimiento de rescate
Fuente: Guía de la Cruz Roja Fecha: 11/09/2014

1.3 Equipo de accesorios de rescate a nivel mundial

CINTA TUBULAR

Cuerda de alta flexibilidad para confeccionar amarres y nudos de uso universal.



Imagen 3.1: Cinta tubular
Fuente:
Fecha: 20/06/2015

ARNÉS ANTI CAÍDAS

Sujeta el torso del usuario a mosquetones y cuerdas.



Imagen 3.2: Arnés anticaídas
Fuente: www.directindustry.es
Fecha: 20/06/2015

GUANTES DE RESCATE

Guantes con refuerzos de cuero en las puntas de los dedos y palmas para extracción de víctimas y manipulación de cuerdas.



Imagen 3.3: Guantes de rescate
Fuente: http://www.wcg.com.mx/
Fecha: 20/06/2015

MOSQUETÓN CON GANCHO DE FRENADO

Consiste de un gancho con un freno ideal para añadir frenado o modularlo durante el descenso con cuerdas.



Imagen 3.4: Mosquetón con freno
Fuente: http://www.petzl.com/
Fecha: 20/06/2015

TRÍPODE “SKED-EVAC”

Utilizado para rescates en pozos, o alcantarillas profundas y totalmente verticales. Compuesto por poleas de doble acceso y cuerdas.



Imagen 3.5: Trípode “Sked-Evac”
Fuente: http://www.cmcrescue.com/
Fecha: 20/06/2015

POLEA DE ACCESO DOBLE

Utilizadas en los trípodes de rescate vertical.



Imagen 3.6: Polea de acceso doble
Fuente: http://www.petzl.com/ Fecha: 20/06/2015

BOLSOS PARA EQUIPO

Es una bolsa grande para transportar equipo de bombero. También magnífica para personal de rescate y policías.



Imagen 3.7: Bolsos para equipo
Fuente: http://www.improfor.cl/
Fecha: 20/06/2015

CASCO KASK

Casco utilizado para trabajar en alturas y rescates.



Imagen 3.8: Casco Kask
Fuente: http://coloutgear.com/
Fecha: 20/06/2015

PROTECTOR DE CUERDA

Protege las cuerdas flexible de los rozamientos y fricciones contra las superficies. Contiene rodillos que permite el paso fluido de la cuerda



Imagen 3.9: Protector de cuerda
Fuente: http://www.equipovertical.com/
Fecha: 20/06/2015

"GIBBS"

Son ascensores utilizados también como trinquetes en sistemas de jalado y en otras aplicaciones de agarrar la cuerda.



Imagen 3.10: Ascensor "Gibbs"
Fuente: http://www.restec.cl/
Fecha: 20/06/2015

MONOGAFAS

Gafas muy livianas que protegen los ojos de una manera más segura, hechos de materiales como silicón y poliuretanos.



Imagen 3.11: Monogafas
Fuente: http://www.seripacar.com.ec/
Fecha: 20/06/2015

LINTERNAS

Linternas livianas adaptables a los cascos de seguridad para iluminar hacia la dirección que se gire la cabeza



Imagen 3.12: Linterna para casco
Fuente: http://cpremergencias.blogspot.com/

PARIHUELA

Se estudiará más a fondo a continuación.

1.4 Parihuela

También llamada “camilla canasta” se diferencia de las camillas estándar en que las parihuelas están diseñadas para entrar en lugares de difícil acceso y son mucho más resistentes y livianas.

No son un accesorio en el cual la víctima deba pasar más de 5 horas. Disponibles en materiales como: plásticos, aluminios, hierro, lona, fibra de carbono, resinas, fibras sintéticas, espumas y algodón.



Imagen 5:
Componentes de una camilla
Fuente: Propia
Fecha: 11/09/2014

OTRAS PARIHUELAS:



HALF sked

Soporte de medio cuerpo.
Materiales plásticos.
Sumamente liviano y muy básico.



ALPHIN lite

Materiales metálicos y plásticos.
Muy resistente.
Diseñado para transporte aéreo.
Peso liviano.



SKED stretcher system

Muy liviana
Materiales plásticos.
Poco resistente
Sin soportes para mayor seguridad.



HS SKOPAN stretcher

Diseñada para adecuarse a un transporte aéreo.
Muy resistente y segura.
No tan liviana como las demás.

Imagen 6:
Parihuelas existentes
Fuente: Propia
Fecha: 11/09/2014



KONG LECCO

Camilla diseñada para ser transportada por 2 asistentes.
Liviana y con opción a colocar ruedas.
Materiales metálicos y fibras sintéticas.
Resistente y muy segura.



JUNKIN JSA-200

La camilla más similar a la que actualmente se utiliza.
Hecha totalmente de plástico y fibras sintéticas. Más liviana pero menos resistente.



EVAC BODY splint

Soporte metálico que le provee rigidez.
Recubrimiento sintético.
Liviano pero poco resistente a golpes y maltrato.

2. El Benemérito cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala

2.1. Perfil del Cliente



Imagen 13: Logo del cliente
Fuente: Recuperada de http://todoporguate.mex.tl/163206_Galeria.html
Fecha: 06/10/2014

HISTORIA

El cuerpo de bomberos Municipales fue fundado en 1956 por el Alcalde de la Ciudad de Guatemala, Julio Obiols, debido a las necesidades de la población del momento.

Con el apoyo de los integrantes del equipo de fútbol del Club Deportivo Municipal, el Alcalde Obiols funda la primera sede de este cuerpo de socorro en la 1ra. calle 2-13 de la zona 2, con el objetivo de implementar otro servicio que garantizara a los vecinos la certeza de contar con apoyo en casos de emergencia de mediana o gran magnitud.

Hasta la actualidad, después de 59 años, los bomberos municipales han incrementado sus servicios de respuesta de emergencia de 100 a más de 62 mil servicios prestados en un año, entre los que se encuentran atención pre-hospitalaria, control de incendios tanto de estructuras como forestales, atención médica en eventos masivos y situaciones de rescate.

MISIÓN

Brindar ayuda de forma gratuita a la población guatemalteca, en caso de accidentes, desastres, ya sea causados por la naturaleza (naturales) o por acciones humanas (antrópicos) , sin distinción de credo, raza o clase social, con el único fin de preservar la vida humana, poniendo para ello a disposición nuestro recurso humano y tecnológico.

VISIÓN

Guiados por la trilogía de valores de su fundación, el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala sustenta sus bases en la disciplina, el honor y la abnegación de mujeres y hombres que integran sus filas, todos ellos con un solo ideal: el servicio sin descanso ante una vida que salvar, especialmente la de aquellos ciudadanos más expuestos a sufrir una calamidad o desastre.

El curso que los capacita para realizar rescates se le denomina “Curso de Cabuyería y Rescates”. En éste aprenden específicamente los nudos, las posturas y las técnicas para asistir a los distintos tipos de rescate.



Imagen 14: Datos cliente
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

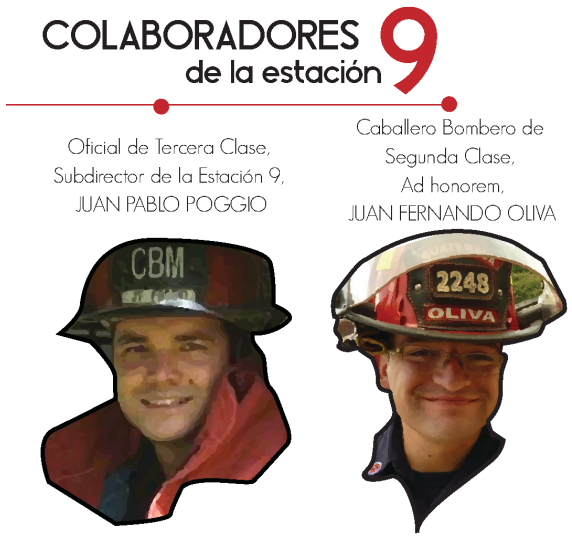


Imagen 15: Principales colaboradores al presente documento
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

ESTADÍSTICAS DE RESCATES:

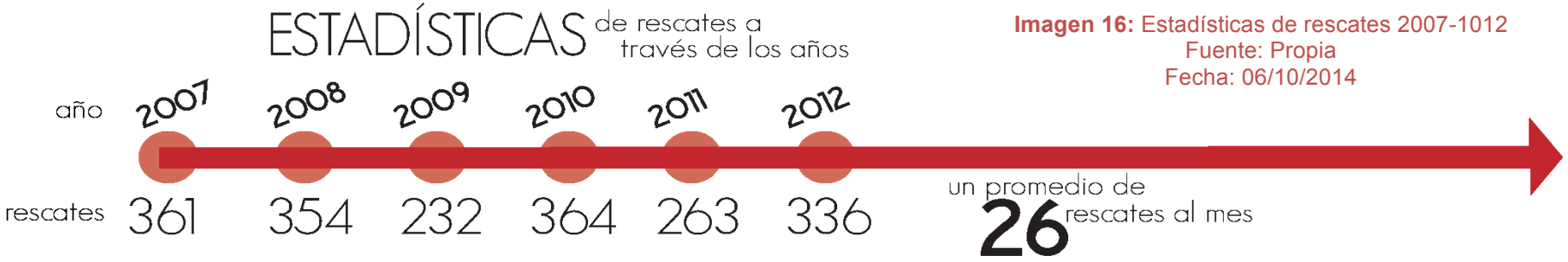


Imagen 16: Estadísticas de rescates 2007-1012
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

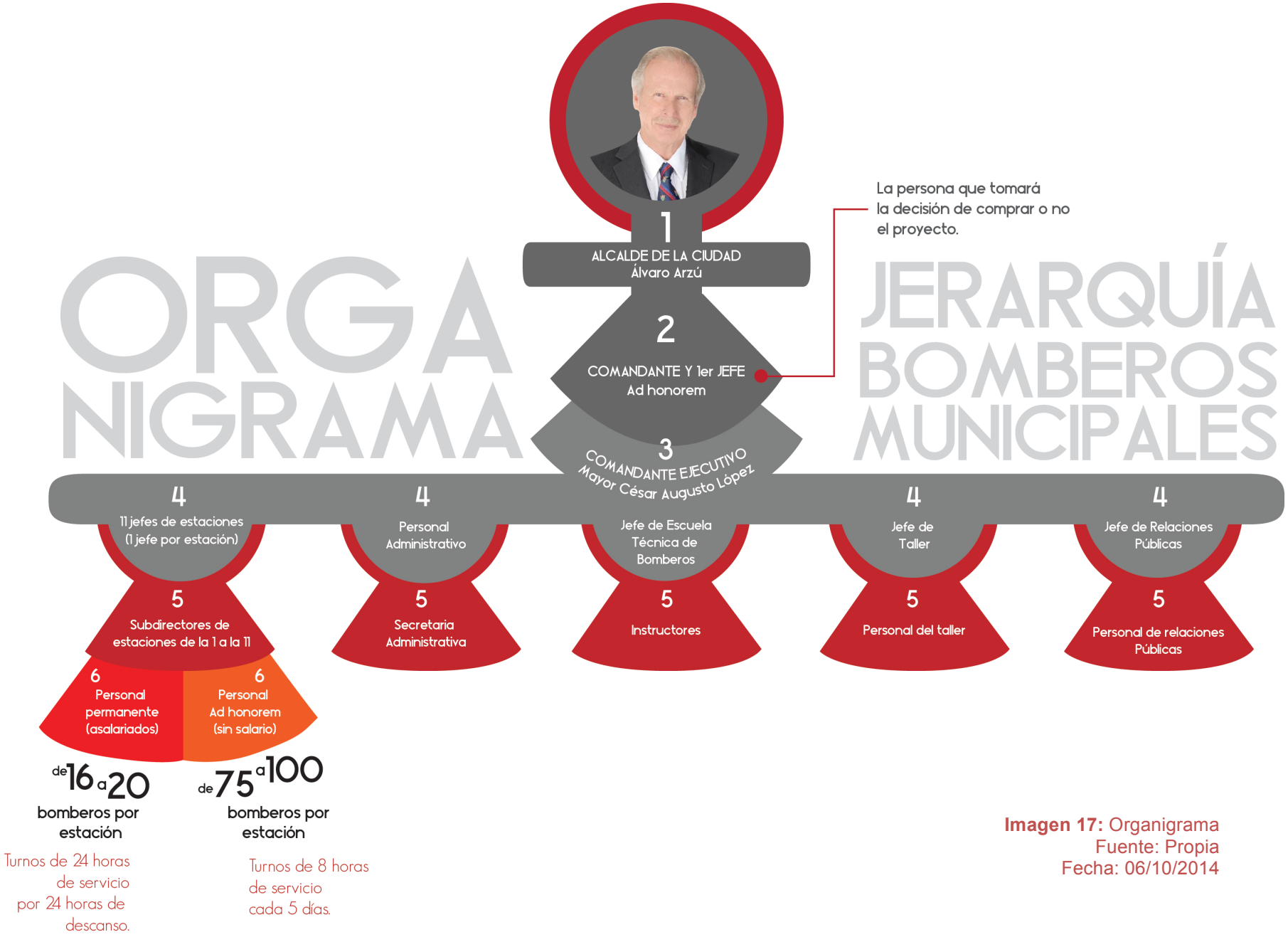


Imagen 17: Organigrama
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

2.2. Equipo de herramientas de rescate de los Bomberos Municipales:

Según la entrevista al subdirector de la estación número 9 de los Bomberos Municipales, el equipo de herramientas con el que cuentan es el siguiente:

Los accesorios que se utiliza para la extracción de víctimas en espacios confinados, estructuras colapsadas y verticales varía según el tipo de rescate.



Imagen 18: Equipo de rescate
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

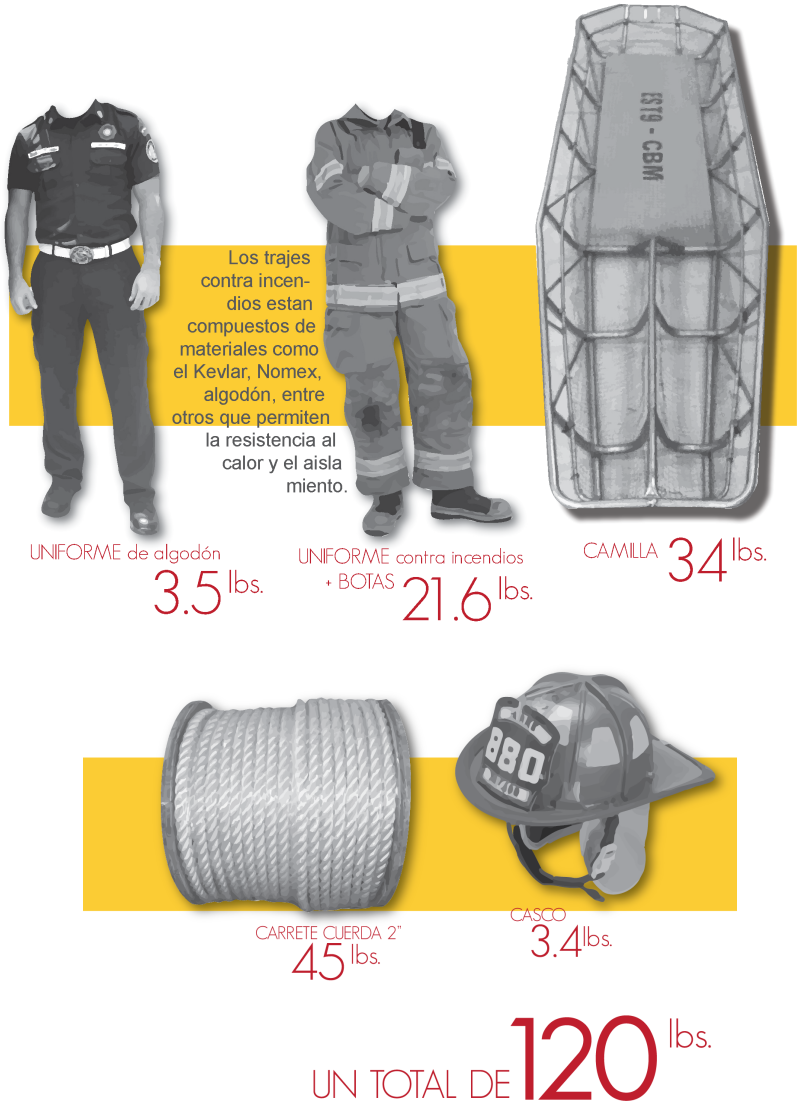


Imagen 19: Trajes, parihuela, carrete y casco utilizados
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

2.3 Parihuela de los Bomberos Municipales

Poseen un promedio de 3 unidades por estación, un total de 33 parihuelas para 11 estaciones, las cuales tienen un largo tiempo de uso, y nunca se han reemplazado. En la estación No. 9 se encontró una parihuela más ancha de lo normal pero muy resistente con estructura y rejilla de hierro que llegaba a pesar hasta 45 libras. Otra de aluminio más dañada por el uso que pesaba 30 libras debido a que le hacía falta la rejilla protectora y la más utilizada, también de aluminio, en mejores condiciones que pesaba 34 libras.

Las parihuelas, de por sí, están en muy mal estado. Tienen al menos de 8 a 10 años de uso, están oxidadas y jamás han sido reemplazadas.
Son demasiado pesadas para el tipo de tarea que desempeñan.

Las características que comparten son:

- Uniones soldadas.
- Tubos de 2cm y 1cm de grosor.
- Malla de agujeros de 1.7cm
- Lámina de aluminio para el soporte del torso de 1mm de grosor.

Las parihuelas existentes en la estación son:

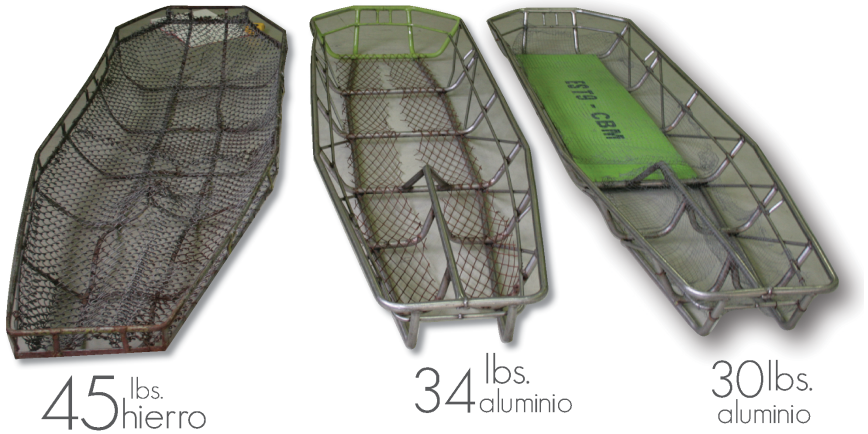


Imagen 20: Parihuelas existentes en la estación
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

Los detalles generales de las parihuelas son:

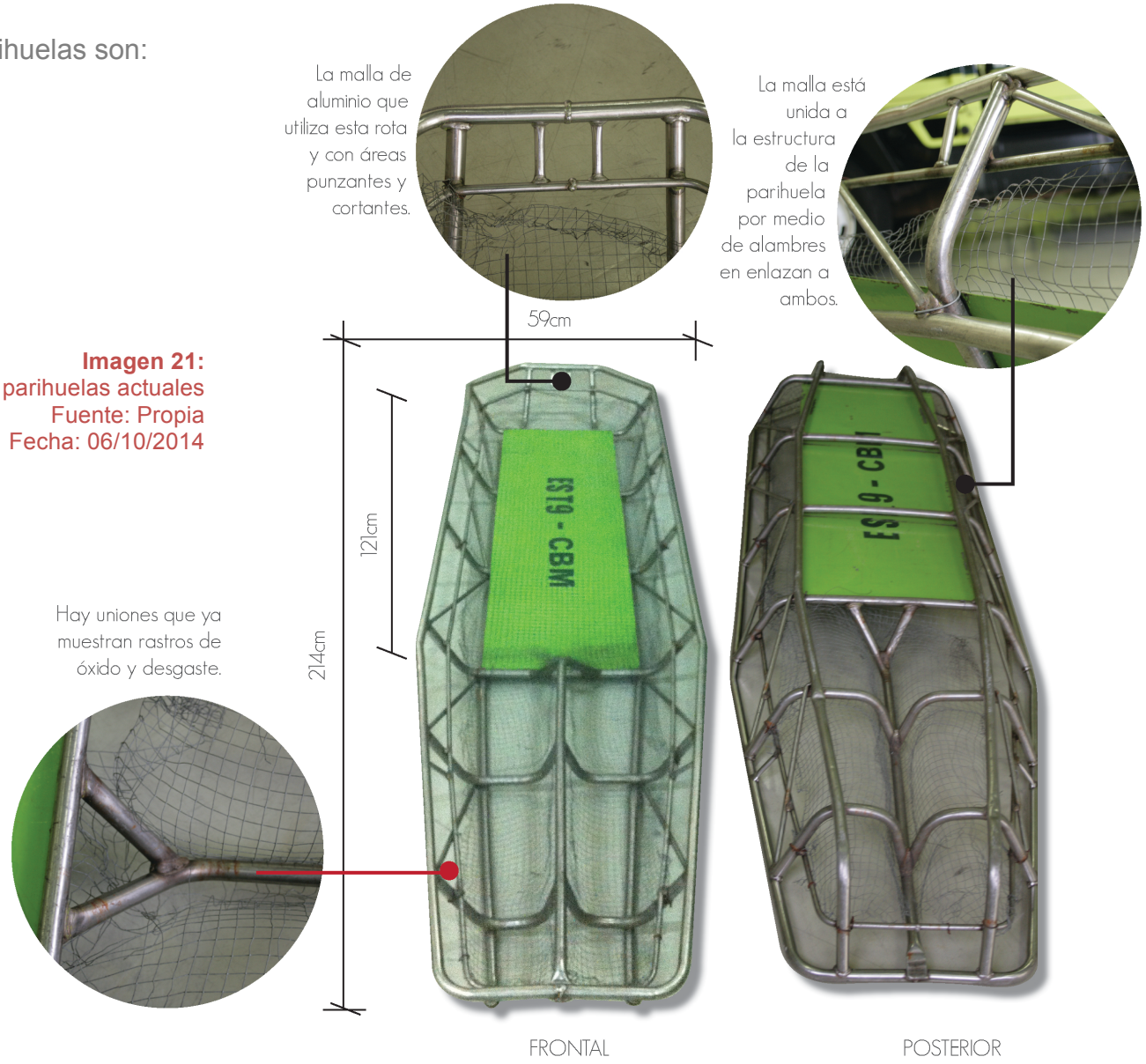


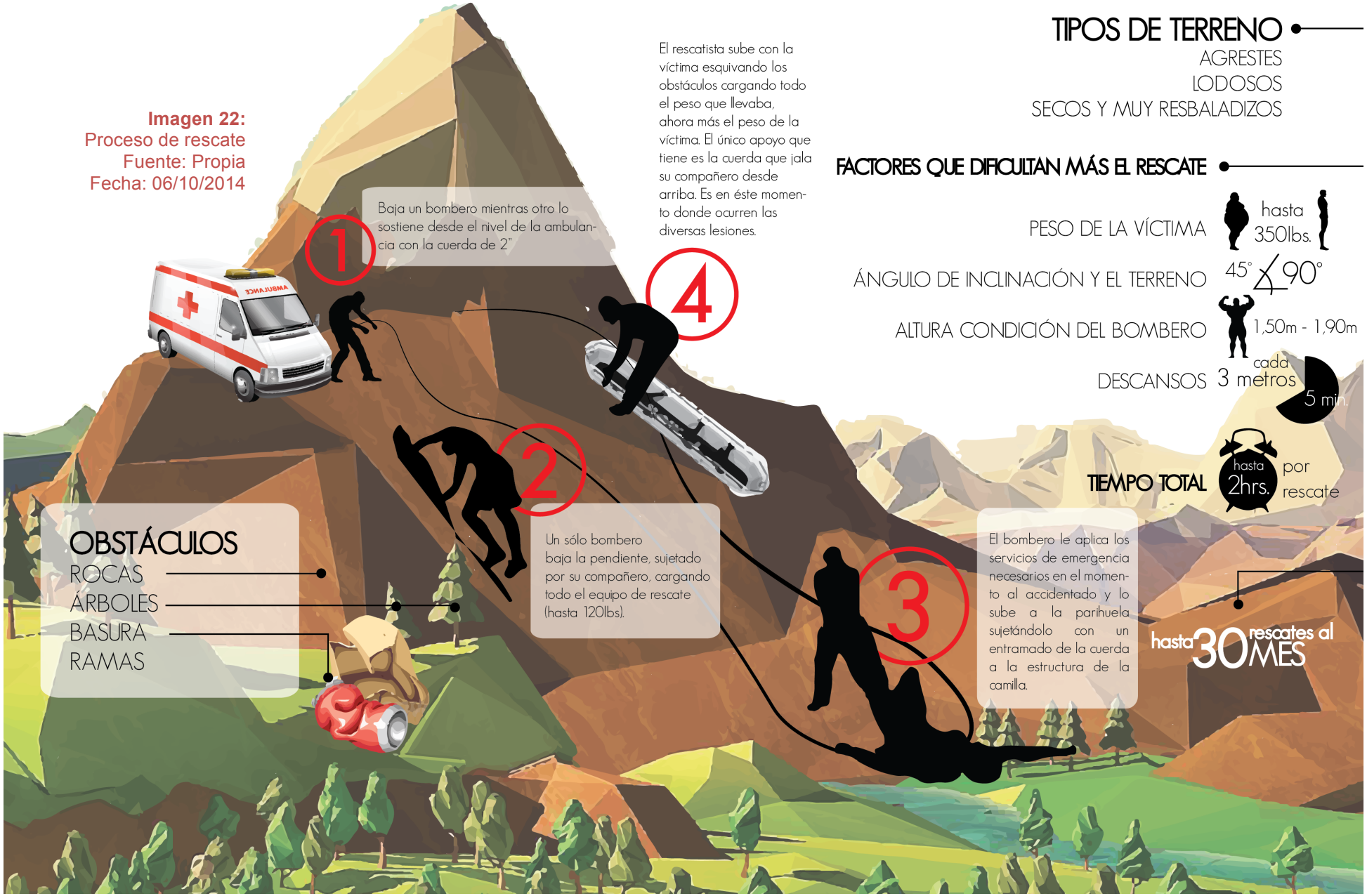
Imagen 21:
Detalles parihuelas actuales
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

2.4 Proceso de Rescate

Éste ha sido practicado de la misma manera a lo largo de los años, y adaptado a las herramientas y equipo de accesorios disponibles.

Es indispensable para los rescatistas hacer de dicho proceso una tarea eficiente, de corto tiempo, segura tanto para la víctima como para el bombero y sin errores.

Imagen 22:
Proceso de rescate
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014



En éstas imágenes se pueden apreciar cómo lucen los terrenos en los que trabajan los rescatistas. Como se puede observar, varían mucho entre sí, los obstáculos de la imagen 23 son elementos más naturales como árboles, hojas, poca visibilidad, etc. Mientras en la imagen 24 se observa basura, una inclinación más pronunciada, aridez, entre otros.



Imagen 23: Peña montañosa
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014



Imagen 24:
Barranco zona 5
Fuente: Recuperada de http://noticias.emisorasunidas.com/noticias/nacionales/localizan-cadaveres-tres-hombres-barranco-chinautla
Fecha: 06/10/2014

En las siguientes imágenes se muestra una pequeña secuencia de la preparación y el entramado de la cuerda que hace el bombero para asegurar a la víctima y a sí mismo.

El bombero en cuestión medía 1,85m de altura y tenía una complexión física fuerte.

Dicho proceso le toma al rescatista alrededor de 10 minutos en completar.









Imagen 25, 26, 27 y 28:
Secuencia de entramado de cuerda
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

2.5 Estudio de movimientos

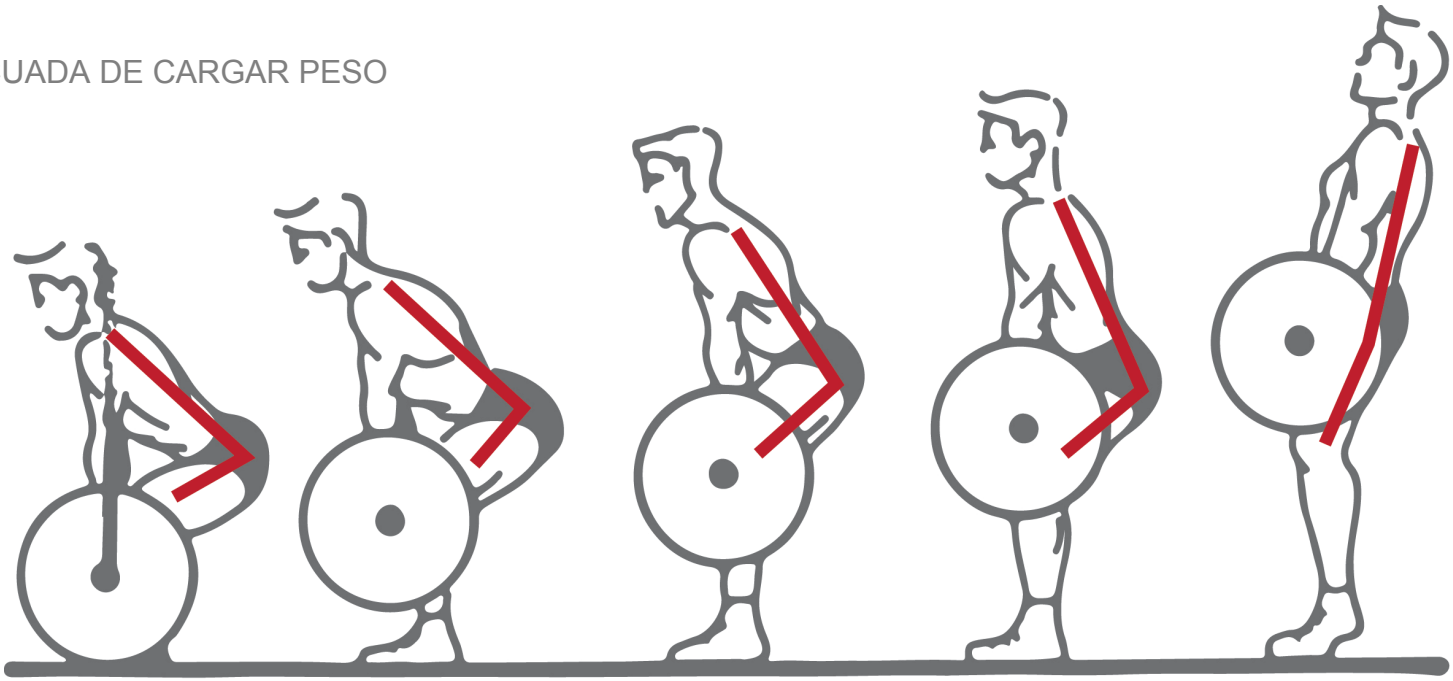
En el procedimiento de rescate descrito anteriormente se puede identificar que los rescatistas necesitan cargar pesos con gran esfuerzo físico.
Por ello se estudiará los tipos de movimientos correctos para cargar peso en dichas posiciones y los movimientos que realizan los Bomberos:

El peso máximo que una persona puede levantar esta determinado por su peso y masa muscular magra. Cuanto más músculo tenga el usuario, más peso soporta.
También influye la destreza y experiencia del bombero para realizar el rescate de mejor manera.

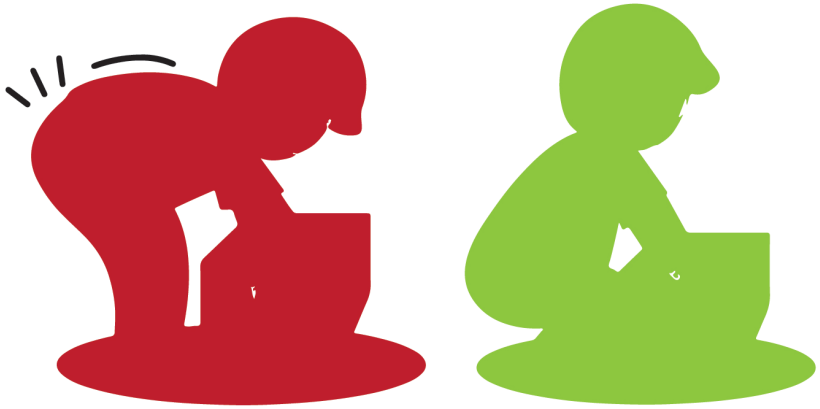
Según los manuales de fisioterapia y seguridad industrial, los hombres con una condición física fuerte, como en el caso de los bomberos deben ser capaces de levantar aprox. el 100% de su peso corporal. En el caso de una mujer, sería el 70% de su peso corporal.

A continuación se muestra una gráfica que ejemplifica las posiciones para cargar peso de manera correcta:

FORMA ADECUADA DE CARGAR PESO



Se mantiene la espalda recta en todo momento.



Forma incorrecta de levantar cualquier peso

Forma correcta

Esto es imposible de lograr, al momento de practicar un rescate, debido a que el bombero **debe trasladar el peso que carga hacia adelante manteniendo sus puntos de apoyo** (pies) en el mismo sitio, para cumplir con su servicio y lograr trasladar a la víctima. Ésto es ya de por sí, fisiológicamente dañino por la anatomía humana.

Imagen 29: Gráfica de la forma correcta de levantar peso
Fuente: Propia Fecha: 06/10/2014

A continuación se detallará el efecto que tiene sobre las vértebras cada uno de los movimientos de un rescate.



Imagen 30:
Estudio de movimientos 1 y 2
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

Imagen 31:
Estudio de movimientos 3 y 4
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014



Luego del etramado a la parihuela, el bombero se ata a sí mismo al final de la cuerda y se coloca en posición para comenzar a ascender.

5 min

El otro extremo lo sujeta el otro compañero bombero desde el vehículo de asistencia para ayudar a tirar desde ahí.

3

POSICIÓN 3

El bombero flexiona las rodillas y sujeta la parihuela con ambos brazos para proporcionar el primer esfuerzo en sentido vertical de la víctima, mientras su compañero tira de la cuerda desde lo alto para hacer avanzar a la víctima hacia el vehículo de asistencia.



85%
probabilidad de lesión con el disco presionado no uniformemente

4

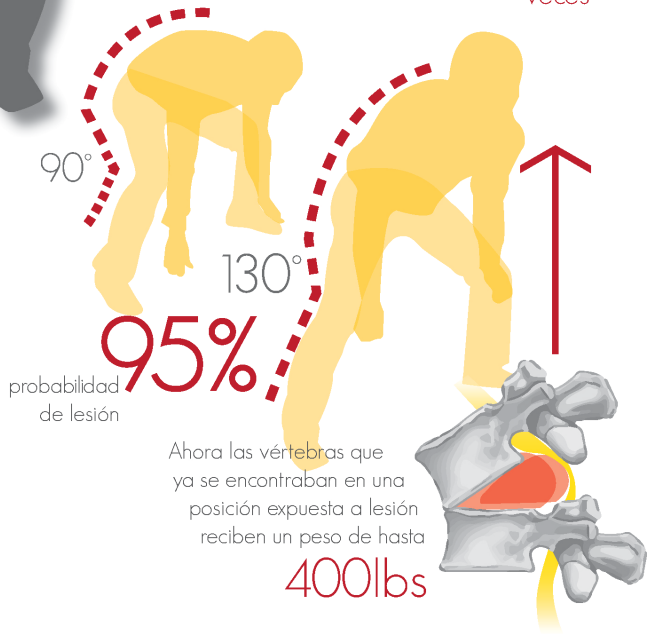
POSICIÓN 4

Elevación de la víctima desde el nivel de la cabeza aproximadamente unos 50cm del suelo dependiendo del largo de las piernas del bombero. Mientras más baja la estatura del rescatista, más difícil se le hace la tarea porque la parihuela le topa en la parte posterior de las piernas lastimándole.

este movimiento lo repetirá las veces necesarias hasta llegar al vehículo

50-200 veces

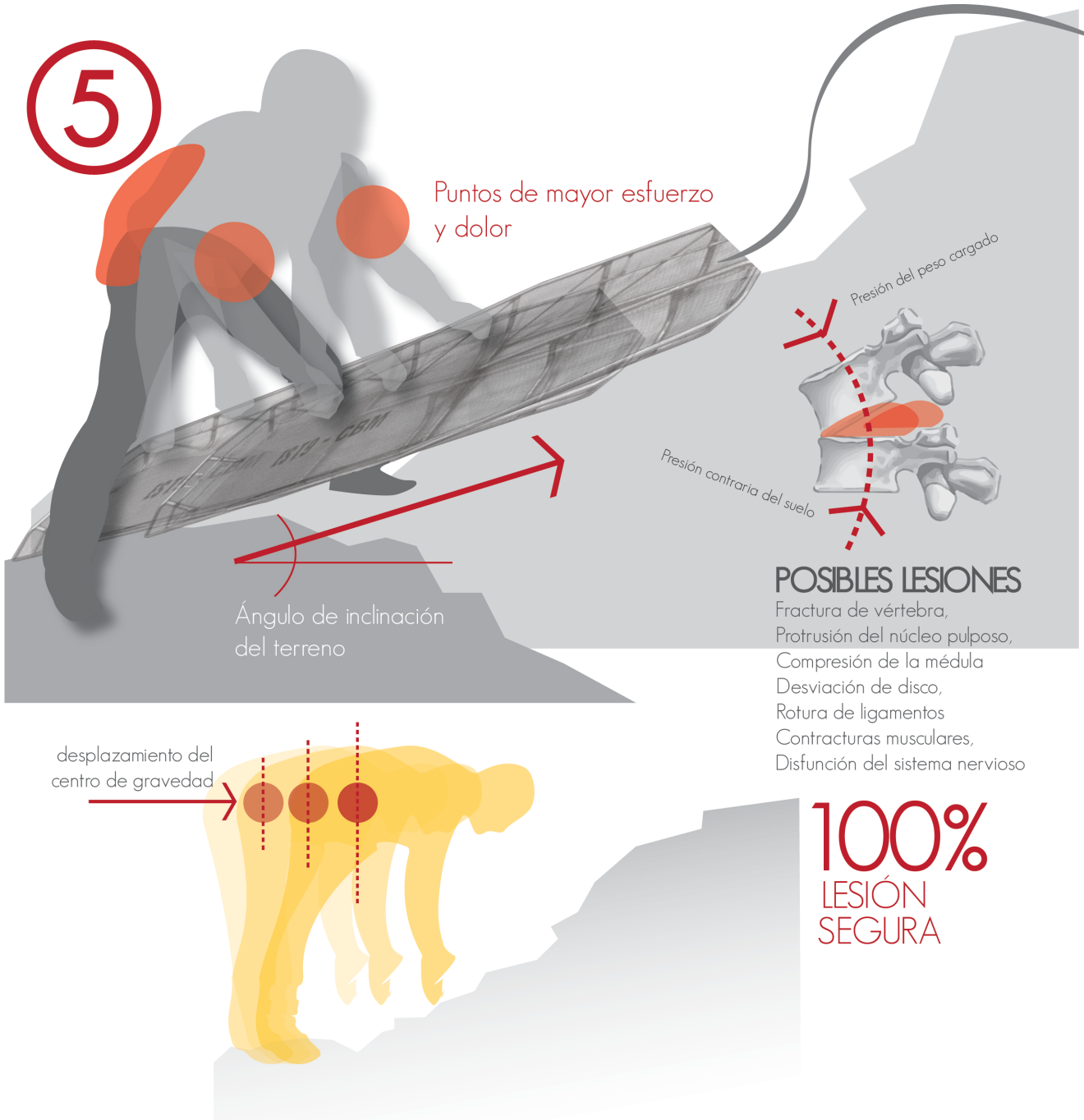




95%
probabilidad de lesión

Ahora las vértebras que ya se encontraban en una posición expuesta a lesión reciben un peso de hasta

400lbs



Esfuerzo asistido por el tirón del otro compañero junto al vehículo desde arriba

POSICIÓN 5

Es aquí donde ocurre la lesión segura.
El rescatista que tiene la parihuela levantada del suelo ahora la hace avanzar horizontalmente y también en un ángulo inclinado hacia arriba.
Su cintura y tronco sufre un sobre esfuerzo del área lumbosacra ya que su centro de gravedad es desplazado hacia adelante mientras que los pies (puntos de apoyo) se quedan en el mismo lugar por unos momentos hasta avanzar.

Al alejar la carga de hasta 400lbs. de peso del centro de gravedad el esfuerzo percibido también aumenta porque se forzan más los músculos y ligamentos del área lumbosacra.

Imagen 32:
Estudio de movimientos 5
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El mayor inconveniente se localizó en el paso número 5, en donde se aleja el peso, cargado con los brazos, del centro de gravedad del cuerpo, esforzando de sobre manera los músculos lumbosacros.

Es en éste punto donde el usuario tiene mayor riesgo desde lesión leve hasta grave en su columna vertebral.

El problema radica esencialmente en la postura incorrecta que se ve obligado a tomar al momento de movilizar un peso muy grande. Arriesgándose así, repetidamente en un corto tiempo, a sufrir lesiones.

En todo rescate ocurrirá esto al utilizar cualquier tipo de parihuela debido a la falta de personal, los pesos en cuestión y los escasos recursos del cuerpo de Bomberos Municipales que obligan al usuario a tomar posturas incorrectas y dañinas.

2.6 Fisiología Humana



Imagen 33: Fisioterapista
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

En los 20 años que tengo de tratar pacientes con problemas de columna, específicamente en el área lumbar, he atendido aproximádamente entre 15 y 20 bomberos de los cuales todos buscaron ayuda médica por dolores en la espalda baja (área lumbar), a causa de sobre esfuerzos y malas posiciones en el desempeño de rescates u otros oficios.

Dichos pacientes, que oscilan entre los 17 y 40 años, presentaban lesiones leves que se sanaban en 15 días hasta lesiones que necesitaron de intervención quirúrgica para extirpar un disco herniado.

El especialista explica que dicho problema radica en la evolución de la complexión de primate a humano, la cual quedó propensa a daños al cambiar de cuadrúpedo a bípedo.

* Para ver el vídeo de la entrevista ingresar al link: http://youtu.be/6irl449P8qs

Un primate, tiene 4 puntos de apoyo manteniendo así, una columna vertebral recta. En cambio, en la columna del hombre actual se encuentran 3 curvas: 2 lordosis[1] y una sifosis[2] que lo permiten mantenerse erguido.

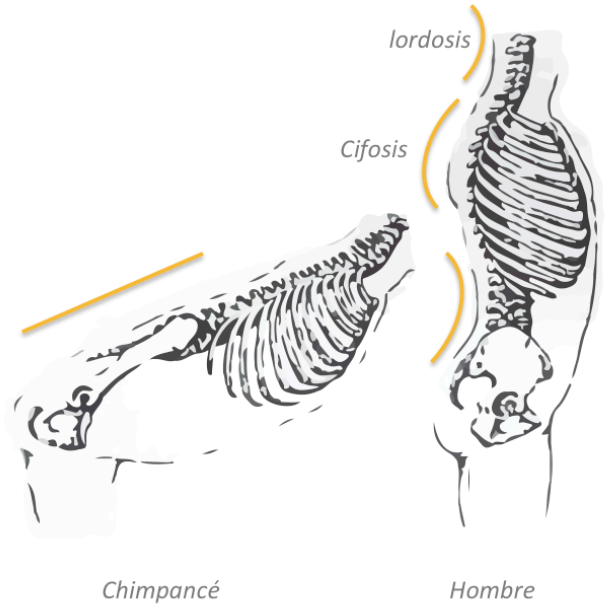


Imagen 34: Comparación curvas de un cuadrúpedo y un bípedo
Fuente: Propia Fecha: 06/10/2014

Al andar, el primate tiene un centro de gravedad más adelantado que el hombre, lo cual le permite tener más estabilidad y soportar más peso.

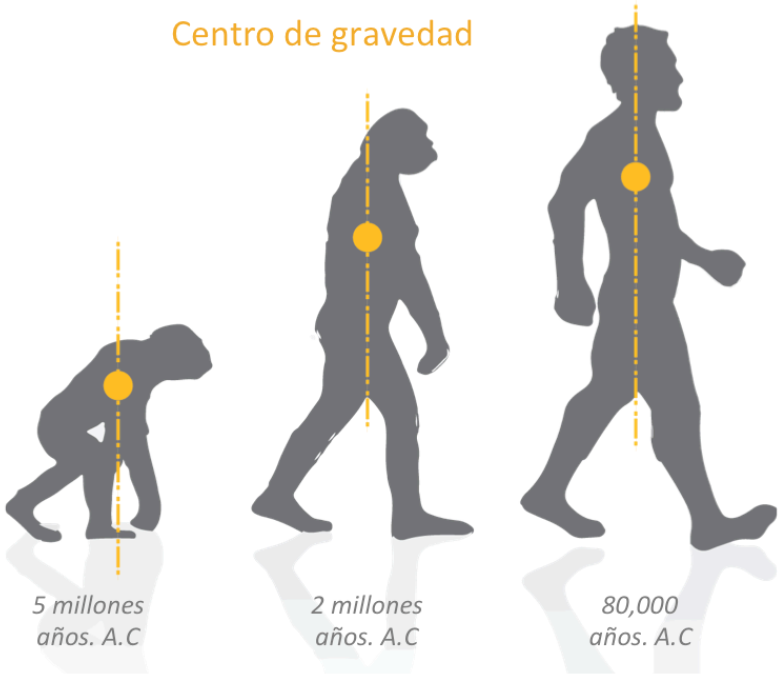


Imagen 35: Evolución del centro de gravedad en los humanos
Fuente: Propia Fecha: 06/10/2014

Con la evolución, dicho centro de gravedad en el hombre se traslado hacia atrás, lo cual le permitió erguirse y tener mayor agilidad pero perdió fuerza.

Con esto, la columna vertebral del hombre y su musculatura adquirió la característica de funcionar como un péndulo con base en la cadera, que estabiliza todo el peso de la parte superior del cuerpo.

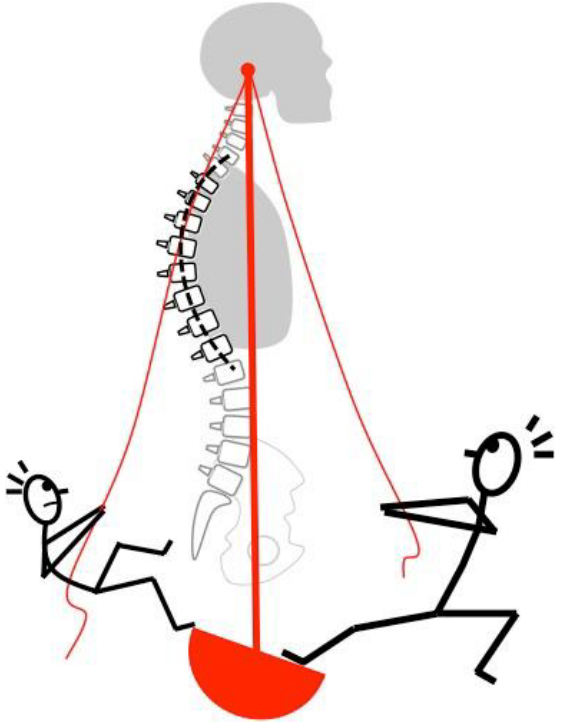


Imagen 36: Cadera funcionando como péndulo
Fuente: Recuperada de http://fisiomedit.com/como-prevenir-el-dolor-de-espalda-en-la-oficina/
Fecha: 06/10/2014

El área de la musculatura relacionada con este problema se llama “lumbosacra” (abarca las vértebras lumbares y el hueso sacro).

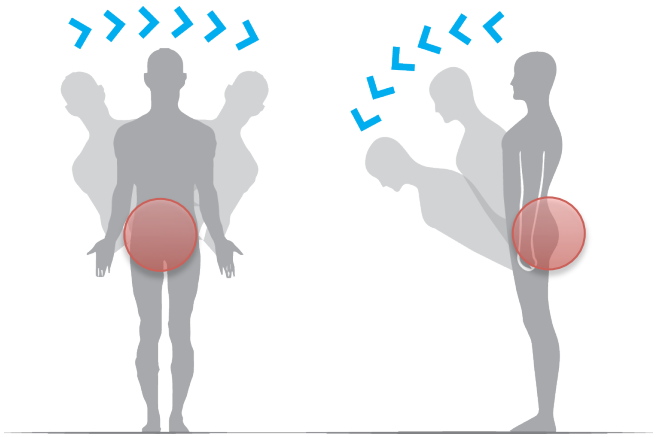


Imagen 37: Localización del área lumbosacra y los movimientos que permite realizar
Fuente: Propia
Fecha: 06/10/2014

La musculatura lumbar consta de dos cadenas musculares, una posterior y una anterior, por ende, al no tener una unión de huesos más que sólo en la columna vertebral, toda la presión y el peso que se ejerza en el tórax, recae directamente sobre dichos músculos en la base de la columna.

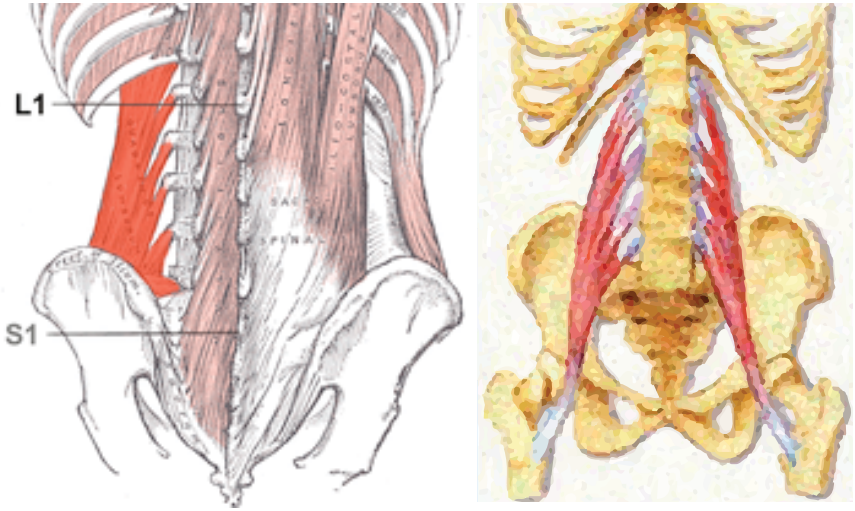


Imagen 38: Ligamentos y musculatura del área lumbosacra
Fuente: Recuperada de http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo_cuadrado_lumbar
Fecha: 06/10/2014

Además de músculos, en la misma área, el hombre posee ligamentos que soportan estos huesos. Éstos pueden ser variados, fuertes, de distintos tamaños y grosores.

Y por último, en el área lumbar también existen muchas raíces nerviosas. Por ende, son todos los elementos descritos los que están propensos a lesión cuando el hombre toma posiciones incorrectas o carga mucho peso.

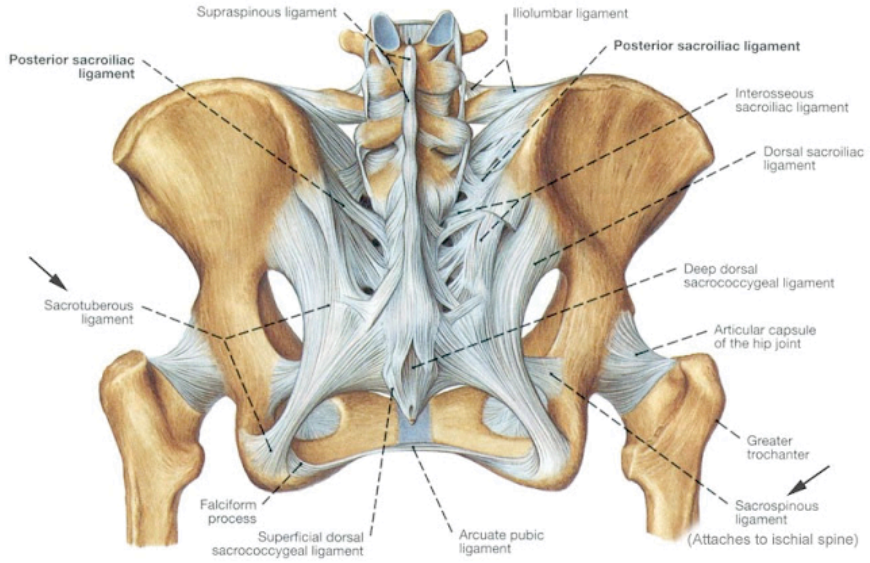


Imagen 39: Ligamentos entre las uniones de los huesos del área lumbosacra
Fuente: Recuperada de http://www.lastsite.ca/wp-content/uploads/2012/03/Screen-shot-2012-03-11-at-9.33.59-PM.jpg
Fecha: 06/10/2014

Las raíces nerviosas producen problemas como contracturas musculares[3] (lesión leve), inflamaciones o roturas de ligamentos[4] (lesión media), hasta una luxación vertebral[5] (lesión grave), los cuales presionan las raíces nerviosas y se complica mucho más la lesión.

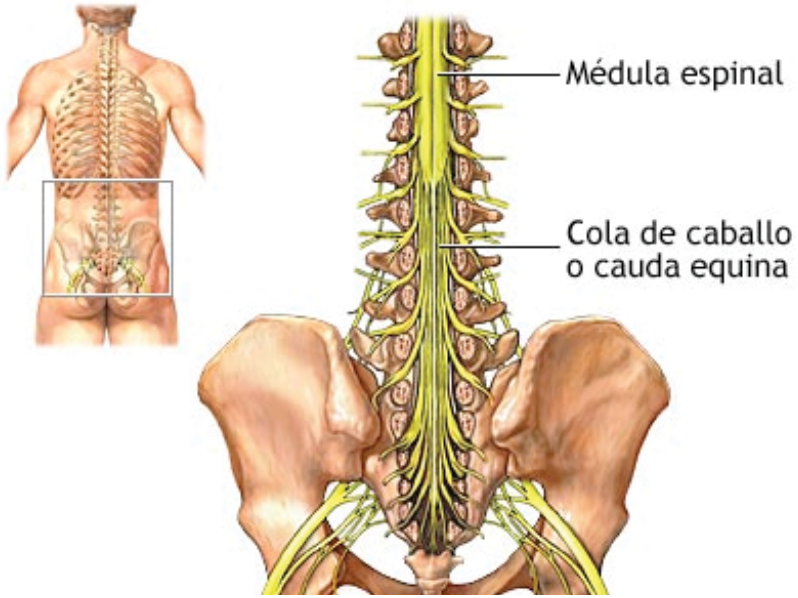


Imagen 40: Terminaciones nerviosas
Fuente: Recuperada de http://www.needgoo.com/sistema-nervioso-ii/
Fecha: 06/10/2014

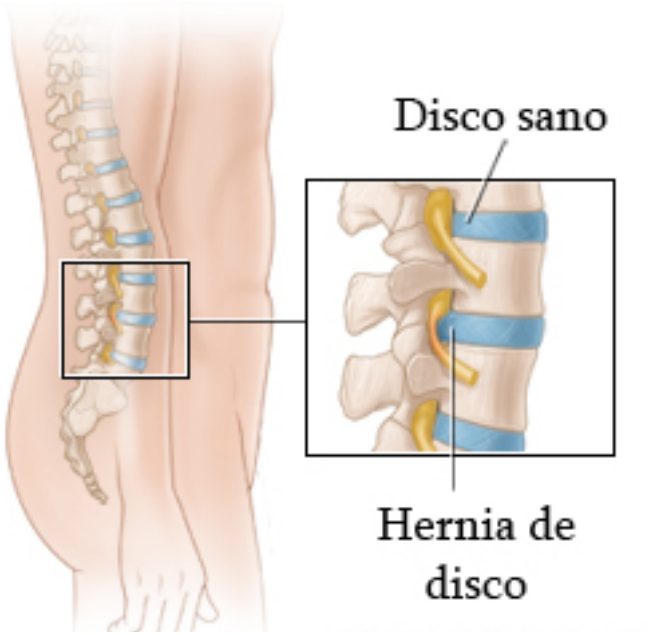


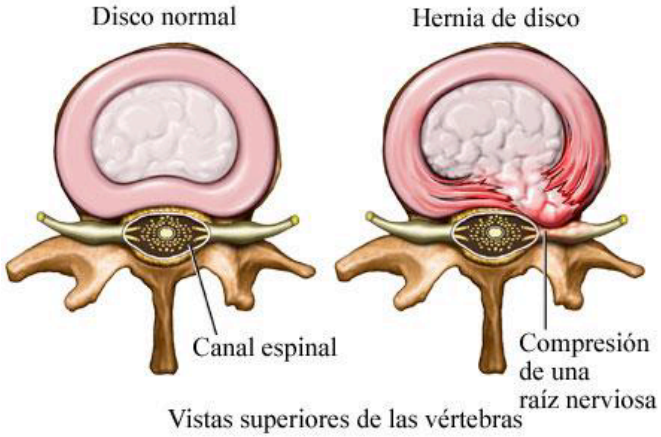
Imagen 41: Hernia de disco
Fuente: Recuperada de https://espanol.kaiserpermanente.org/health/care/
Fecha: 10/11/2014

En la costumbre general del ser humano, al cargar peso, se tiende a hacer el cuerpo hacia delante con las manos extendidas y ejercer fuerza. Ésta acción en específico es la que daña los ligamentos de la espalda baja[6] o área lumbosacra[7] y la columna vertebral[8]. En el caso de los Bomberos Municipales, éstos esfuerzos son muy frecuentes y obligatorios en el cumplimiento de sus tareas.

PROBLEMAS GRAVES

En el caso de un sobre esfuerzo con el cuerpo inclinado hacia adelante, como sucede con los bomberos en la utilización de la parihuela, pueden encontrarse desde ruptura de una vértebra en donde la compresión sobre ésta es tanta que la fractura, hasta un desplazamiento de vértebras ó una hernia de disco. Esto ocasiona síntomas como dolores punzantes en la columna vertebral, parálisis, inmovilización desde la cintura hacia los pies y adormecimiento de las extremidades.

Todos los efectos son incapacitantes y pueden llevar al miembro de bomberos a no poder ejercer su labor nunca más.



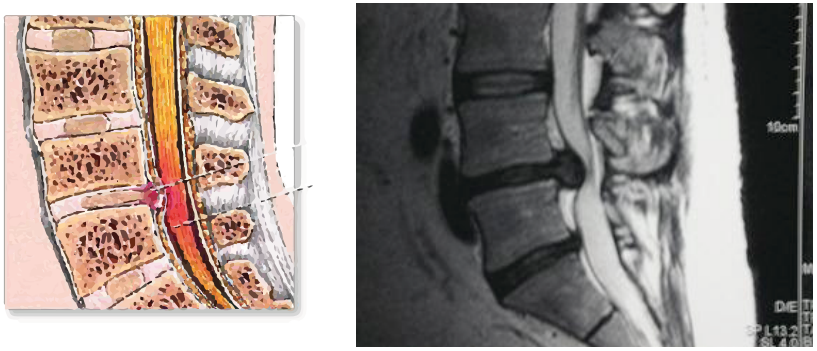


Imagen 42,43: Gráfico y radiografía de una protrusión del núcleo pulposo
Fuente: Clínica fisioterapia Dr. Carlos De León
Fecha: 10/11/2014

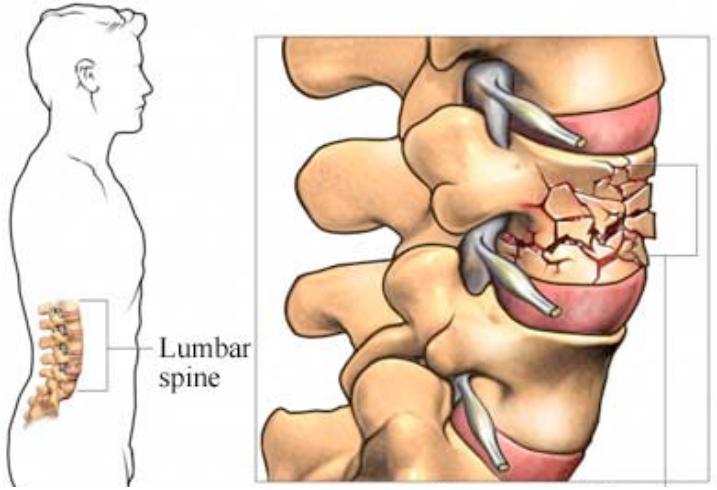


Imagen 44,45: Fractura de vértebra por presión
Fuente: Recuperada de http://operacion.de/hernia-discal/
Fecha: 10/11/2014

2.7 Perfil del Usuario

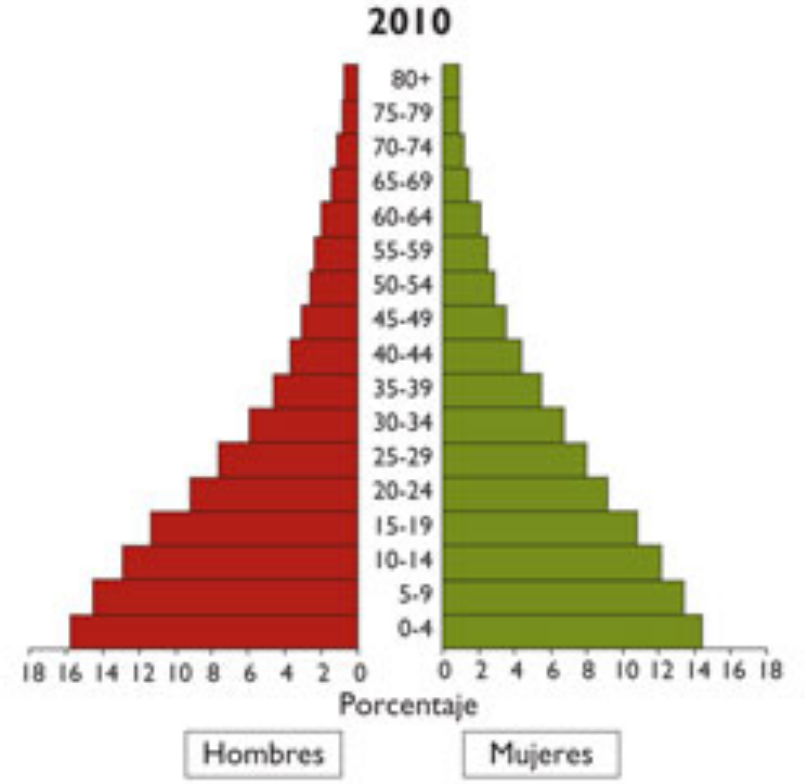
El cuerpo de bomberos esta constituido por un rango de personas muy amplio. Hombre y mujeres de segmentos sociales desde los más bajos hasta los más altos, con edades desde los 14 hasta los 65, de diferentes razas, culturas y costumbres. Aún así, gracias a la entrevista con el subdirector de la estación 9, Juan Pablo Poggio, se pudo encontrar algunos patrones en los individuos para catalogar un perfil general que se muestra a continuación.

El usuario primario de la solución a platear será el rescatista, en este caso, el bombero Municipal que esté de turno en la estación número 9. El elemento clave e indispensable de todo el procedimiento de rescate.
El usuario secundario será la víctima rescatada, perfil en el cual entran todas las personas habitantes de la ciudad de Guatemala, hombres y mujeres, sin discriminación, de todas las edades, tamaños, preferencias, niveles sociales, etc.

La asistencia de los bomberos es parte de un servicio público y gratuito que se aplica a toda la población.

Actualmente, la Ciudad de Guatemala cuenta con 1,022 millones de habitantes.
A continuación se muestran gráficas que engloban características de la población de la Ciudad de Guatemala.

La población aumentó 61.4% entre 1990 y 2010. En el 2010, se muestra un envejecimiento de la población y un descenso paulatino de la fecundidad y la mortalidad.



Gráfica 1: Cantidad de habitantes por edad
Fuente: OPS datos de ONU, revisión 2010, Nueva York 2011
Fecha: 15/05/2015

La siguientes gráficas muestra porcentajes del índice de masa corporal de los capitalinos. La mayoría se encuentra en sobrepeso.

Edad	Bajo Peso		Peso Normal		Sobrepeso		Obesidad		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
<-20	1	2.8	16	44.4	17	47.2	2	5.6	36	4.5
21-30	1	0.5	104	47.9	74	34.1	38	17.5	217	27.0
31-40	4	1.6	76	31.3	102	42.0	61	25.1	243	30.3
41-50	1	0.6	43	24.4	72	40.9	60	34.1	176	21.9
51->	0	0.0	31	23.7	53	40.5	47	35.9	131	16.3
Total	7	0.9	270	33.4	318	39.9	208	25.9	803	100.0

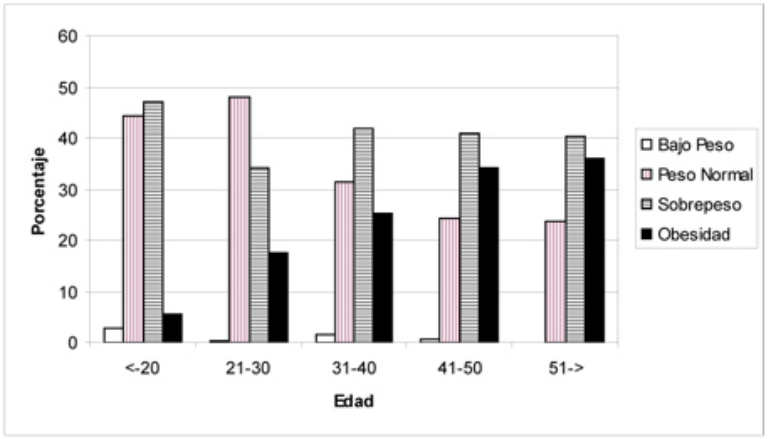


Tabla y gráfica 2: Distribución por edad índice de masa corporal en la Ciudad de Guatemala.
Fuente: Recuperado de http://www.fecasog.org/jm/index.php?option=com
Fecha: 15/05/2015

Imagen 47: Perfil del usuario secundario
Fuente: Propia
Fecha: 10/11/2014



2.8 Necesidad

No existe en el mercado ningún tipo de accesorio que permita al rescatista realizar manualmente un rescate con parihuela sin tanto esfuerzo mientras disminuye los riesgos de lesionarse la espalda baja y que brinde seguridad tanto al usuario como a la víctima durante todo el proceso del rescate.

Además, el cliente en cuestión cuenta actualmente con escasos recursos y un equipo de accesorios anticuado y en mal estado para el desempeño de dicha labor.

El presupuesto del cliente propuesto por el subdirector de la estación para una solución que mejore dicha tarea es de aproximadamente Q2,500.00 por unidad.

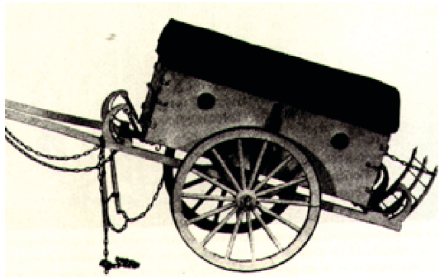
2.9 Análisis Retrospectivo

Los medios de traslado de víctimas en casos de emergencia desde el punto del accidente hasta el centro de ayuda más cercano que han sido utilizados a través de los años ha ido evolucionando. A continuación se muestra una línea del tiempo que expone los cambios y mejoras de dichos medios desde sus inicios hasta la actualidad.

Del análisis de ésta línea del tiempo, se puede concluir que siempre ha sido indispensable una herramienta para el transporte de personas que por diversas causas son incapaces de movilizarse por sí solas hacia un lugar donde puedan ser auxiliadas.
Desde la camilla propuesta en el siglo X, hasta la del siglo XX, el rescatista se desentendía del peso durante el traslado de las víctimas, ya que era asistido por un caballo u otro animal de fuerza.
Pero mientras fue pasando el tiempo, el rescatista se vio obligado a adentrarse en sitios donde el acceso a un animal grande era imposible para socorrer a una víctima.
Esto conllevo a rediseñar la camilla para que fuera del menor peso y tamaño posibles. Mas sin embargo, requería que el rescatista realizara el esfuerzo físico que antes se lo endosaba al animal de carga. Dicho esfuerzo está por encima de la capacidad de muchas personas.

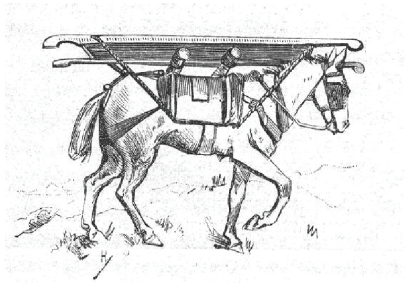
En la actualidad se cuentan con muchas versiones de camillas (parihuelas) para facilitarle ese esfuerzo al rescatista. Pero a pesar de los diseños cada vez más mejorados, ergonómicos, de materiales livianos y dimensiones pequeñas, el usuario aún se ve impuesto a realizar sobreesfuerzos ya que la tarea del vencimiento de la fuerza de la gravedad para poder movilizar un objeto de un lugar a otro bajo éstas circunstancias, aún no ha podido ser sustituida.

siglo X



Camillas o primeras ambulancias que consistían en una hamaca jalada por caballos utilizado por primera vez en las guerras de los anglosajones.

variaciones de ambas hasta el siglo XX



Camilla / ambulancia que se utilizó en las cruzadas y guerras antiguas.
Consistía en una estructura de madera sobre un caballo que transportaría al herido hasta el hospital más cercano.

1861



En la Guerra Civil Americana se registran camillas que consistían en dos palos de madera con algún soporte y una lona tensada en medio.

2014



En la actualidad existen nuevos modelos de distinta cantidad de materiales para adaptarse a todo tipo de necesidad, circunstancia, accidente, locación, entre muchos otros factores.

Imagen 48: Línea del tiempo de medios de traslado de víctimas
Fuente: Propia
Fecha: 10/11/2014

2.10 Análisis de Soluciones Existentes

Para analizar óptimamente las posibles soluciones a dicha necesidad se realizó una matriz que cataloga cada técnica existente en dos factores decisivos:

1. Si corrige o no la postura al momento de realizar el rescate.
2. Si es lo suficientemente accesible o no para los escasos recursos de los Bomberos Municipales de Guatemala.

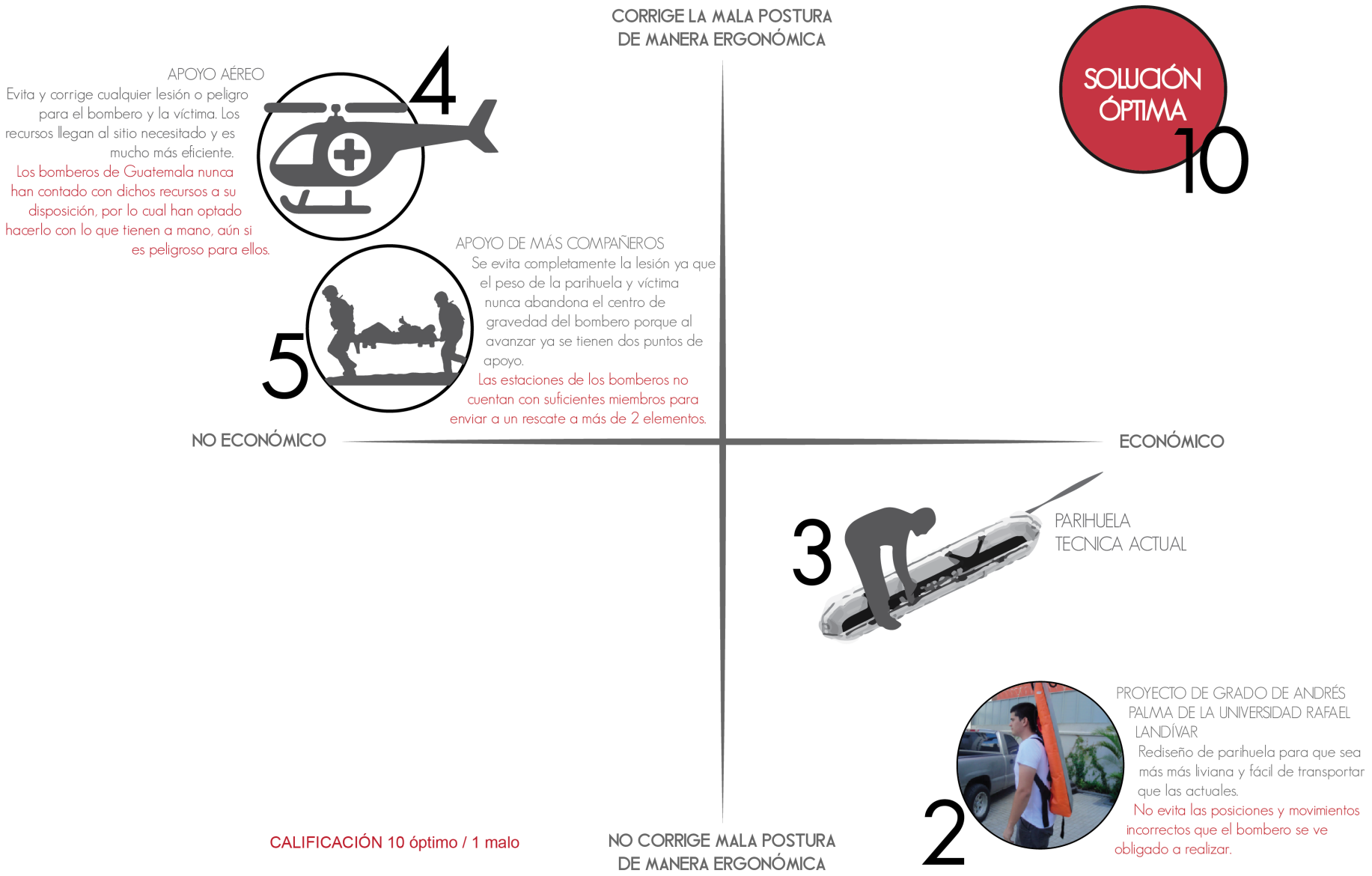


Imagen 49: Matriz de soluciones para corregir posturas incorrectas
Fuente: Propia
Fecha: 10/11/2014

2.11 Análisis Prospectivo

La industria de fabricación de herramientas y accesorios para asistencia en caso de catástrofes naturales, accidentes, enfermedades, etc. está en auge, debido al afán de tener más seguridad en cualquier situación, ya sea en el hogar, en deportes extremos, tránsito, salud, etc.
Por lo tanto, se pueden observar grandes propuestas en éste ámbito como las que se muestran a continuación.

Del análisis de dichas tendencias se puede concluir que las creaciones e innovaciones en éste campo probablemente resolverán necesidades que hasta ahora se consideran irreparables. Se salvaran muchísimas vidas en lapsos de tiempo más cortos, se evitarán accidentes, y se podrá auxiliar a personas en peligro sin requerir mayor entrenamiento y sin esperar hasta que alguien capacitado llegue a la escena.

XITUS ESCALERA

Escalera que permite sujetarse al borde de la ventana sólidamente mientras la persona en peligro desciende por fuera del edificio hasta un nivel seguro.

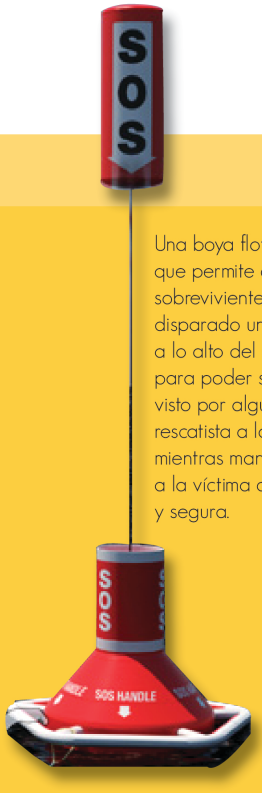


CHALECO CORE



Un chaleco que está monitoreando constantemente el estado y signos vitales generales del paciente en todo momento.

SOS ROCKET



Una boya flotante que permite a un sobreviviente lanzar disparado un SOS a lo alto del cielo para poder ser visto por algún rescatista a lo lejos, mientras mantiene a la víctima a flote y segura.

EXTINGUIDORES

Un extinguidor que provee al usuario de luz, aire limpio, material extinguidor y capacidad para comunicarse.





Otro extinguidor que permite al usuario transportarlo tan rápido como desee gracias a su rueda y extender la manguera extinguidora flexible hasta donde se requiera.

Imagen 50:
Compilación de diseños innovadores para emergencias
Fuente:
http://www.yankodesign.com/
Fecha: 10/11/2014

3. Diseño Industrial

3.1 Diseño centrado en el usuario

Ésta filosofía es esencial para el presente proyecto ya que cada aspecto que se desarrolle debe tomar en cuenta como prioridad al rescatista para su éxito.

Esto se logra con la complementación de disciplinas (médica y mecánica en éste caso) y utilizando los procesos de dicha filosofía. Como por ejemplo, el conocer a fondo a los Bomberos Municipales con investigaciones cualitativas y cuantitativas, ajustar el diseño a las capacidades del rescatista, sus expectativas y motivaciones y por último poniendo la solución a prueba con usuarios voluntarios para validarla.

3.2 Semiótica

La semiótica (o semiología) “es la ciencia que estudia los sistemas de signos, códigos, señales, etc.” (Guirard. 1988. p.7) El padre de esta rama, Ferdinand de Saussure la definía como “la ciencia que estudia la vida de los signos en el seno social.” (Según Guirard p.7.)

El signo es cualquier mensaje que comunica una idea entre un emisor y un receptor. El medio por el cual se transmite este mensaje puede ser tangible o intangible. El receptor utiliza dos elementos para descifrar el mensaje, el referente (idea preconcebida) y el código (leguaje).

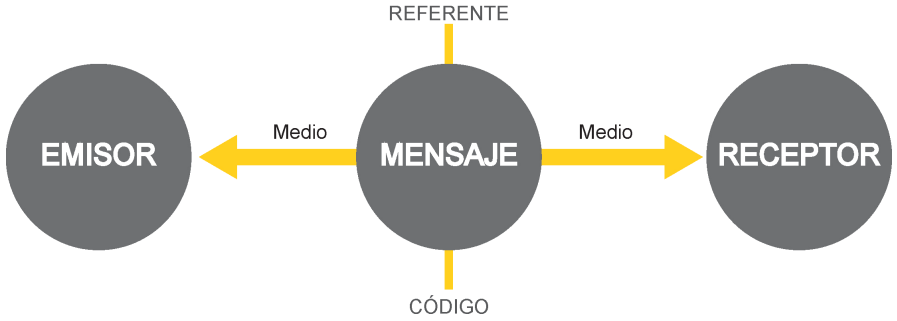


Imagen 60: Diagrama de la comunicación a través del signo
Fuente: La Semiología (Guirard 1988)
Fecha: 22/04/201

En el caso del diseño industrial, el emisor del mensaje es el objeto. El propósito del modelo de solución es que cree una identificación con el rescatista por medio del color verde limón de la Municipalidad de Guatemala y el logo de los Bomberos Municipales.

Al hacerlo distinto a otros objetos dentro del equipo de bomberos permite también al usuario identificarlo más rápidamente y ahorrar tiempo valioso en caso de emergencia. Asimismo facilita su rápida localización con luces intermitentes roja (por su relación con el peligro) y blanca (por su rápida identificación), dentro de los distintos escenarios y entornos en caso de extravío en vegetación densa.

Debe tener instrucciones de uso visibles con signos de peligro si lo hay, contraindicaciones si tiene alguna y formas de uso con siluetas simples.

3.3 Ergonomía

Disciplina que estudia las relaciones que se establecen recíprocamente entre el usuario y los objetos de uso al desempeñar una actividad cualquiera en un entorno definido. Trinomio como base para el diseño ergonómico.

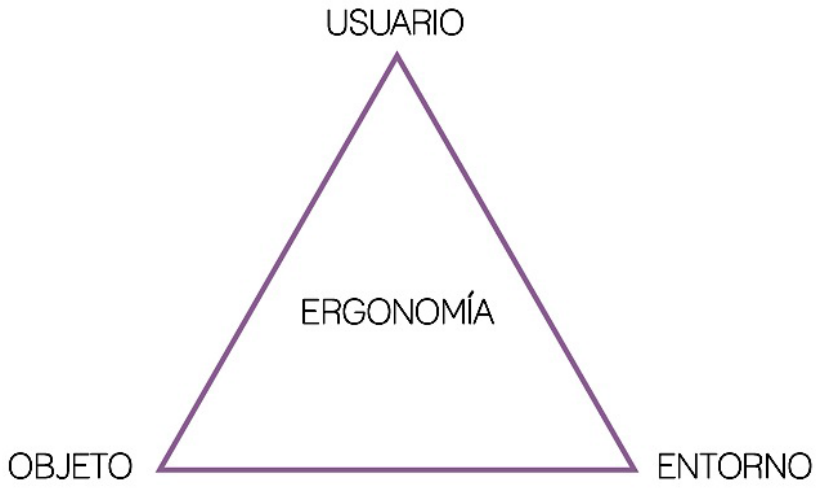


Imagen 51: Trinomio de la Ergonomía
Fuente: Ergonomía para el Diseño (Flores, 2001)
Fecha: 10/11/2014

Para aplicar correctamente la ergonomía dentro del diseño de una solución para el proceso de rescate de los Bomberos Municipales, se deben tener en mente los siguientes factores:

Riesgo para el usuario:
• Posiciones
• Movimientos
• Sobre esfuerzos de pesos grandes
• Repetición de acciones

Dificultades presentadas por el objeto:
• Dificultad de uso
• Seguridad
• Materiales y acabados.

Limitantes del entorno:
• Espacio reducido
• Obstáculos, inclinación y tipo de terreno
• Pesos

La dificultad durante el procedimiento de rescate se debe en gran parte al esfuerzo que requiere soportar grandes pesos, a la fricción del suelo contra la parihuela, el tipo de terreno e inclinación del mismo y los obstáculos que pueden encontrar.
Es necesario identificar las posiciones y movimientos alarmantes durante este proceso para corregirlos.

A continuación, se establecerán los ángulos correctos que debe mantener el usuario al momento de realizar un rescate. Dichos datos se fundamentan en las regulaciones de las tablas RULA y REBA.

CUELLO

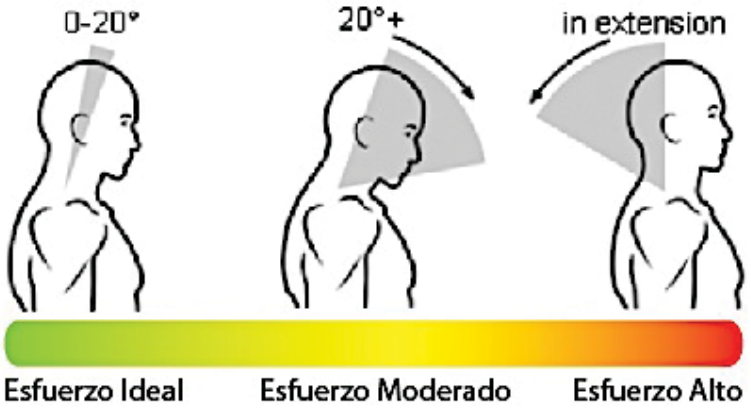


Imagen 52: Esfuerzo en el cuello
Fuente: Tablas RULA y REBA
Fecha: 22/04/201

El rescatista debe poder inclinar hacia delante la cabeza entre 0º a 20º durante todo el proceso del rescate.

PIERNAS

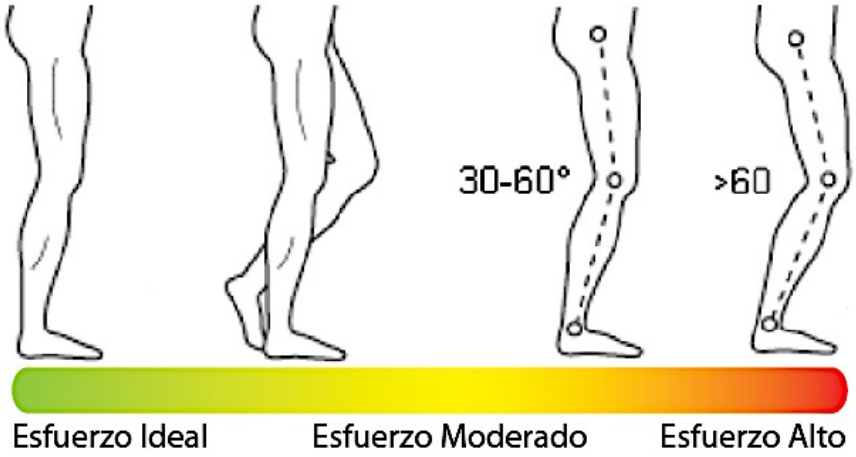


Imagen 53: Esfuerzo en las piernas
Fuente: Tablas RULA y REBA
Fecha: 22/04/201

Debe mantener las rodillas rectas o dobladas hasta 60° mientras avanza.

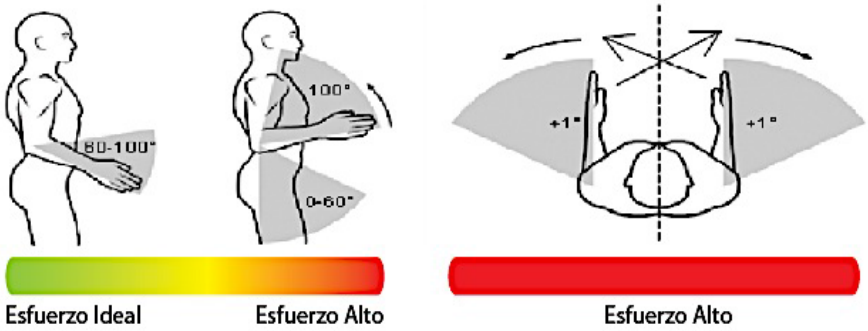
TORSO



Imagen 54: Esfuerzo en el torso
Fuente: Tablas RULA y REBA
Fecha: 22/04/201

Para lograr una óptima posición durante el rescate, el ángulo de su torso inclinado hacia delante debe ser idealmente entre 20º como mínimo a 60º como máximo.

BRAZOS



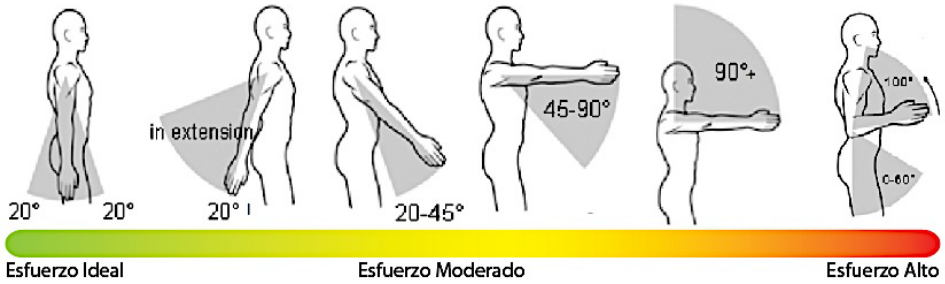


Imagen 55: Esfuerzo en los brazos
Fuente: Tablas RULA y REBA
Fecha: 22/04/201

Los brazos del rescatista que soportan gran peso no debe sobre pasar de 60º a 100º con relación al codo, ni extenderse más de +20º a -20º con relación al tronco. Lo cual, actualmente, no se cumple.

Los movimientos de soportar peso con los brazos extendidos, es la parte del proceso donde ocurren las lesiones. Esto sucede porque se crea un estilo de palanca con los brazos desde los hombros hasta las manos, la cual debe ser soportada por la musculatura lumbar.

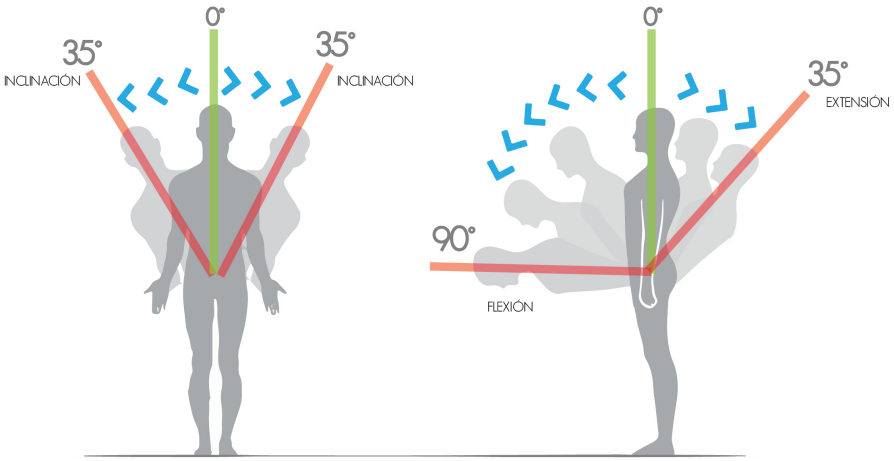
MUÑECA



Imagen 56: Esfuerzo en la muñeca
Fuente: Tablas RULA y REBA
Fecha: 22/04/201

La muñeca no debe tomar ángulos mayores de 15º mientras se manipula la parihuela sujetando el peso y esquivando los obstáculos.

RANGOS ESTÁNDARES DE MOVIMIENTOS NORMALES LUMBARES



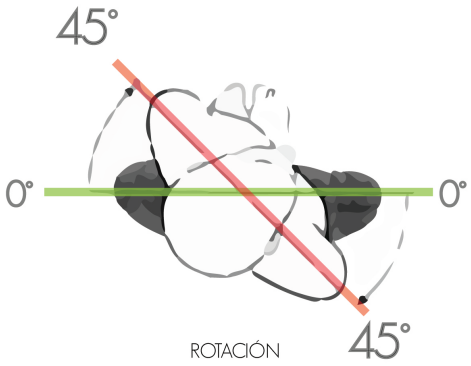


Imagen 57: Límites de movimientos lumbares
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

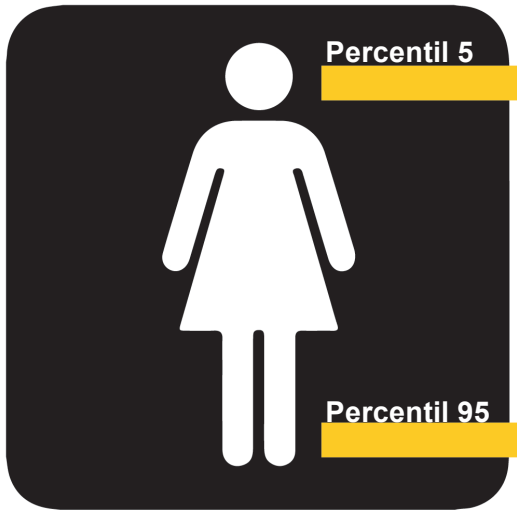
Por último, los rescatistas no deben llegar a ángulos de inclinación de la cintura a más de 35º ni a rotaciones mayores de 45º para mantenerse libres de lesiones.

3.4 Análisis Antropométrico

La antropometría es la ciencia que estudia la estática y dinámica del cuerpo humano, para identificar las diferencias entre cada uno. Las medidas dadas por el estudio antropométrico ayudan a hacer factible una solución que se adapte a los Bomberos Municipales de Guatemala. Para esto es necesario las medidas de partes específicas del cuerpo. Entre las medidas a tomar se encuentran:

Altura, distancia de hombro a cabeza, ancho de hombros, distancia entre cabeza y coxis, ancho de caderas, distancia entre cabeza y cintura y la distancia de la pierna completa.

Se tomaron medidas de 29 personas del área capitalina, logrando obtener el percentil 5 y 95.



No.	edad	altura (metros)	largo brazos	perímetro hombros	cabeza a cóxis	perímetro cintura	perímetro piernas	largo pies	hombros a cabeza
1	19	1.49	61	98	87	79	44	5	25
2	20	1.51	62	99	88	84	49	5	26
3	22	1.54	64	103	88	86	50	6	27
4	23	1.56	64	103	89	87	50	7	28
5	23	1.56	66	104	90	89	51	7	28
6	25	1.56	67	105.5	90	91	53	7	28
7	30	1.58	67	108.5	91	92	55	7	29
8	30	1.62	67	111.5	92	92	55	8	29
9	31	1.63	67	115	92	93	56	8	30
10	46	1.65	68	116	92	97	58	8.5	30
11	51	1.65	70	117	92	98	63	8.5	30
12	53	1.66	70	117.5	92	100	66	9	31
13	56	1.67	73	118	93	102	66	9	31
14	64	1.69	74	118	94	109	69	9	32

No.	edad	altura (metros)	largo brazos	perímetro hombros	cabeza a cóxis	perímetro cintura	perímetro piernas	largo pies	hombros a cabeza
1	16	1.47	60	99	83	72	47	8	25
2	21	1.59	62	99	85	79	56	9	25
3	21	1.61	65	108	90	80	58	9	25
4	21	1.63	67	109	93	84	59	9	26
5	23	1.65	68	110	93	84	60	9	27
6	23	1.67	68	110	95	85	63	9	28
7	24	1.71	69	112	95	85	64	10	28
8	26	1.73	70	113	95	89	64	10	28
9	30	1.74	70	113	98	91	65	10.5	29
10	32	1.75	73	115	100	93	65	10.5	30
11	34	1.76	76	118	100	94	66	10.5	30
12	34	1.76	77	120	101	105	66	11	30
13	35	1.84	78	122	102	105	69	11	30
14	50	1.86	81	128	106	106	70	11.5	30
15	65	1.89	83	129	110	106	75	13	31

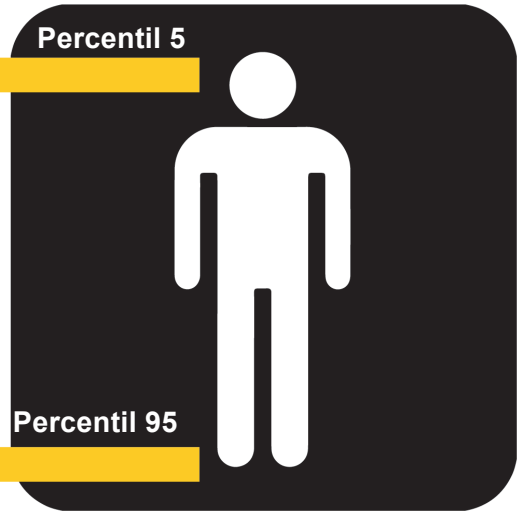


Imagen 58: Tabla antropométrica
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

Gráfica concluyente de percentiles a utilizar: Percentiles desde el 5 al 95.

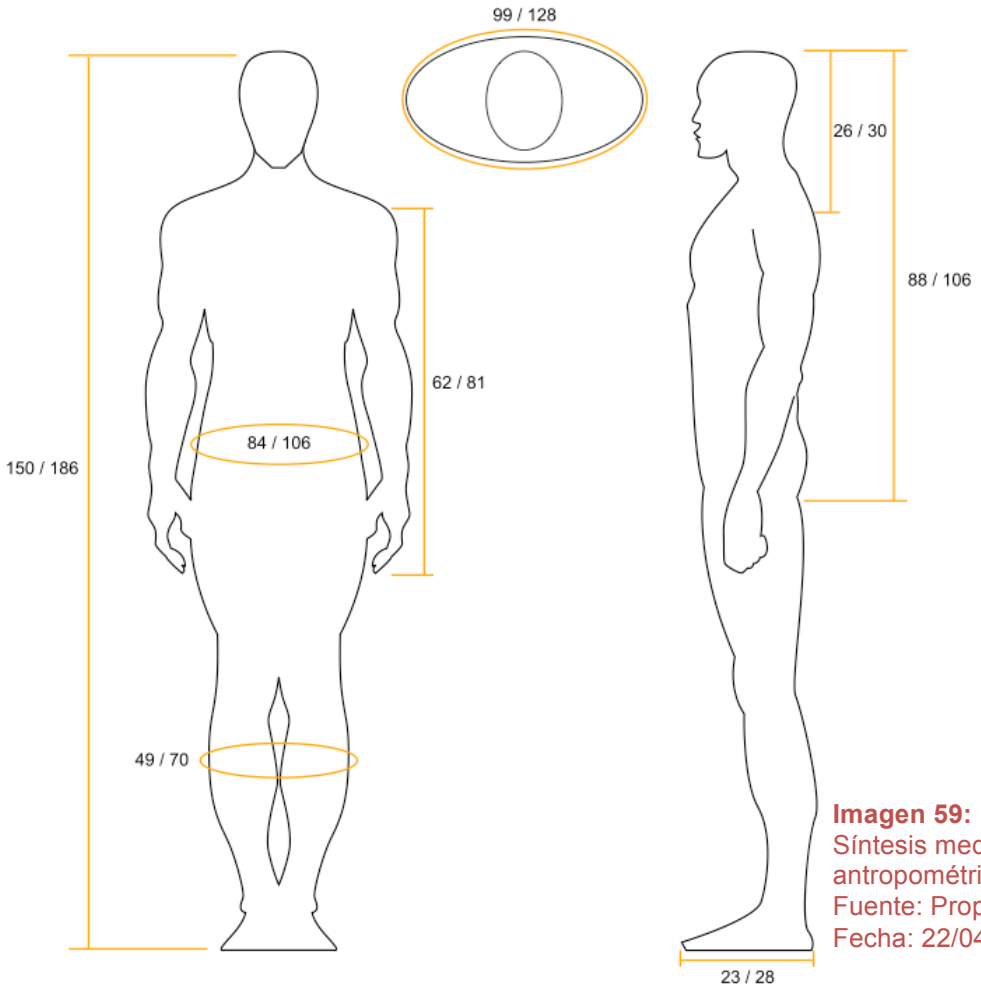


Imagen 59:
Síntesis medidas antropométricas
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

Según J. A. Roebuck Jr. (Como se cita en Panero y Zelnik p.34) el percentil "expresa el porcentaje de personas pertenecientes a una población que tienen una dimensión corporal de cierta medida o menor."

Se utilizarán dichos percentiles (5 y 95) debido al rango tan amplio de características físicas de los miembros del equipo de rescatistas del cuerpo de Bomberos Municipales. Por ello, se tomó uno de los percentiles más bajos (5 de mujer) hasta uno de los más altos (95 de hombre) y abarcar así a la mayor cantidad de usuarios posibles.

3.5 Seguridad industrial

Nos encontramos con el hecho de que seguridad emana del vocablo en latín *"securitas*" que puede definirse como "cualidad de estar sin cuidado". Mientras, industrial procede del latín industria que se traduce como "*laboriosidad"* y que está conformado por la unión del prefijo indu-, el verbo struo que es sinónimo de "construir" y el sufijo –ia que indica cualidad.

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

Dichos peligros inherentes fueron detectados a través de la presente investigación en la tarea de rescate del bombero y los principales aspectos de la seguridad industrial a tomar en cuenta, se reflejarán al momento de diseñar la solución.

Los aspectos principales son:

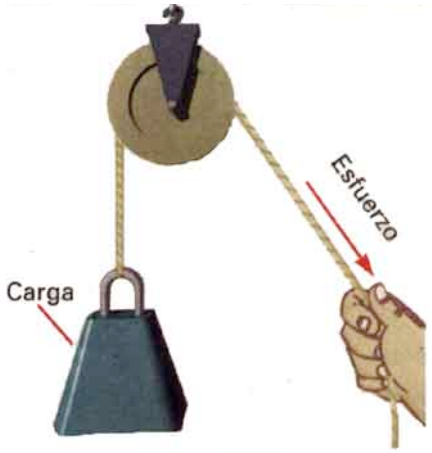
- Protección a los trabajadores (equipo de accesorios necesario para los bomberos)
- Implementación de controles técnicos (correcta instrucción del desempeño de la tarea)

3.6 Mecanismos

Son a los dispositivos o conjuntos de sólidos resistentes que reciben una energía de entrada y, a través de un sistema de transmisión y transformación de movimientos, realizan un trabajo. Para el presente proyecto se utilizarán mecanismos que permitan alivianar pesos y tener ventajas mecánicas para facilitar la tarea del rescatista.

POLEA

Mecanismo para mover o levantar cosas pesadas que consiste en una rueda suspendida, que gira alrededor de un eje, con un canal o garganta en su borde por donde se hace pasar una cuerda o cadena. Será útil para la propuesta de solución de manera que ayude a reducir el peso que debe soportar el rescatista de la parihuela más la víctima. Cada polea utilizada en un mecanismo reduce la mitad del peso a cargar.



Polea simple.

Imagen 61: Polea simple
Fuente: http://tuescuela.wikispaces.com/
Fecha: 22/04/201

POLIPASTO

También llamado aparejo, es una máquina compuesta por dos o más poleas y una cuerda, cable o cadena que alternativamente va pasando por las diversas gargantas de cada una de aquellas. Se utiliza para levantar o mover una carga con una gran ventaja mecánica, porque se necesita aplicar una fuerza mucho menor que el peso que hay que mover.

Se utilizan en una amplia variedad de industrias especialmente en las cadenas de producción. También se les encuentra en talleres automotrices, aeronáuticas, domésticos, etc.

Por ende, se utilizará en la solución para reducir aún más el esfuerzo.

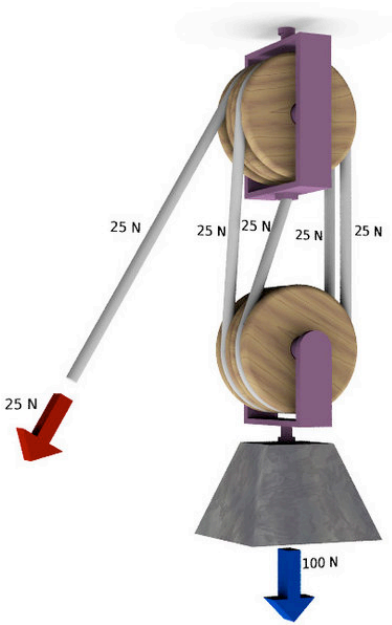


Imagen 61.1: Polipasto
Fuente:
http://es.wikipedia.org/wiki/Polipasto
Fecha: 22/04/201

En este tipo de sistemas en donde se involucran más de una polea se puede jugar con la proporción de dichas poleas haciendo unas de un diámetro mayor o menor para aumentar así la ventaja mecánica en proporción a los tamaños que se le den. De manera que si se utiliza un polipasto de dos poleas, con una polea de 6cm de diámetro y otra exactamente del doble de tamaño siendo de 12cm de diámetro, la proporción de ½ en el tamaño hace que la ventaja se multiplique también el doble.

Por ende, si una polea ya reducía la mitad del peso, un polipasto con éste juego de proporciones entre las poleas reducirá ¼ el peso a cargar.

Y para la solución se proponen 4 de estos polipastos, lo cual reducirá el esfuerzo hasta a 1/16 del peso a cargar.

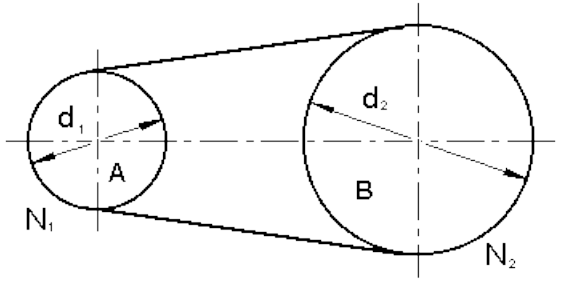


Imagen 61.2: Proporción de diámetros
Fuente: http://polamalu.50webs.com
Fecha: 22/04/201

TRINQUETE

Es un mecanismo que permite a un engranaje girar hacia un lado, pero le impide hacerlo en sentido contrario, ya que lo traba con dientes en forma de sierra. Permite que los mecanismos no se rompan al girar al revés. Si se tendrán poleas que serán alimentadas por cuerdas, la propuesta de solución también necesitará un sistema de frenado para dichas cuerdas que evite que el rescatista y la víctima caigan por gravedad.

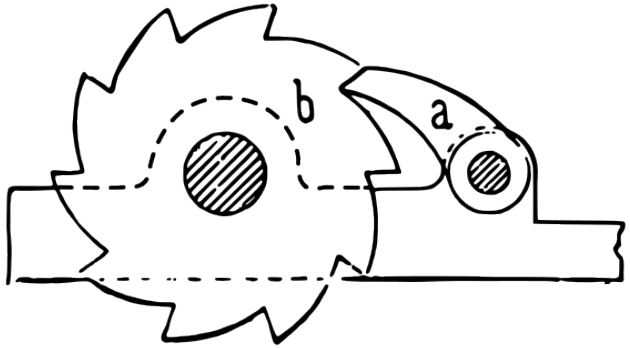


Imagen 62: Trinquete
Fuente: Recuperada de
http://es.wikipedia.org/wiki/Trinquete_(mec%C3%A1nica)
Fecha: 22/04/201

RESORTES

Operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido.

Se fabrican de acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo-silicio, cromo-vanadio, bronces, plástico, entre otros, que presentan propiedades elásticas y con una gran diversidad de formas y dimensiones.

Utilizado en la propuesta de solución para que la fuerza proporcionada por el rescatista sea retornada en forma de energía que ayude a ascender la parihuela sin mayor esfuerzo.



Imagen 63: Resorte
Fuente: Recuperada de
http://www.resortesreocsa.com/resorterecto/
Fecha: 22/04/201

COJINETES

Rodamiento que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

Se necesitan en la propuesta de solución especialmente si se utilizan poleas, para que éstas giren sin interrupciones.

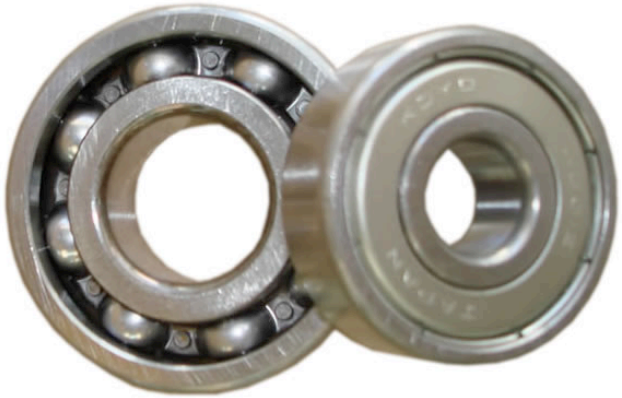


Imagen 64: Cojinete
Fuente: Recuperada de
http://www.imvadem.com/partesmotos.htm
Fecha: 22/04/201

3.7 Materiales

Los accesorios como los que utilizan los bomberos tienen como material estándar el metal. Es importante que todos los materiales utilizados resistan golpes, caídas, tensiones y cargas mayores a 50 libras. Esto debido al tipo de tareas y entornos hostiles en donde deben desenvolverse.

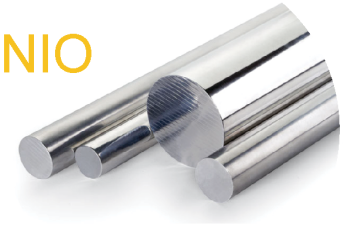


ACERO

Metal, aleación de hierro con carbono. Altamente resistente y durable. Preferido para los trabajos automotrices, estructurales, arquitectónicos, etc. Es flexible, dependiendo de la proporción de hierro y carbono y maleable. Más pesado que el aluminio.

Imagen 65: Tabla de Materiales
Fuente: Varias
Fecha: 22/04/201

ALUMINIO



Metal no ferromagnético, resistente a la corrosión por el contacto con agua. Se aplica en todo tipo de industria. Fácil de encontrar, maleable y transformable. Es uno de los metales más livianos, resistente y se puede soldar.



FIBRA DE VIDRIO

Material compuesto por fibras de vidrio y resinas. Es utilizado en industrias como la naútica, automovilística, mobiliario, etc. Es muy resistente y liviano. Permite crear formas orgánicas y complejas requiriendo únicamente un molde. Fácil de limpiar, resistente a la corrosión y al desgaste.

HIERRO



Metal ferromagnético, maleable, de color gris plateado, extremadamente duro y denso. Se encuentra abundantemente en la naturaleza. Se oxida pero se puede hacer galvanizado. Es resistente y flexible. Permite endurecerse por procesos como el templado. Utilizado en un sin fin de industrias como construcción, alimentaria, inmobiliaria, médica, etc.



HULE

También llamado caucho, es un material utilizado por la industria para fabricar productos plásticos como pelotas, juguetes, etc. Consiste en un polímero elástico, repelente al agua y de resistencia eléctrica. Soporta la fricción y es aislante de temperaturas.

VI. CONCEPTUALIZACIÓN

1. Delimitación del tema

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, los miembros del Cuerpo de Bomberos Municipales identifican grandes dificultades y dolores independientes a su control al momento de realizar un rescate con parihuela en áreas de difícil acceso.

Dichas dificultades son por ejemplo, el peso de la víctima, la fricción del terreno, riesgo de contaminación por la posición tan cercana a la víctima que deben adquirir, riesgo de caídas por resbalones, inclemencias del tiempo, las fuerzas desincronizadas sobre la cuerda entre los rescatistas, la falta de comunicación entre los mismos, etc.

A parte, se encuentran las molestias y circunstancias personales de cada bombero, que son por ejemplo, la corta estatura, la complexión física débil, la edad avanzada, la salud precaria, entre otros.

Además, la víctima también puede sufrir molestias en el proceso de rescate debido a sus posibles lesiones causadas por la caída y el tiempo que dicho proceso se toma hasta poder asistirla correctamente, la manipulación de la parihuela puede causarle dolores a la víctima, etc.

Tras analizar, anteriormente en el documento, las posiciones que realiza un bombero al rescatar a una víctima en un terreno inclinado y de difícil acceso, observando el procedimiento completo, sus movimientos, las herramientas accesibles, el peso a soportar y las demás variables que intervienen en la tarea, se puede concluir que dichas posiciones y movimientos son las principales causantes de la fatiga, agotamiento y lesiones musculares que padecen los bomberos inmediatamente después de los rescates.

Estas posiciones y movimientos son incorrectos y dañinos para su salud. Lo más alarmante es, que se analizó la posibilidad de evitarlos, cambiando la técnica que les instruyen al inicio de su admisión al cuerpo de bomberos, pero ésta es irrevocable debido a que los accesorios con los que cuentan los obliga a adaptarse y a llevar a cabo la tarea de esta manera como única solución.

1.2 Enunciado del problema

¿Cómo a través del Diseño Industrial, se puede desarrollar una solución que reduzca el esfuerzo lumbar, mejore el proceso de traslado de víctimas y evite posturas incorrectas del bombero al momento de efectuar rescates verticales en terrenos de difícil acceso utilizando una parihuela para el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala?

1.3 Variables

INDEPENDIENTE

Diseño de accesorio para movilizar la parihuela en terreno de difícil acceso.

DEPENDIENTE

- Evitar posiciones y movimientos incorrectos
- Disminuir la fatiga del área lumbar del rescatista
- Mejorar el proceso de traslado de víctimas

CONSTANTE

Rescate de víctimas en áreas irregulares y de difícil acceso.

(*para ver el vídeo del problema dirigirse al link:
https://www.youtube.com/watch?v=ssSGevbcKsI)

1.4 Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Evitar las lesiones en el área lumbosacra de los bomberos durante el desempeño de los rescates verticales a través del diseño de una solución que permita mejorar el proceso, evitar las posturas incorrectas y el sobre esfuerzo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adaptar la solución a las circunstancias y recursos específicos del rescatista.
- Disminuir las posiciones incorrectas del rescatista al momento de movilizar a la víctima.
- Mejorar el proceso de rescate con parihuela disminuyendo fatigas en el área lumbosacra.

1.5 Requerimientos y Parámetros

De la etapa de análisis se recopilaron los datos necesarios para direccionar y restringir el modelo de solución.

Se han identificado los siguientes lineamientos, los cuales se han determinado como necesarios para facilitar y mejorar el proceso de rescate.

ECONÓMICOS

1. Accesibles para los recursos de las estaciones de Bomberos Municipales.	El costo de producción del accesorio o solución no debe ser mayor de Q2,500.00

MATERIALES

2. Debe estar compuesto de materiales ligeros pero resistentes.	Los materiales pueden ser: aluminio, hierro, hule, fibra de vidrio, telas sintéticas.
3. No debe ser pesado.	La solución propuesta no debe pesar más de 50lbs.
4. Los materiales deben ser accesibles.	Deben poder tener un proveedor al menos en el territorio de la ciudad de Guatemala de cada uno de los materiales a utilizar.

MECANISMOS

5. Los mecanismos necesarios deben funcionar sin electricidad o combustible.	Se proponen mecanismos como elásticos, palancas, fuelles, resortes, bielas, mani-velas, tornillos sin fin, cadenas y piñotes, frenos, ruedas, trinquetes, embragues, acoplamientos ó cojinetes.
6. Los mecanismos deben facilitar la carga de pesos.	Se proponen mecanismos como poleas, contrapesos ó engranajes (dientes rectors,

	dientes helicoidales, cónicos).

ERGONÓMICOS

7. No debe limitar o inmovilizar al bombero en sus tareas	Si es una solución fuera de la parihuela no debe estar sujeta fija a ninguna parte del cuerpo del usuario. Si es una solución para el usuario, éste debe poder rotar su tronco 45° tanto a la izquierda como a la derecha. Y hacia delante una flexión de hasta 90° y hacia tras una extensión de hasta 35°.
8. Debe ser cómodo y adaptable a las medidas antropométricas de los diferentes usuarios.	Cualquier tipo de solución diseñada debe respetar ajustándose a no menos y no más de las medidas del cuerpo de los distintos usuarios como: Altura de 150 a 186cm Circunferencia de la cadera de 84 a 106 cm Circunferencia de las rodillas juntas de 49 a 70cm Largo de los brazos de 62 a 81cm Circunferencia del torso de 99 a 128cm Largo del cuello y cabeza de 26 a 30cm Largo del torso a cabeza de 88 a 106cm Largo de los pies de 23 a 28cm
9. Que no se sobre esfuerce ni lesione el área lumbosacra.	Manteniendo la espalda recta y sin alejar los brazos del tronco mientras se sostiene peso. El mayor peso que puede cargar con

	los codos junto al tronco radica entre 200-400lbs. Dependiendo del sexo del usuario.
10. El usuario debe mantener posiciones correctas para maniobrar la parihuela.	Puede ir detrás de la parihuela, delante o encima. Encuclillado, parado, acostado o sentado. Siempre manteniendo la espalda recta.
11. El usuario debe mantener la espalda recta.	Que la presión de fuerza que recae sobre las vértebras lumbosacras sea siempre uniforme para los discos.

COLORES – SEMIÓTICA Y SIMBÓLICOS

12. Debe ser intuitivo	La solución debe atraer visualmente la posición que se debe adoptar para poder utilizar el artefacto. Por medio
	de colores o gráficas descriptivas.
13. Debe identificarse con el cliente	Llevará el logo del cliente impreso a un tamaño desde 10cm hasta 100cm.
14. Debe llevar gráficas descriptivas sin texto para guiar rápidamente al usuario.	Íconos reconocidos internacionalmente como (¡) signos de peligro, siluetas de partes del cuerpo y movimientos prohibidos.
15. Debe ser llamativo y vistoso	Los colores a utilizar pueden ser rojo y verde fluorescente.

DE FORMA

16. Debe adaptarse a los accesorios que ya utilizan los Bomberos Municipales actualmente.	Cada mecanismo anteriormente descrito debe ajustarse a la parihuela estándar en cuanto a medidas (59cm x 214cm x

	20cm) y pesos (30lbs.) y al lazo de 3/4” en el caso de las poleas o engranajes.
17. No puede invadir o alterar de alguna forma la parihuela existente.	Toda solución debe poder adherirse a la parihuela por medio de ganchos, ensambles, presión o abrazaderas de manera que al momento de retirarlo no se afecte ni dañe las superficies ni la forma de la parihuela.
18. Debe adaptarse a los diferentes posibles terrenos.	Con formas lisas y sin salientes que puedan quedar enganchados en los obstáculos.

DE FUNCIÓN

19. Debe ser fácil de interpretar la forma de uso	Por medio de una retroalimentación auditiva, sensible y/o visual durante su uso.
20. Debe ser maniobrable	No sobresalir de las dimensiones establecidas de la parihuela (54cm x 214cm x 20cm) para poder esquivar obstáculos sin que se retenga en ningún lugar. Y capaz de ser utilizado por un solo usuario.
21. Rápido de instalar	Capaz de instalarse de 5 a 10 minutos lo máximo.
22. Debe reducir esfuerzos	De forma que por medio de los mecanismos, el usuario no se fatigue en el proceso.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

23. Debe sostener tanto al usuario como a la víctima de caer.	Deben utilizarse frenos para la cuerda evitando que caiga por gravedad. Éstos deben resistir al menos 500lbs y ser de acero, aluminio o hierro.

24. Debe garantizar la seguridad apropiada al usuario y a la víctima.	La forma de asegurar al usuario debe ser sujetándolo al accesorio de manera que soporte su peso y se mantenga unido a éste en caso de caídas.

PROCESOS

25. Debe poder producirse en serie	Al menos 10 unidades en 30 días, de manera artesanal o industrial dentro del territorio nacional.

2. Creación de ideas

Para comenzar la fase creativa y desarrollar ideas que lleven a una solución se eligió la herramienta “MoodBoard”.

2.1 MoodBoard

Esta técnica creativa ayuda a establecer los conceptos iniciales para el diseño de la solución final. Sirve como un resumen gráfico de las consideraciones que se han tomado en cuenta para realizar el diseño.

Esta herramienta ayuda a enfocar el proyecto de una manera visual.



Imagen 67: MoodBoard Fuente: Varias Fecha: 22/04/201

3. Bocetaje

Basándose en las formas, materiales y conceptos plasmados en el MoodBoard se restringen y direccionan las técnicas creativas a utilizar. Para dar inicio al proceso creativo se utilizaron las técnicas descritas a continuación:

3.1 Técnicas creativas

EL ANTIPROBLEMA

Radica en encontrar elementos del problema sin los cuales se solucionaría la necesidad.

Surgieron ideas como:

- Ponerle más peso para aumentar la fricción
- Rotar la posición de la parihuela para que caiga más fácilmente por gravedad.
- Asegurarlo al suelo en una misma posición.
- Quitarle el apoyo de la cuerda.
- Utilizar bomberos con deficiencias físicas.

LA ANALOGÍA OBLIGATORIA

Reside en obligarse a solucionar el problema con objetos elegidos al azar.

Algunas ideas obtenidas de esto fueron:

- Conejo: que un conejo jale la parihuela.
- Crayones: utilizarlos como rodos para que la parihuela deslice más fácilmente.
- Agua: mojar el terreno para que resbale más.
- Nube: Amarrar la parihuela a una nube para que flote hasta la cima.
- Sillón: sentar al herido y llevarlo.

MISIÓN IMPOSIBLE

Consiste en plantear soluciones contrarias al objetivo que se quiere alcanzar para obligar al razonamiento a tomar otro punto de vista.

Resultaron algunas ideas como:

- No contar con una parihuela.
- Que la víctima pesara más de 500lbs.
- Que el bombero se lesionara.

- Que se atasque la parihuela.
- Perder la visibilidad.
- Que ocurriera un derrumbe.

SINESTESIA

Consiste en crear soluciones a la necesidad basándose en estímulos sensoriales concretos al respecto de cada solución planteada.

Surgieron ideas como:

- Que por cada metro recorrido alertara con un sonido.
- Olor floral si el terreno esta despejado.
- Una bocina que avisara cuando jalar.
- Que ilumine el camino.

TÉCNICA WALT DISNEY

Radica en creer que todo es posible y dejar volar la imaginación mientras se boceta rápidamente, creando así ideas fantasiosas e irracionales que obligan a pensar fuera del razonamiento convencional.

Todas las ideas generadas por las técnicas creativas fueron plasmadas en bocetajes rápidos utilizando la técnica de Walt Disney. Combinando así, todas las técnicas creativas en una sola y mucho más eficiente. Los bocetos resultantes de ésta combinación se muestran a continuación.

3.2 Bocetaje Rápido

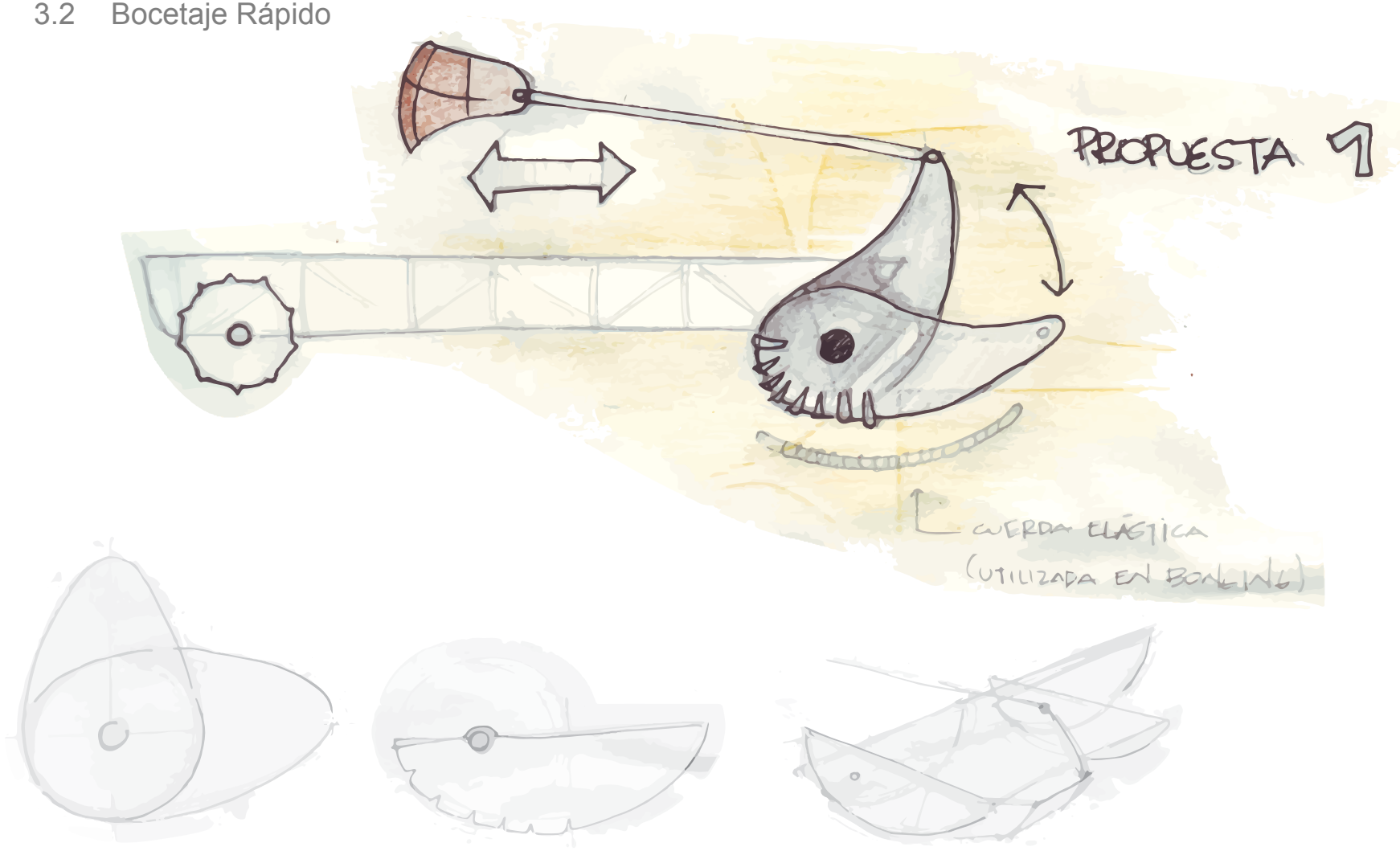


Imagen 68: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

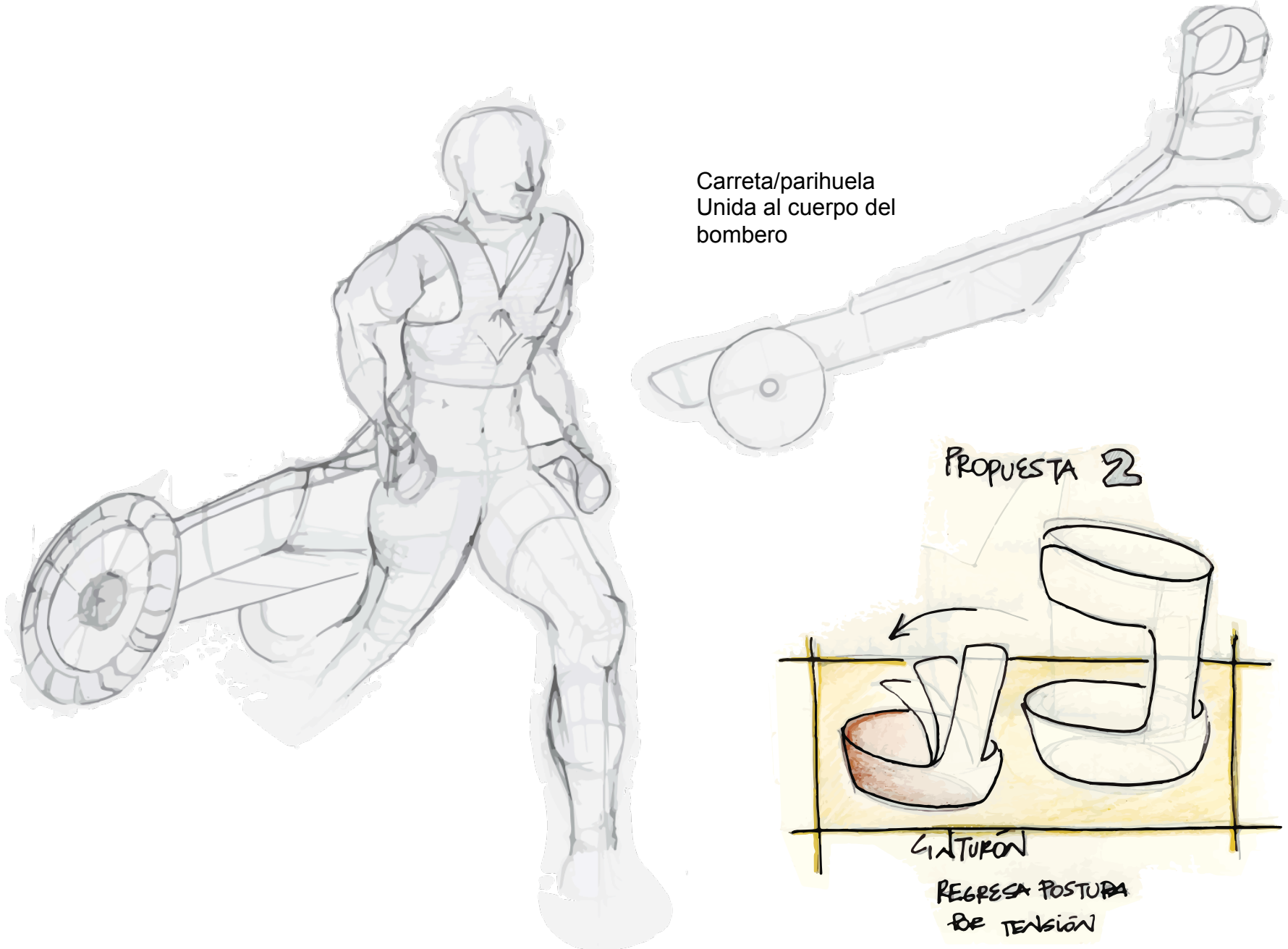
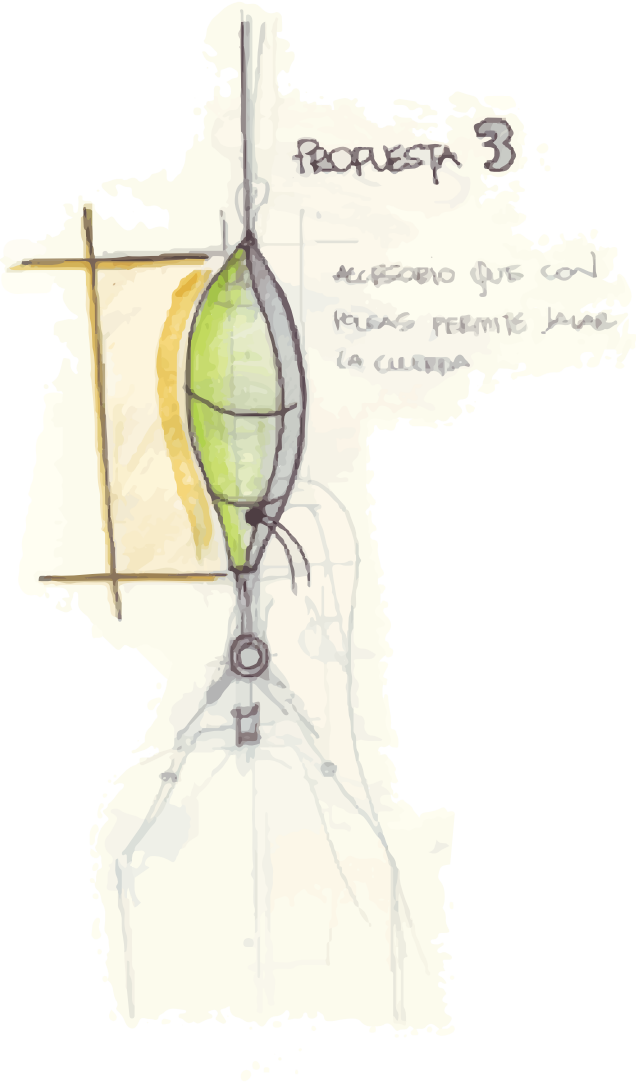


Imagen 69: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201



Globo con helio que al levantar la
Parihuela se mueve un sensor y enciende
La luz que avisa al de arriba a jalar.



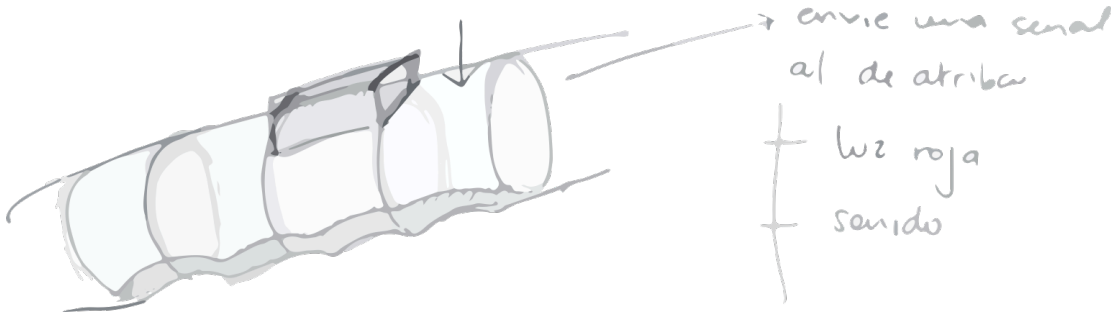


Imagen 70: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

Propuestas de la técnica creativa de Walt Disney, todo es posible.

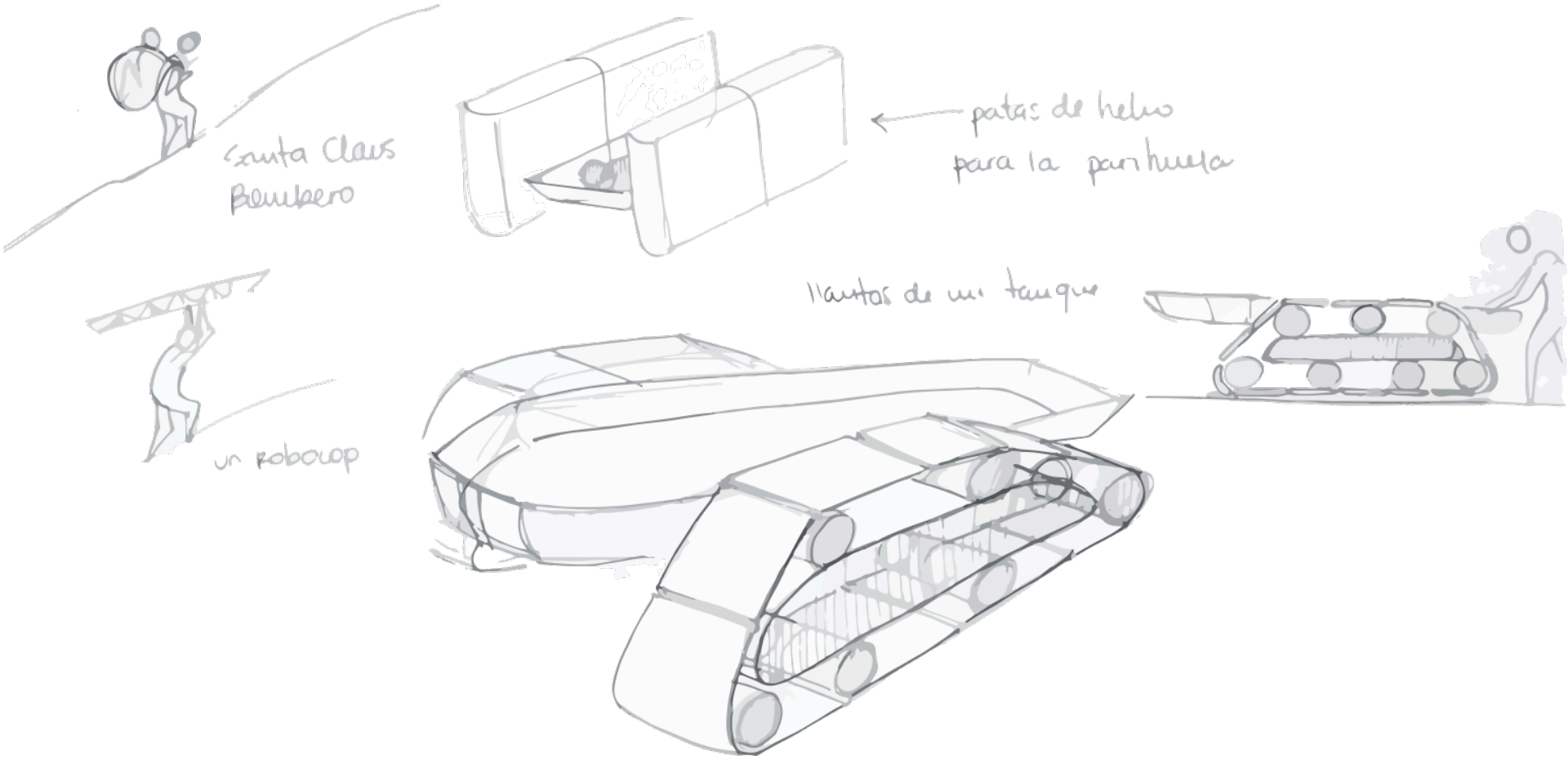


Imagen 71: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

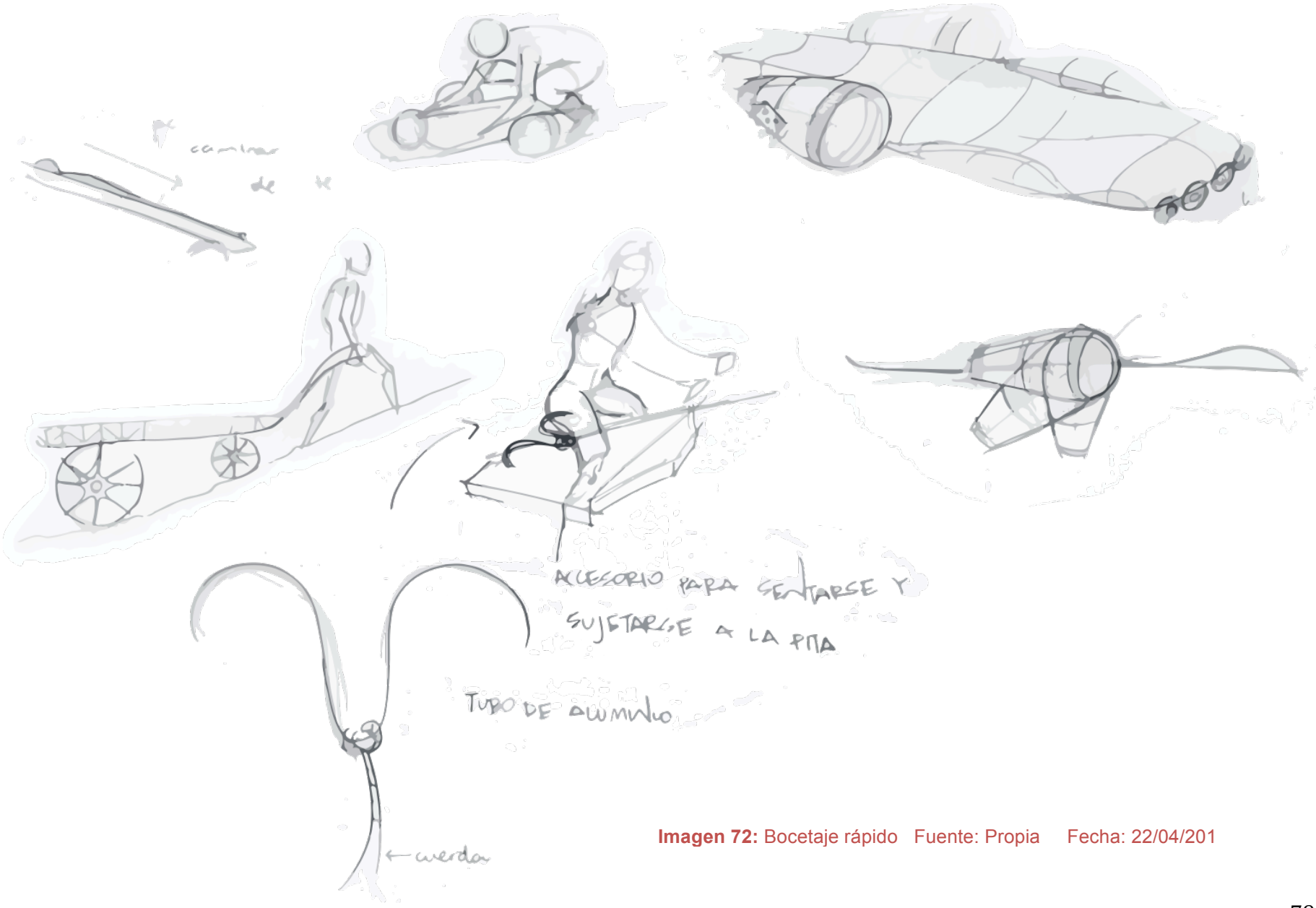


Imagen 72: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

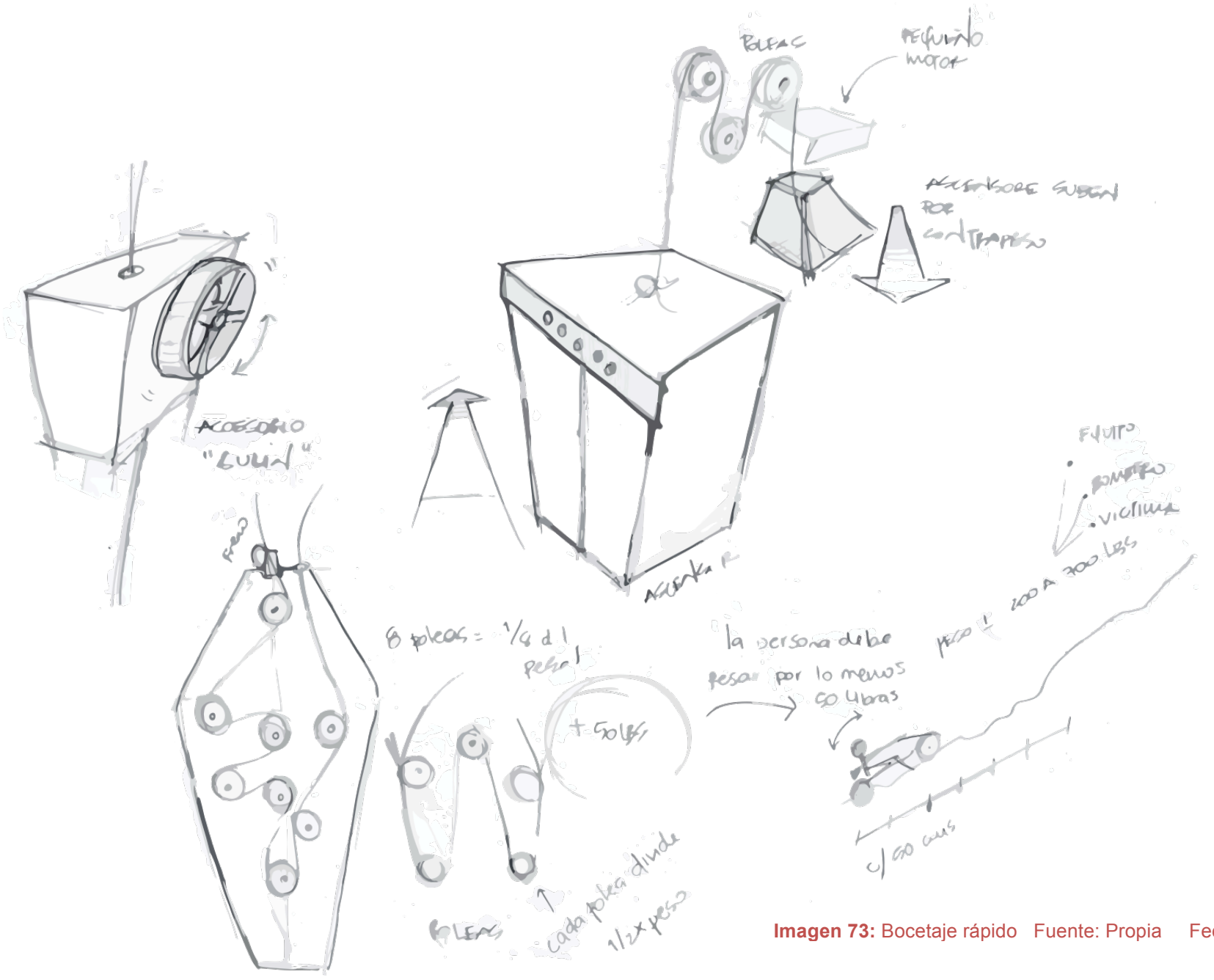


Imagen 73: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

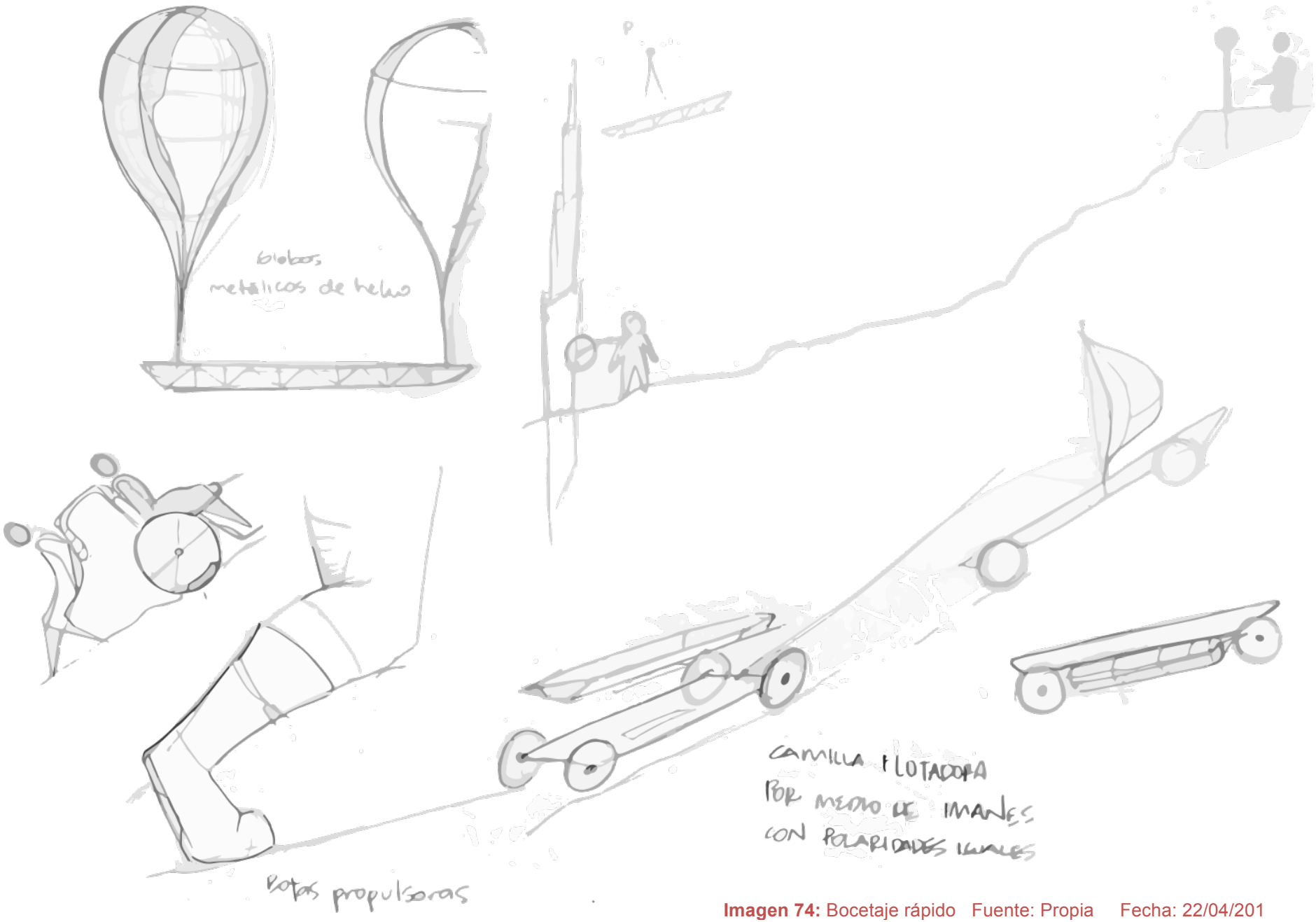


Imagen 74: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

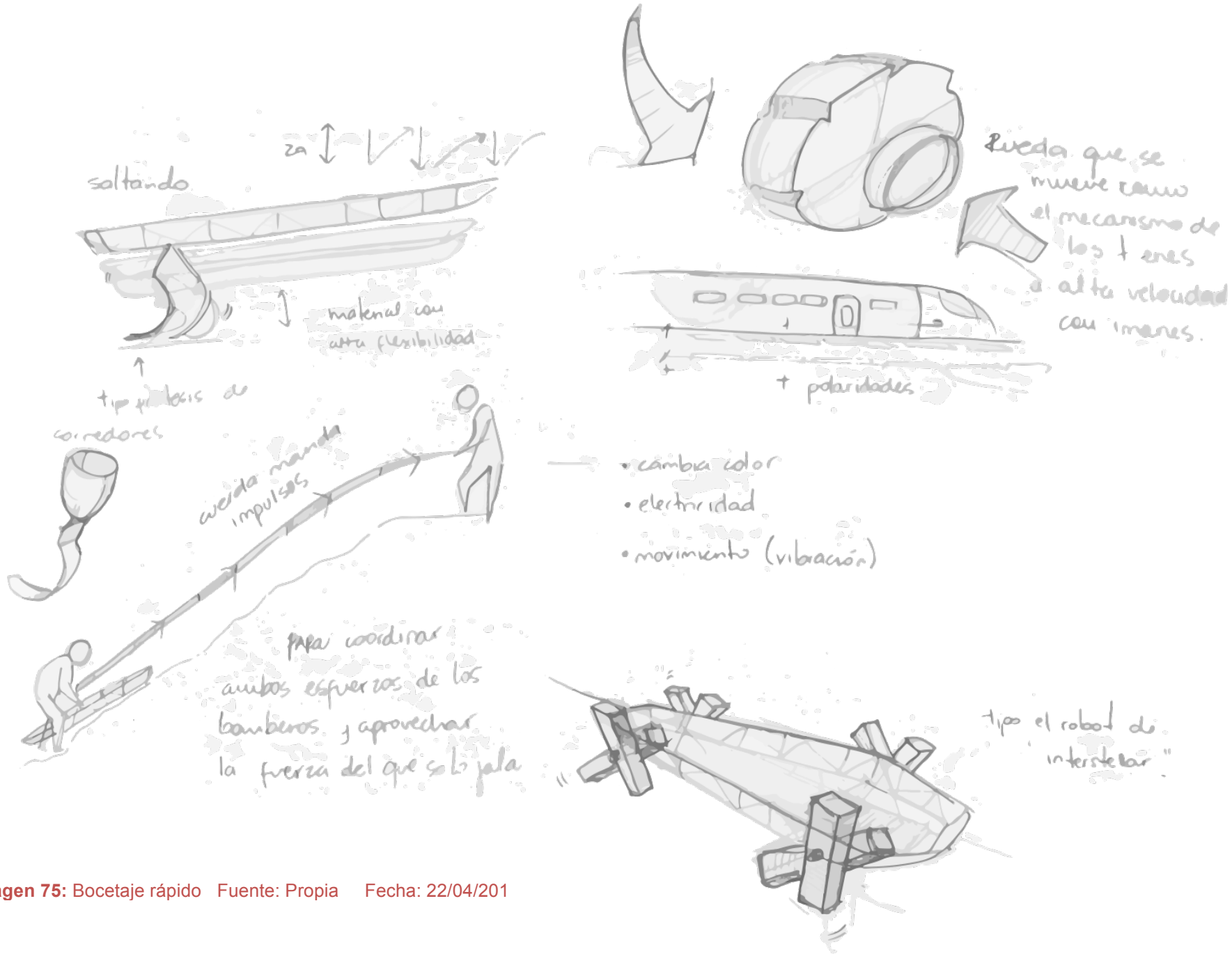


Imagen 75: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

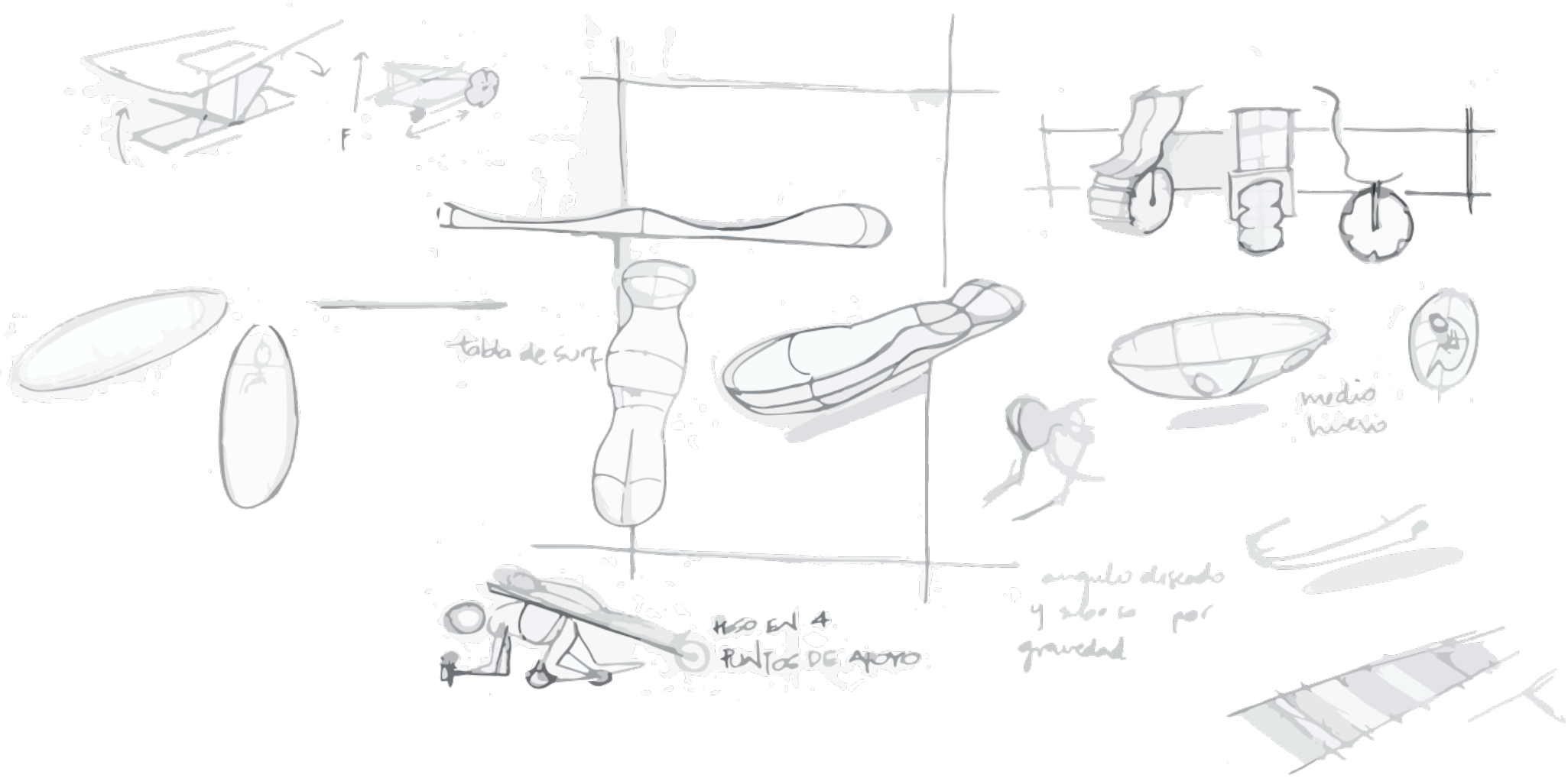


Imagen 76: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

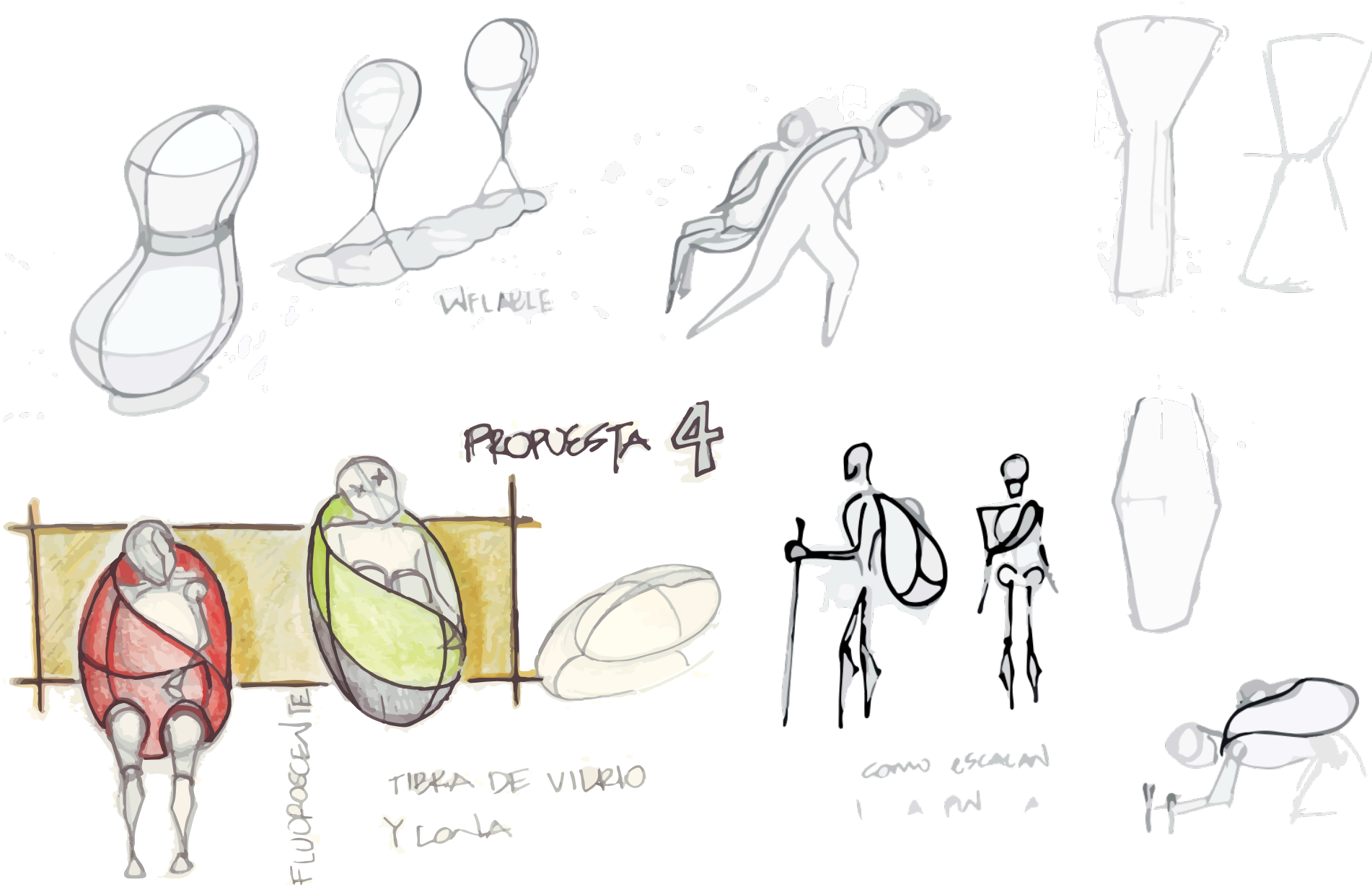


Imagen 77: Bocetaje rápido Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

Esta etapa desarrolló todas las ideas creativas, plasmando por medio de dibujos a mano alzada un sin fin de posibilidades. De esta manera se asiste a la mente para agrupar y discernir qué propuestas son las más viables y si hay componentes interesantes de diferentes propuestas que se puedan combinar. Así se crearon 4 posibles enfoques de soluciones resaltados con color en los bocetos:

1. Diseño de un accesorio para el usuario
2. Diseño de un dispositivo adherible a la parihuela
3. Diseño de un accesorio para la cuerda
4. Rediseño completo de la parihuela

A continuación se detalla el desarrollo de cada una de las propuestas elegidas, su descripción, ventajas y desventajas, evaluación y elección de la solución final, todo basado en una validación y comentarios de especialistas.

3.3 Desarrollo de las propuestas

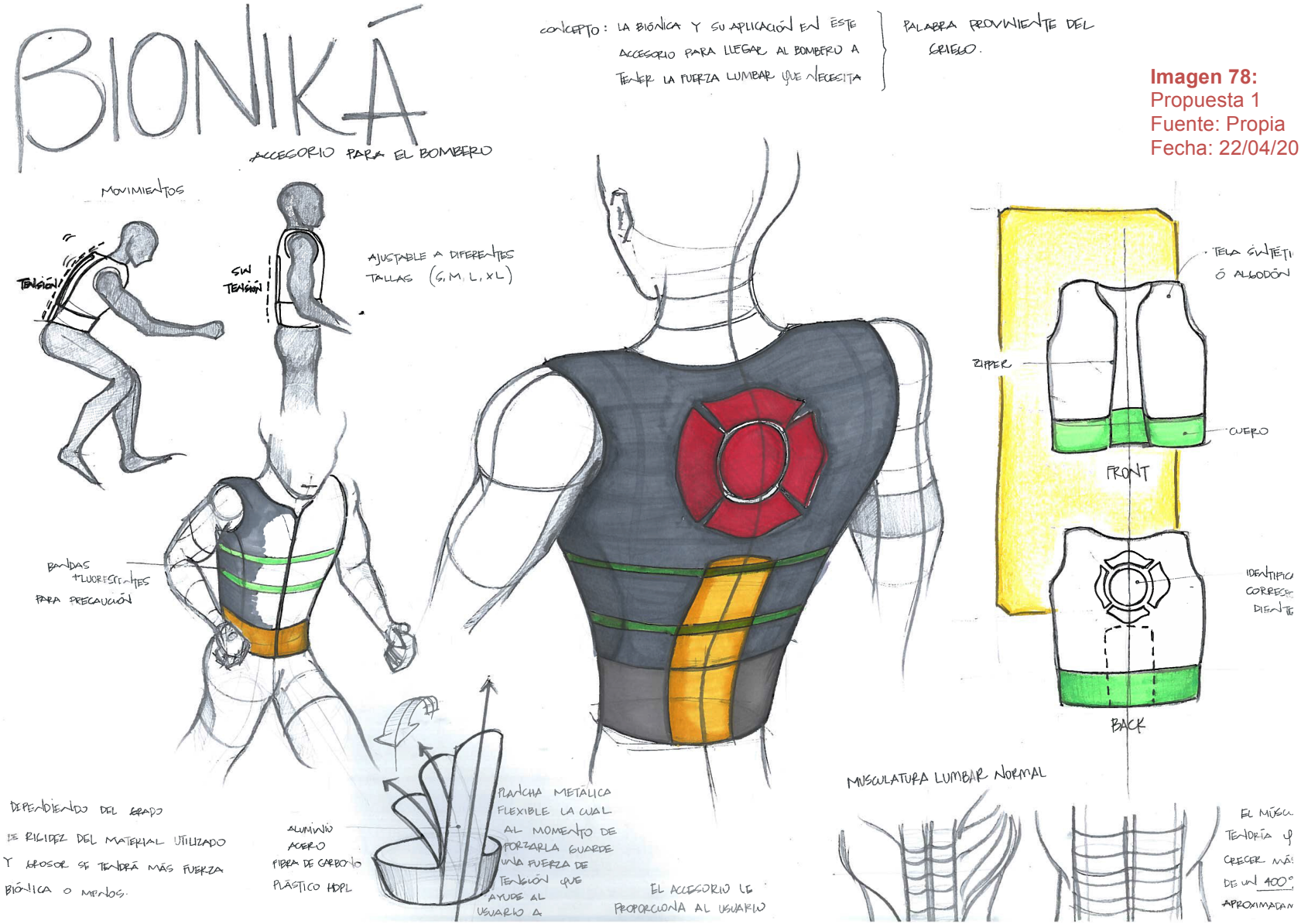


Imagen 78:
Propuesta 1
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

PROPUESTA 1

Accesorio para el usuario

BIONIKÁ

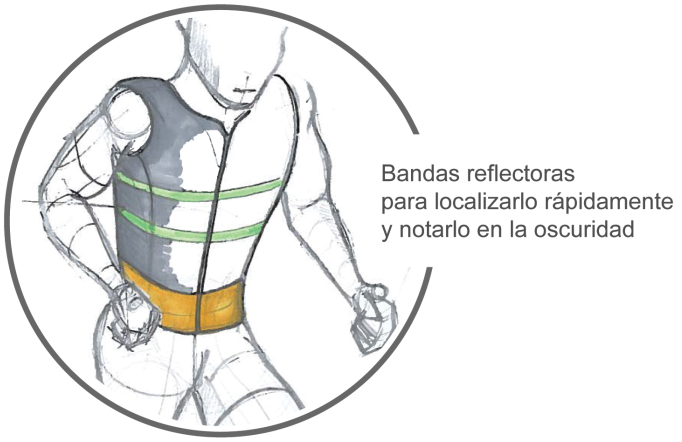
Chaleco que brinda la fuerza lumbar, que le hace falta al usuario de manera prostática utilizando un metal flexible que acumula la fuerza en forma de tensión al momento de inclinar el torso hacia delante asistiendo al usuario a regresar a una posición erguida sin un sobre esfuerzo.

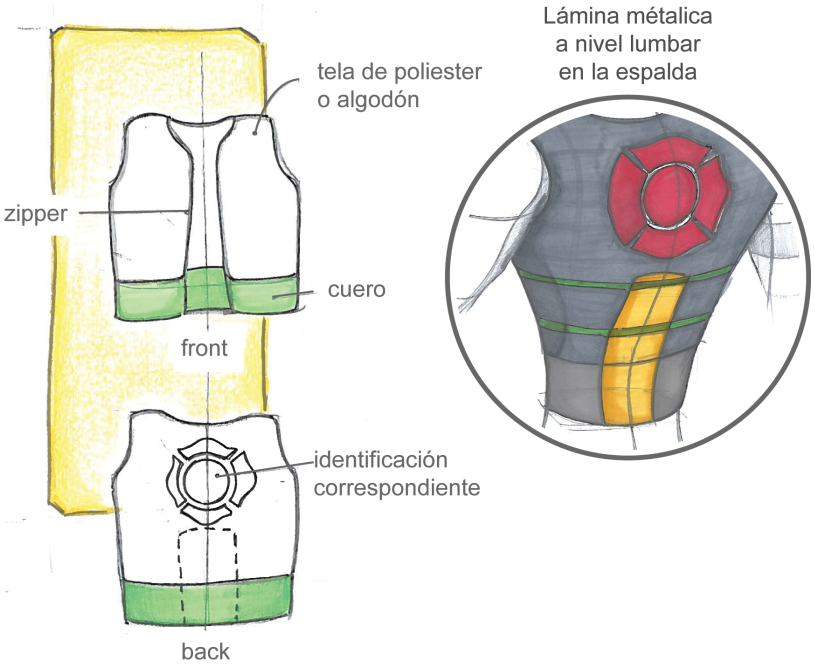
Ventajas:

Posee la señalización y colores que hacen al rescatista resaltar.

Desventajas:

No evita por completo las posiciones incorrectas que se deben tomar. Impide al usuario cierta libertad de movimientos que pueden ser cruciales en esas circunstancias.





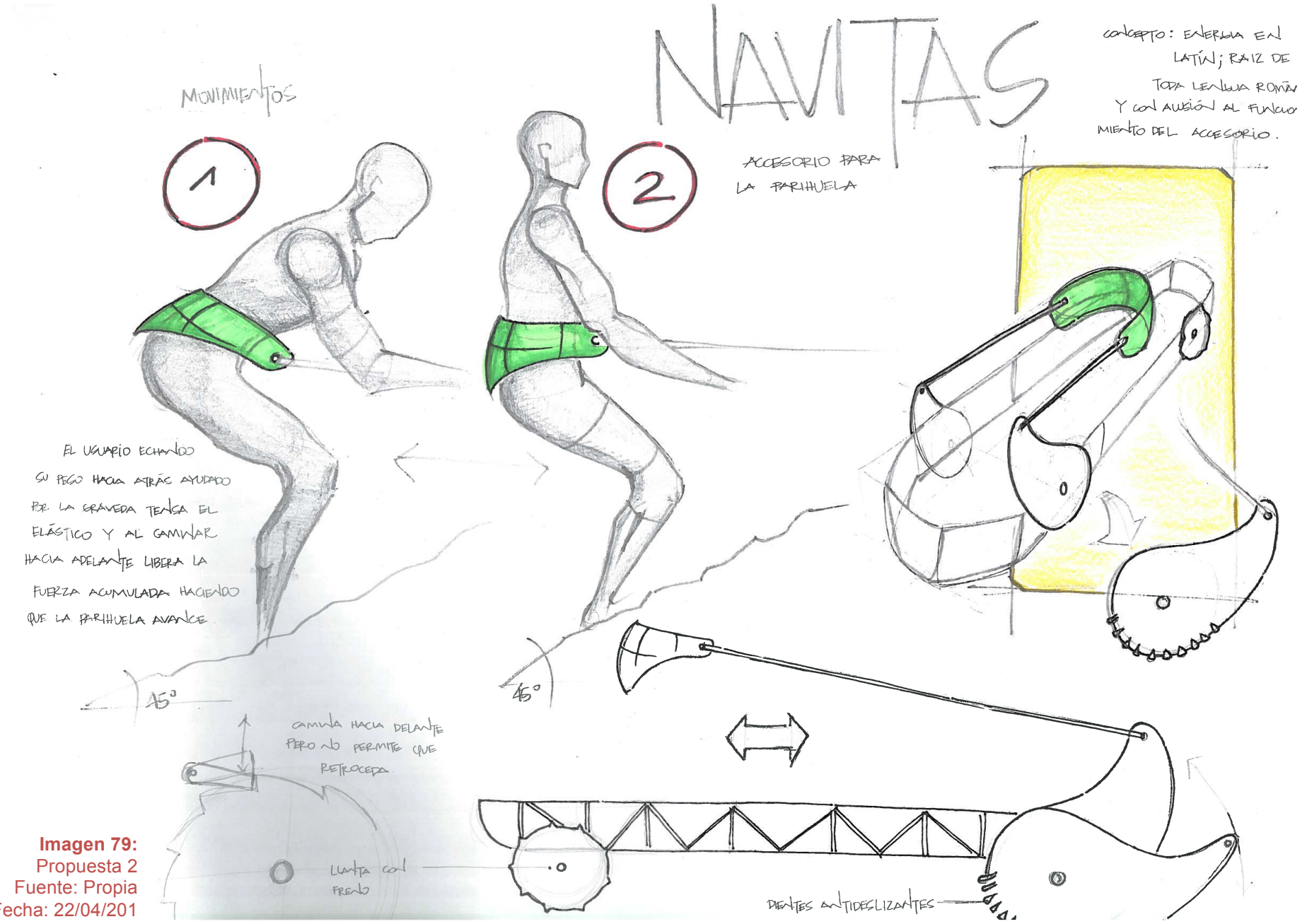


Imagen 79:
Propuesta 2
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

PROPUESTA 2

Accesorio para la parihuela

NAVITAS

Sistema de trinquetes, estructura metálicas y fuerzas acumuladas.

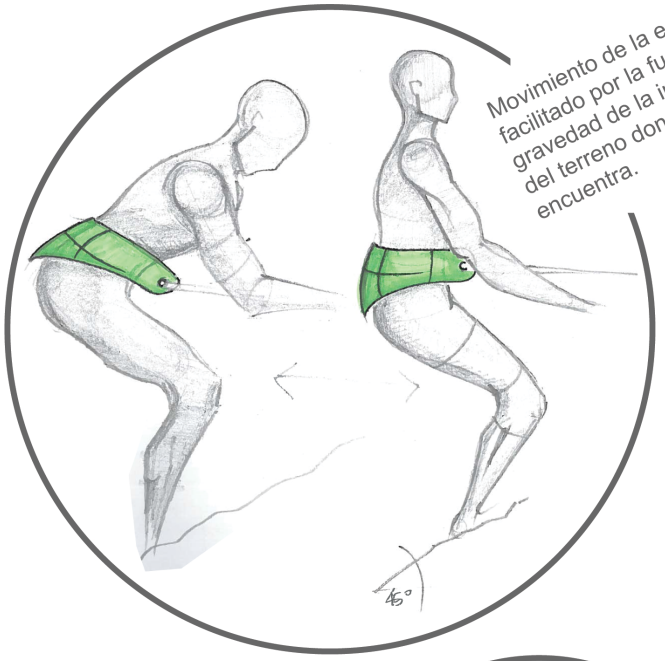
Por medio de cuerdas elásticas que el rescatista tensa con el movimiento de su cintura para que luego la misma tensión venza el peso de la víctima para avanzar sobre la inclinación.

Ventajas:

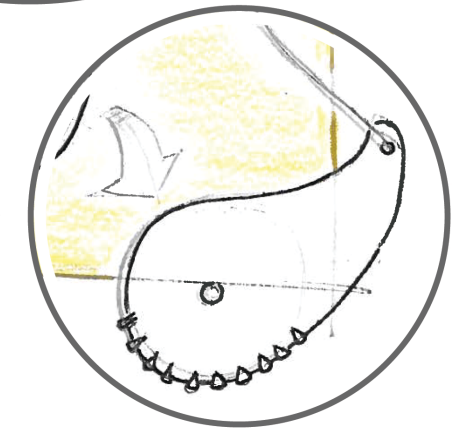
Requiere de muy poco esfuerzo de parte del usuario.

Desventajas:

Es muy pesado y grande como para que sopese el esfuerzo físico.

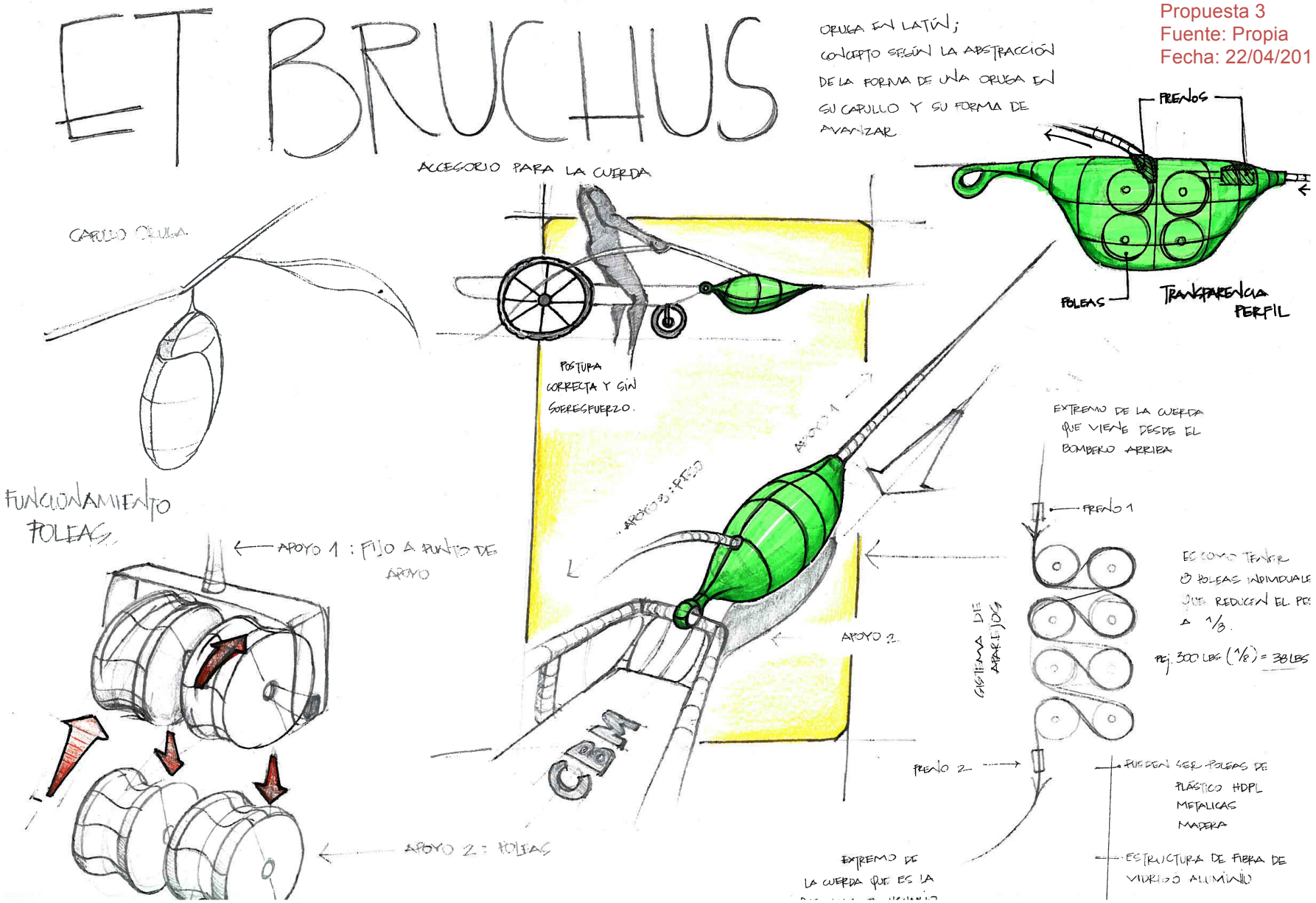


Movimiento de la espalda facilitado por la fuerza de la gravedad de la inclinación del terreno donde se encuentra.



diseño de la rueda ovalada con piezas de hule para un mejor agarre al terreno.

Imagen 80:
Propuesta 3
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201



PROPUESTA 3

Accesorio para la cuerda

BRUCHUS

Sistema de aluminio de poleas y frenos que permite reducir el peso de la parihuela y asegurar que la cuerda no ceda en la dirección de la gravedad.

El material de acabado es la fibra de vidrio.

Ventajas:

Es pequeño, adaptable a cualquier situación y con muchos beneficios y usos alternativos.

Desventajas:

Las poleas le agregan mucho peso al diseño.

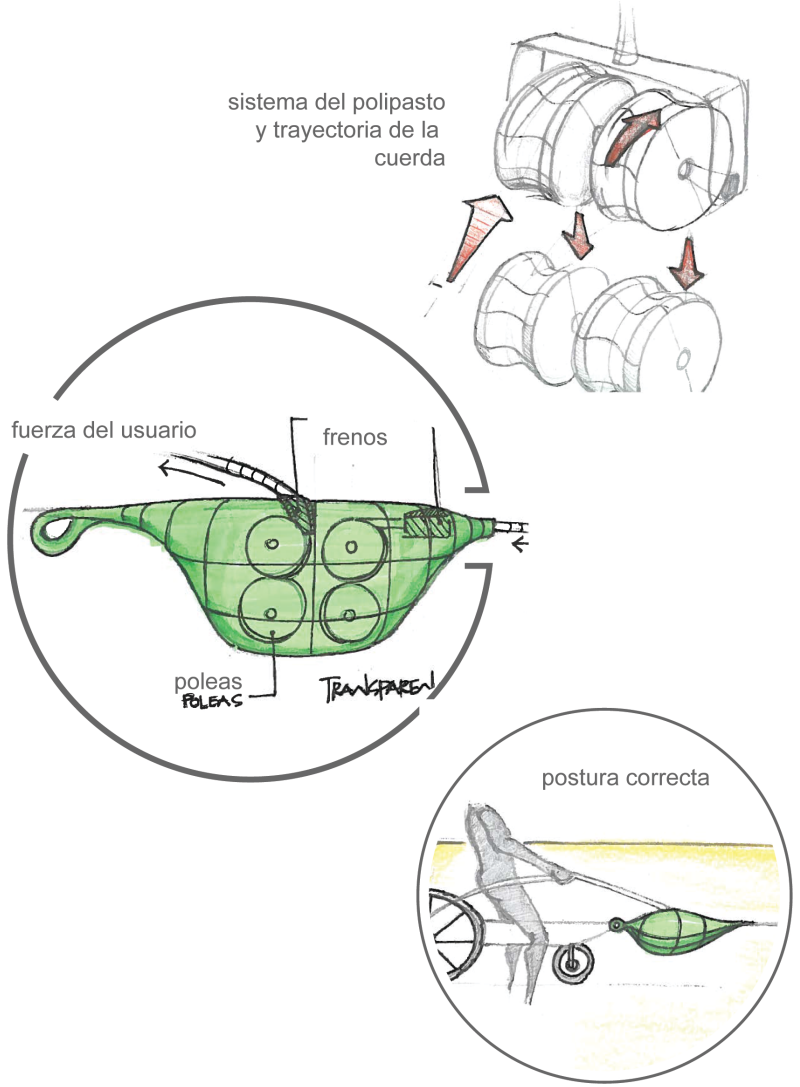
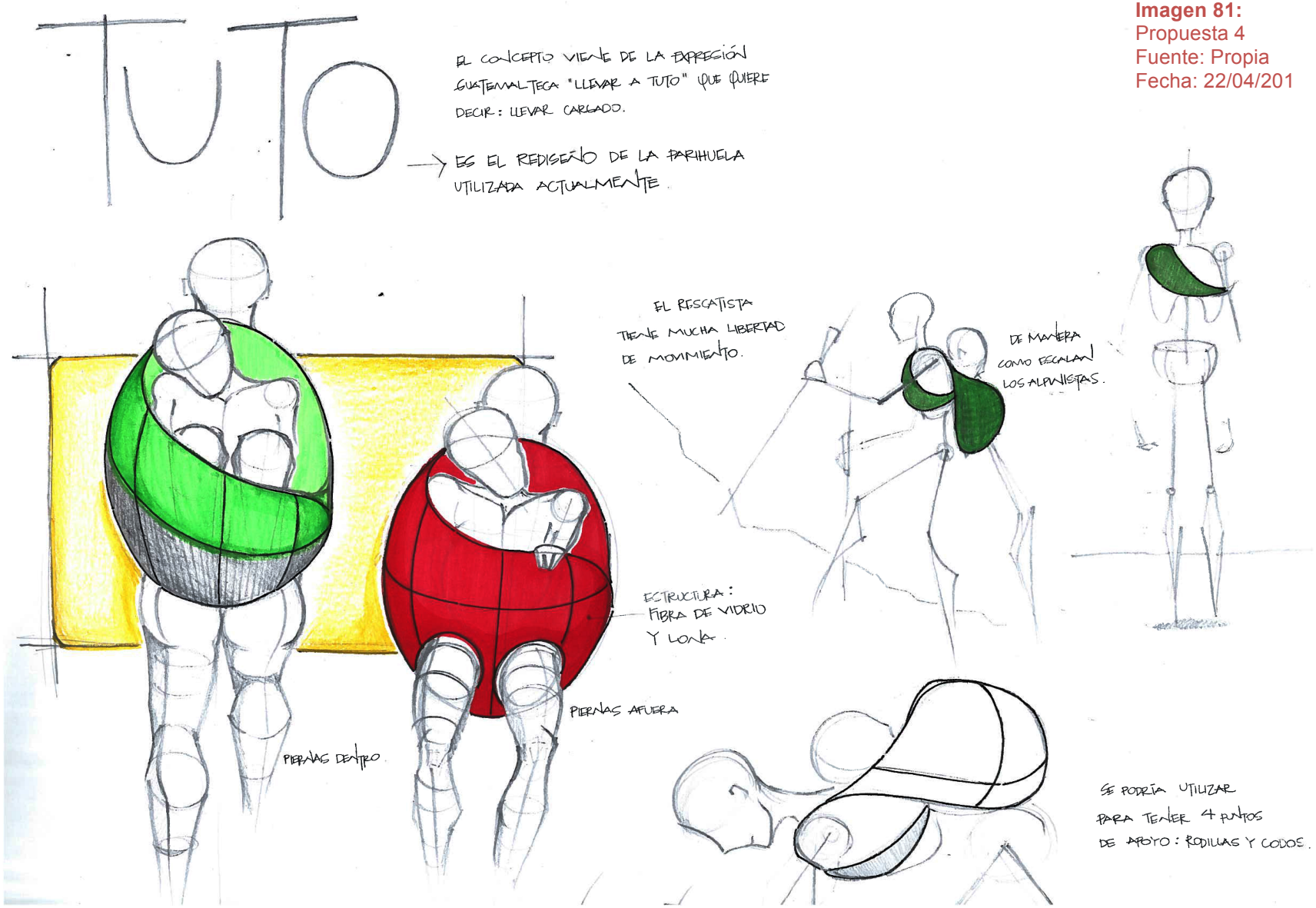


Imagen 81:
Propuesta 4
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201



PROPUESTA 4

Rediseño de la parihuela

TUTO

Rediseño de la parihuela, para sustituir la manera en la que transportan a la víctima cuesta arriba. Con materiales como fibras sintéticas y materiales fosforescentes.

Ventajas:

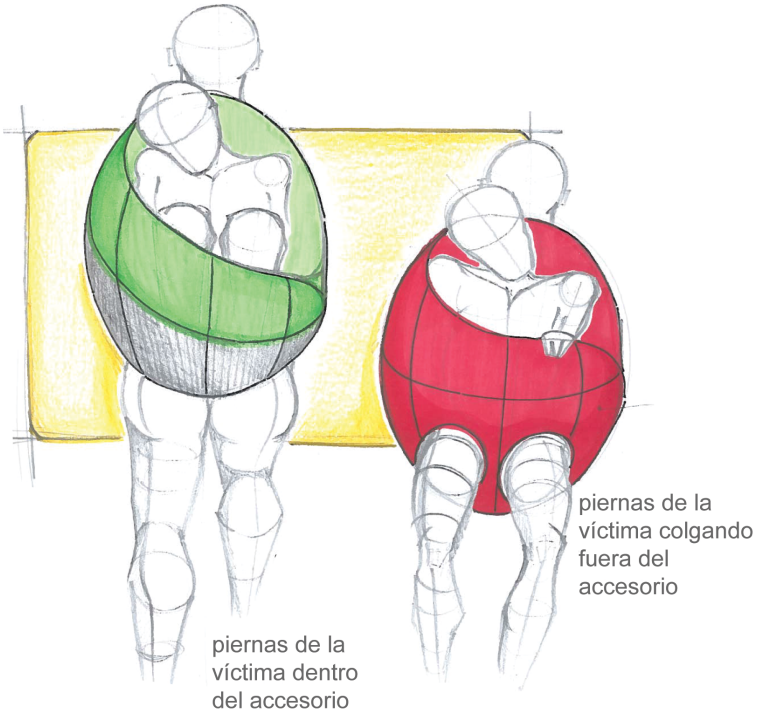
Inspirado en la manera natural en la que se carga a otra persona. Tiene mayor movilidad.

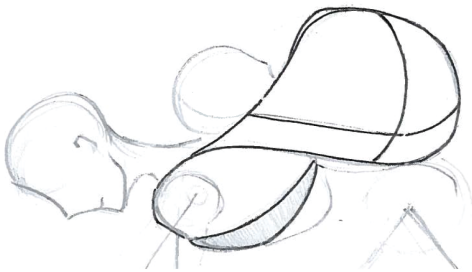
Desventajas:

El rescatista corre el riesgo de ensuciarse o contagiarse de la víctima en caso de infección debido a la cercanía.

El usuario no puede auxiliar víctimas más pesadas o grandes que él.

Y las posiciones no siempre se pueden mantener dentro de lo óptimo.





3.4 Matriz de Evaluación

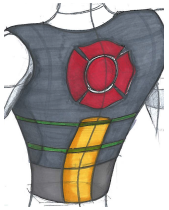
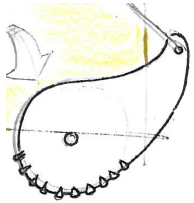
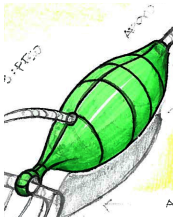
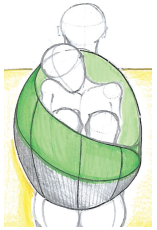
La siguiente matriz fue realizada para tener una herramienta objetiva de evaluación para las propuestas. Ésta valora cada propuesta con relación a los requerimientos del proyecto y le aplica un valor proporcional a cada uno de los requerimientos, ya que unos parámetros son más indispensables que otros.
Por cada requerimiento se dará una puntuación de 1 a 5, siendo:

1 = No cumple con el requerimiento
2 = Cumple un 30% con el requerimiento
3 = Cumple un 50% con el requerimiento
4 = Cumple un 80% con el requerimiento
5 = cumple con el requerimiento al 100%

Dicha matriz fue completada con la opinión y apoyo de un médico fisioterapista, el Dr. Carlos Alberto De León Benavente, del bombero Lic. Javier Puente, del mercadólogo M.A. Giancarlo Poggio, la diseñadora industrial Lic. Febe Aguilar y la autora de ésta investigación.

Las evaluaciones se presentan en una sola tabla en forma de ponderación de las valoraciones dadas por cada uno de los especialistas.

MATRIZ DE EVALUACIÓN

REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS	VALOR	 BIONIKÁ	 NAVITAS	 ET BRUCHUS	 TUTO
ECONÓMICOS					
¿Es accesibles para los recursos de las estaciones de Bomberos? El precio de costo del accesorio no sobrepasa los Q1500.00	3	4	3	2	5
ERGONÓMICOS					
¿No limita o inmovilizar al bombero en sus tareas? Si es un accesorio fuera de la parihuela no debe estar sujeta fija a ninguna parte del cuerpo del usuario. Si es un accesorio para el usuario, éste debe poder rotar su tronco 45° tanto a la izquierda como a la derecha. Y hacia delante una flexión de hasta 90° y hacia tras una extensión de hasta 35°.	4	5	2	5	1
¿Es cómodo y adaptable a las medidas antropométricas del cuerpo de los diferentes usuarios? Cualquier tipo de solución diseñada debe respetar ajustándose a no menos y no más de las medidas del cuerpo de los distintos usuarios como: Altura de 150 a 186cm Circunferencia de la cadera de 84 a 106 cm Circunferencia de las rodillas juntas de 49 a 70cm Largo de los brazos de 62 a 81cm Circunferencia del torso de 99 a 128cm Largo del cuello y cabeza de 26 a 30cm Largo del torso a cabeza de 88 a 106cm Largo de los pies de 23 a 28cm	5	3	2	4	3
¿No se sobre esfuerza ni lesione el área lumbosacra? Manteniendo la espalda recta y sin alejar los brazos del tronco mientras se sostiene peso. El mayor peso	5	4	1	4	3

que puede cargar con los codos junto al tronco radica entre 200-400lbs. Dependiendo del sexo del usuario.					
¿Mantiene la espalda recta? La presión de fuerza que recae sobre las vértebras lumbosacras es siempre uniforme para los discos.	5	4	2	3	2
¿Mantiene posiciones correctas mientras se puede maniobrar la parihuela? Puede ir detrás de la parihuela, delante o encima. Encuclillado, parado, acostado o sentado. Siempre manteniendo la espalda recta.	5	4	1	5	2
SEMIÓTICA					
¿Es ser intuitivo? La solución atrae visualmente la posición que se debe adoptar para poder utilizar el artefacto. Por medio de colores, gráficas descriptivas, ó instruido previamente por la academia de bomberos.	3	5	1	3	2
¿Se identifica con el cliente? Llevará el logo del cliente impreso a un tamaño desde 10cm hasta 100cm.	2	5	3	4	3
¿Lleva gráficas descriptivas sin texto para guiar rápidamente al usuario? Íconos reconocidos internacionalmente como (¡) signos de peligro, siluetas de partes del cuerpo y movimientos prohibidos.	2	3	2	3	3
¿Es llamativo y vistoso? Los colores a utilizar pueden ser rojo y verde fosforescente debido al reglamento de los Bomberos.	2	4	3	4	4
DE FORMA					
¿Se adapta a los accesorios que ya utilizan los Bomberos actualmente? Cada mecanismo anteriormente descrito debe ajustarse a la parihuela estándar en cuanto a medidas (59cm x 214cm x 20cm) y pesos (30lbs.) y al lazo de 2” en el caso de las poleas o engranajes.	3	2	1	5	2
¿No invade o altera de alguna forma la parihuela existente? Todo accesorio debe poder adherirse a la parihuela por medio de ganchos, ensambles, presión o abrazaderas de manera que al momento de retirarlo	3	4	3	5	2

no se afecte ni dañe las superficies ni la forma de la parihuela.					
¿Se adapta a los diferentes posibles terrenos? Con formas lisas y sin salientes que se puedan quedar prendidos de los obstáculos.	4	4	3	5	1
DE FUNCIÓN					
¿Es intuitivo al usar? Por medio de una retroalimentación al usuario mientras se utiliza y operándolo. Debe tener mecanismos que la capacidad intelectual del usuario ya reconozca.	3	4	3	3	3
¿Es sencillo? No involucra más de 10 movimientos dentro del rango accesible para alcanzar el objetivo básico.	3	4	4	4	3
¿Es maniobrable? No sobresalir de las dimensiones establecidas de la parihuela (54cm x 214cm x 20cm) para poder esquivar obstáculos sin que se retenga en ningún lugar. Y capaz de ser utilizado por un solo usuario.	3	5	2	5	2
¿Es rápido de instalar? Capaz de instalarse de 5 a 10 minutos lo máximo.	2	5	4	5	2
¿Reduce esfuerzos? De forma que por medio de los mecanismos, el usuario no se fatigue ni descanse en todo el proceso hasta la recuperación total de la víctima en terrenos de 10mts hasta 800mts de largo.	4	3	1	5	1
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
¿Sostiene tanto al usuario como a la víctima de caer? Los frenos utilizados para frenar la cuerda y que no caiga por la gravedad debe resistir al menos 500lbs y de acero, aluminio o hierro.	4	2	2	5	1
¿Garantiza la seguridad apropiada al usuario y a la víctima? La forma de asegurar al usuario debe ser rodeando su circunferencia del torso o cintura y a la víctima asegurando la firmeza de la parihuela por medio de materiales de acero, aluminio o hierro.	4	3	3	4	1

MATERIALES					
¿Está compuesto de materiales ligeros pero resistentes? Los materiales pueden ser: aluminio, hule, fibra de vidrio, plywood, telas sintéticas, velcro, plásticos de distintas densidades, maderas, resinas, algodón, espumas ó PVC.	2	4	4	5	3
¿No es pesado? Sólo el accesorio en sí no puede pesar más de 50lbs.	4	5	4	5	5
¿Los materiales son accesibles? Deben poder tener, al menos, un proveedor, en el territorio de la ciudad de Guatemala de cada uno de los materiales a utilizar.	4	5	3	3	5
MECANISMOS					
¿Los mecanismos necesarios deben funcionan sin electricidad o combustible y facilitan la carga de pesos? Se proponen mecanismos como poleas, elásticos, palancas, fuelles, resortes, contrapesos, engranajes (dientes rectors, dientes helicoidales, cónicos), bielas, mani-velas, tornillos sin fin, cadenas y piñotes, frenos, ruedas, trinquetes, embragues, acoplamientos ó cojinetes.	2	5	3	5	4
PROCESOS					
¿Se puede producir en serie? Al menos 10 unidades en 15 días, de manera artesanal o industrial dentro del territorio nacional.	3	4	3	3	5
TOTAL		331	200	350	220

CONCLUSIÓN:

Todos los evaluadores concluyeron que la propuesta 3, “Et Bruchus” es la propuesta que más se acerca a la realidad durante su uso en un escenario de rescate, ya que por su sistema de poleas utiliza el concepto de ventaja mecánica. Es fácil de adaptar a las parihuelas existentes y de utilizar con cuerdas de rescate en sus diferentes grosores.

Y el accesorio “Tuto” es el menos viable por las posturas que debe asumir el rescatista, el esfuerzo extremo y por el contacto directo con la víctima, la cual puede tener hemorragias que contaminen el cuerpo del bombero poniendo en riesgo la salud de éste también.

COMENTARIOS:

A continuación se presentan los comentarios de cada uno de los especialistas que evaluaron las propuestas:

- Arquitecto (Col.4289) y Bombero, JAVIER PUENTE:
  "El accesorio Et Bruchus es la propuesta que más se acerca a la realidad durante su uso en un escenario de un rescate, ya que por su sistema de poleas utiliza el concepto de ventaja mecánica. Es fácil de adaptar a las parihuelas existentes y de utilizar con cuerdas de rescate en sus diferentes diámetros.

  El accesorio Tuto, es el que es menos viable por las posturas que debe asumir el rescatista, el esfuerzo extremo y por el contacto directo que tiene con el paciente o víctima, la cual puede tener hemorragias que contaminen el cuerpo del bombero/rescatista poniendo en riesgo su salud."

- Quiropráctico y Fisioterapista, Dr. CARLOS DE LEÓN:
  "Bioniká es ligero y fácil de usar, pero "no" elimina el problema de fondo.
  Navitas sería algo pesado y engorroso de colocar en la parihuela, pero si elimina el sobre esfuerzo en el área lumbosacra.
  Et Bruchus es fácil de instalar, práctico al usar y no muy pesado.
  Con Tuto sería imposible rescatar a alguien cargándolo de esa manera."

- Mercadólogo, Lic. GIANCARLO POGGIO:
  "Bioniká no creo que cumpla con el principal requisito.
  Tuto creo que cumpliría con lo contrario del objetivo."

- Diseñadora Industrial, Lic. FEBE AGUILAR:
  "Et Bruchus tiene más probabilidades de ser un producto viable, estético, funcional y genial!"

4. Propuesta Final

CONCEPTO

Oruga, insecto típicamente blando y cilíndrico que posee vistosos colores, que avanzan acercando uno de los extremos de su cuerpo al otro, encogiendo o recogiendo su parte central para luego levantar la cabeza y extenderla hacia delante. Avanzando lento pero eficientemente a través de cualquier tipo de suelos, inclinaciones u obstáculos que le presente su entorno.

Es un insecto que se adapta y se transforma.

En latín, idioma raíz de todas las lenguas románticas, oruga se denomina: “Et Bruchus”.



Imagen 66:
Movimiento de Oruga
Fuente: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/apatete/
Fecha: 22/04/201

Se eligió este concepto debido a su connotación inmediata con el color verde, su reducido tamaño y forma y con el objetivo de crear una posible biomímesis[12] a su forma de avanzar por la naturaleza.

Basándose en las matrices de evaluación y la opinión de los especialistas se decidió desarrollar la propuesta número 3.

Se seleccionaron y definieron la forma básica (imagen No.82) y los elementos indispensables para su correcto funcionamiento. Siendo éstos: frenos para la cuerda, poleas, ejes, resorte y carcasa. El juego y diferente disposición de estos elementos hará del proyecto una solución más adecuada a la necesidad.

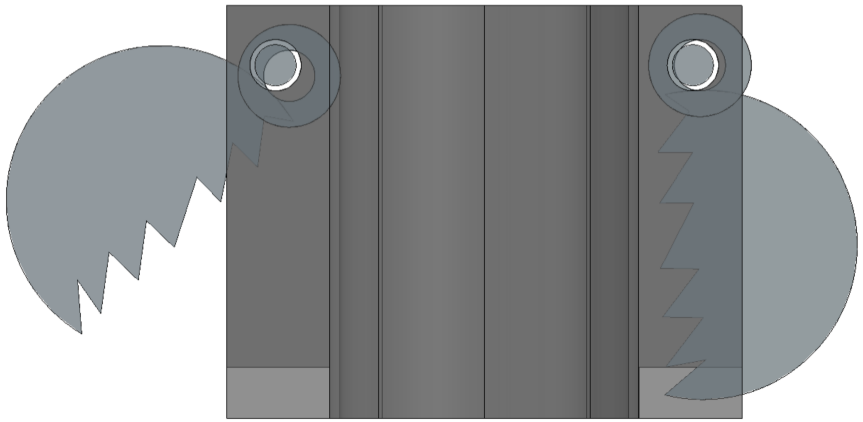


Imagen 82: Representación de freno
Fuente: Propia

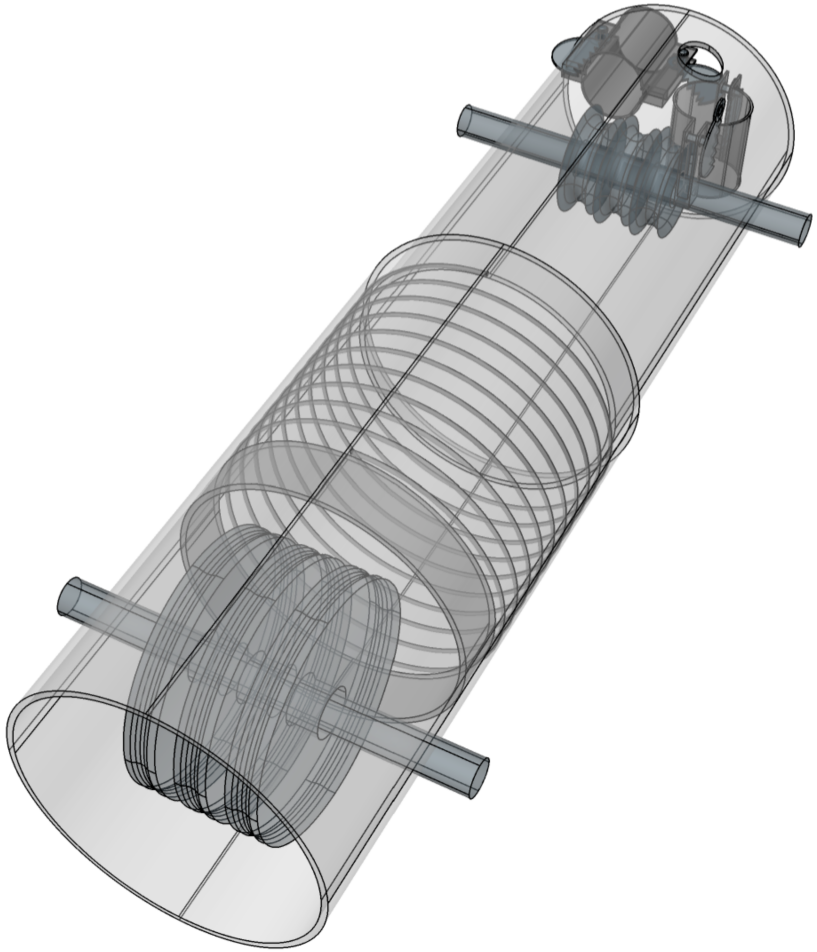


Imagen 83:
Representación de la propuesta elegida
Fuente: Propia

4.1 Explicación de la maqueta

Dicha solución consta de un sistema de poleas específico llamado “polipasto”. La innovación de la propuesta consta en que dicho sistema ha sido modificado para ser utilizado en cualquier posición y no sólo verticalmente.

Será posicionado en la cuerda, la cual brinda el bombero rescatista, disminuyendo el esfuerzo físico requerido y liberando a éste de la obligación de ejercer posiciones incorrectas, proporcionándole la independencia de moverse hacia donde desee con mayor facilidad sin generar peligro a la víctima o a él mismo.

El esfuerzo radicará ahora totalmente en la fuerza de los brazos, que será asistido también, por la fuerza de la gravedad y de la inclinación del terreno donde se encuentre. Librando así, al área lumbar de esfuerzos innecesarios durante el proceso de rescate.

Como paso siguiente se generó una maqueta básica que ayudara a definir el funcionamiento a detalle del sistema interno del mecanismo.

MODELO BÁSICO

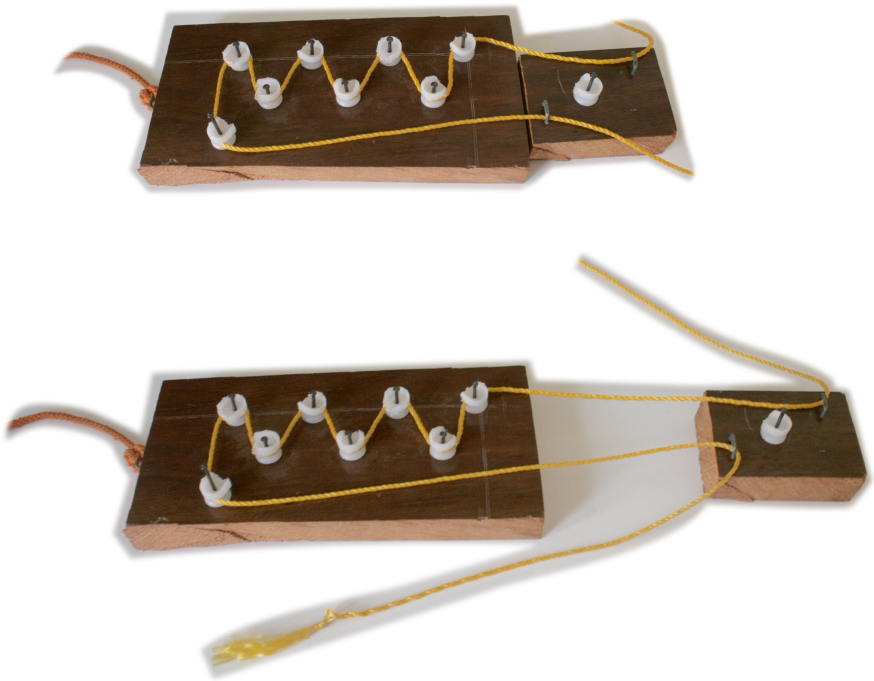


Imagen 84: Modelo Fuente: Propia Fecha: 22/04/201

El modelo a escala consta de dos piezas de madera con poleas plásticas adheridas que simulan muy básicamente el trayecto de la cuerda del rescatista, el movimiento del mecanismo y posibles tensiones por peso.

MODELO A ESCALA REAL

Luego se optó por desarrollar una maqueta funcional con poleas de aluminio, un eje de acero y un esqueleto de cartón que comprobara la reducción de esfuerzos y definiera diámetros ideales.

Los resultados de estas primeras pruebas fueron:

- Comprobar que el sistema del polipasto efectivamente reducía el peso a cargar hasta 1/16.
- Que los diámetros ideales para la estructura era 17cm el tubo más pequeño y 20cm el más grande.



Imagen 85: Modelo2
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

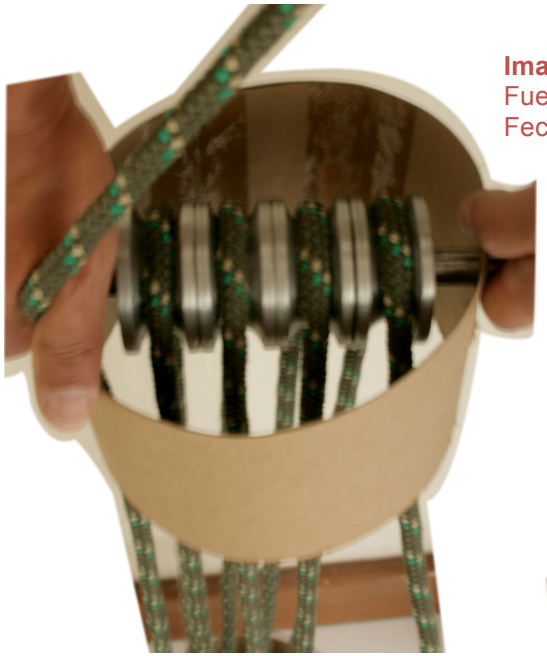


Imagen 86: Poleas superiores
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

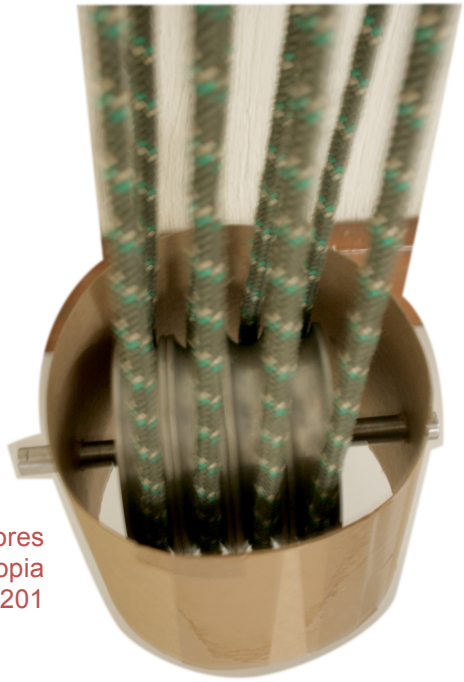


Imagen 87: Poleas inferiores
Fuente: Propia
Fecha: 22/04/201

Posteriormente, al ver que el mecanismo funcionaba como era debido se optó por colocar distintos diámetros a los juegos de poleas, en proporción de 2:1 para disminuir a la mitad el esfuerzo del usuario. Y luego se construyeron las estructuras cilíndricas junto con los frenos necesarios, ambos en hierro de 3mm.

En este punto se sustituyó el nombre “et Bruchus” por el diminutivo “Bru”.



Imagen 89: Frenos en proceso de fabricación
Fuente: Propia



Imagen 90: Estructura en proceso de fabricación
Fuente: Propia

Seguidamente, se hizo una prueba para establecer la posición de los frenos dentro de la estructura en relación a la los grosores y funcionamiento de la cuerda.



Imagen 91: Posición de los frenos en el interior
Fuente: Propia

Se propuso colocar un gancho de hierro unido a la estructura para ser el enganche a la parihuela, pero se concluyó que le agregaba demasiado peso innecesario al prototipo y se optó por sustituirlo, más adelante, por un alambre de acero.



Imagen 92:
Gancho de hierro
Fuente: Propia

Luego se notó la necesidad de disminuir el peso total del artefacto agujereando la estructura del prototipo para reducir un 10% de material.



Imagen 93: Agujeros para disminuir peso
Fuente: Propia



Imagen 93: Varilla que sostiene cuerdas
Fuente: Propia

Durante el desarrollo del modelo solución, se advirtió la necesidad de colocar una varilla metálica que sostuviera las cuerdas en su lugar para evitar que se cruzaran de una polea a la otra durante su uso.

Por último, se instaló el resorte que haría que ambas piezas se alejaran y se contrajeran. Haciendo del modelo un movimiento similar al de la oruga.

Los frenos permiten que el accesorio no retroceda mientras avanza por la cuerda.



Imagen 94: Resorte instalado
Fuente: Propia



Imagen 95: Resorte instalado
Fuente: Propia

4.2 Problemática de la propuesta original



Imagen 96:
Problemática propuesta original
Fuente: Propia

Al encontrarse con el modelo solución y evaluando su funcionamiento se descubrió que para que el mecanismo cumpliera su función al contraerse, necesitaba que alguna de las dos extremos de la cuerda cediera para que el resorte pudiera impulsar la parte superior.

Esto sucede debido a que cuando las poleas se encuentran juntas crean tensión en la cuerda impidiendo que el mecanismo avance como era previsto.

Por lo cual, se optó por hacer del mecanismo un accesorio independiente a la cuerda utilizada por los bomberos. Brindándole al mecanismo una cuerda autónoma, e instalando el accesorio a la cuerda de los bomberos sólo para poder ascender.

La parihuela que protege a la víctima sigue estando unida al accesorio por medio el alambre de acero en uno de los extremos de éste.

4.3 3D problemática resuelta

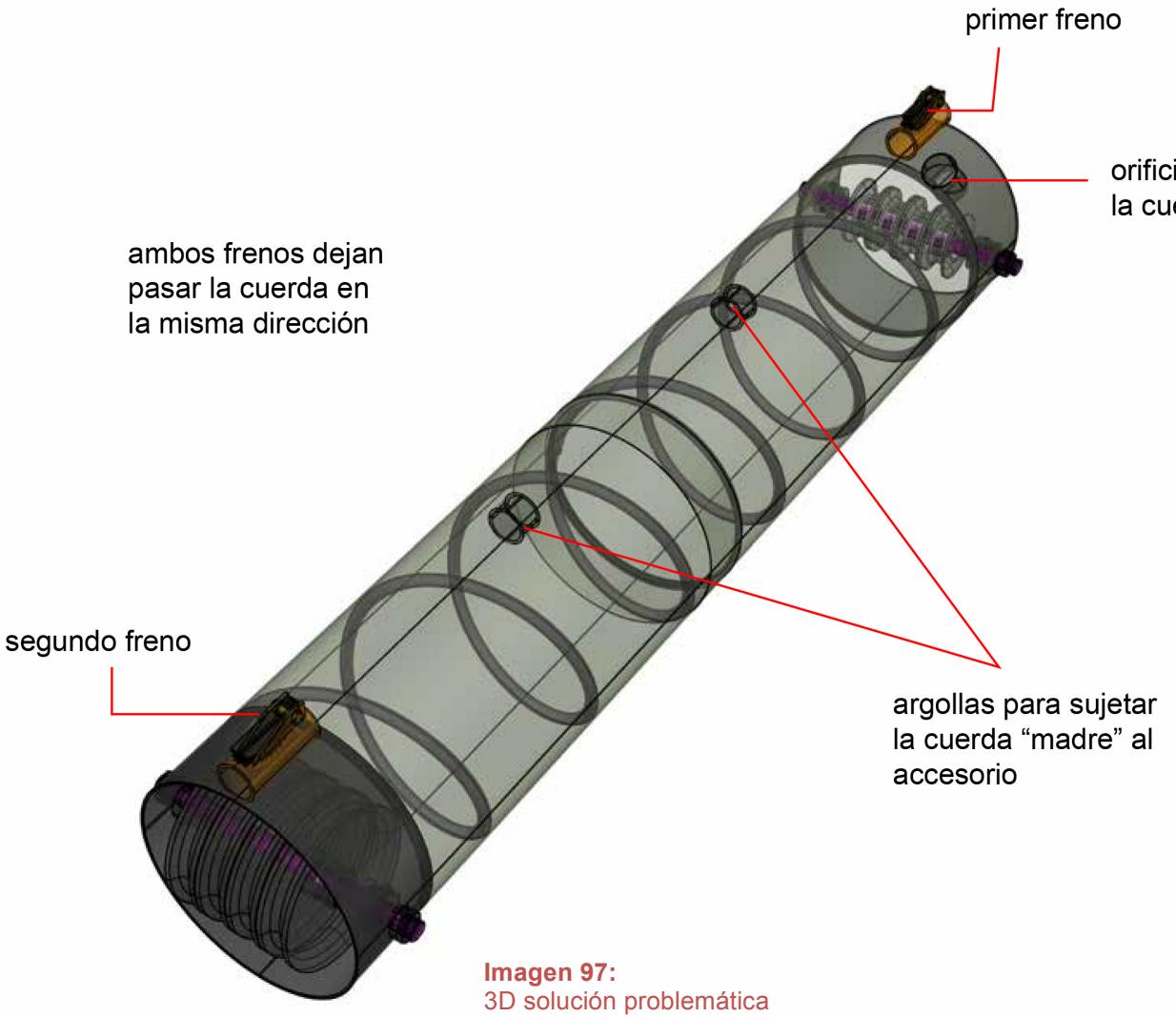


Imagen 97:
3D solución problemática
Fuente: Propia



Imagen 98:
Modelo solución problemática
Fuente: Propia

VII. MATERIALIZACIÓN

1. Modelo de Solución

Tras los obstáculos superados y los problemas resueltos anteriormente expuestos, se llevó el prototipo final a su término, y el resultado final del proceso de diseño fue **un accesorio mecánico que permite movilizar grandes pesos sujetos a él a través de inclinaciones pronunciadas precisando únicamente de la fuerza de los brazos y espalda superior del usuario**.

Dicho accesorio se coloca en la cuerda de seguridad y permite a los rescatistas hacer avanzar a la víctima sobre la parihuela por medio de movimientos repetitivos y sin necesidad de sobre esforzar los músculos lumbares o inclinarse más allá de 30° hacia delante durante el proceso.

Esto se logra por medio de un mecanismo adaptado de poleas combinado con frenos dentados y un resorte que, en conjunto, proveen una ventaja mecánica al usuario, mejores posturas de trabajo, más control sobre el ascenso y menor riesgo de lesión.

A continuación se presentan los detalles del modelo de solución final:

(*Para ver vídeo de la solución dirigirse al link: https://www.youtube.com/watch?v=08rTjA-v1oQ)

110

1.2 Fotografías



Imagen 99:
Modelo Final
Fuente: Propia



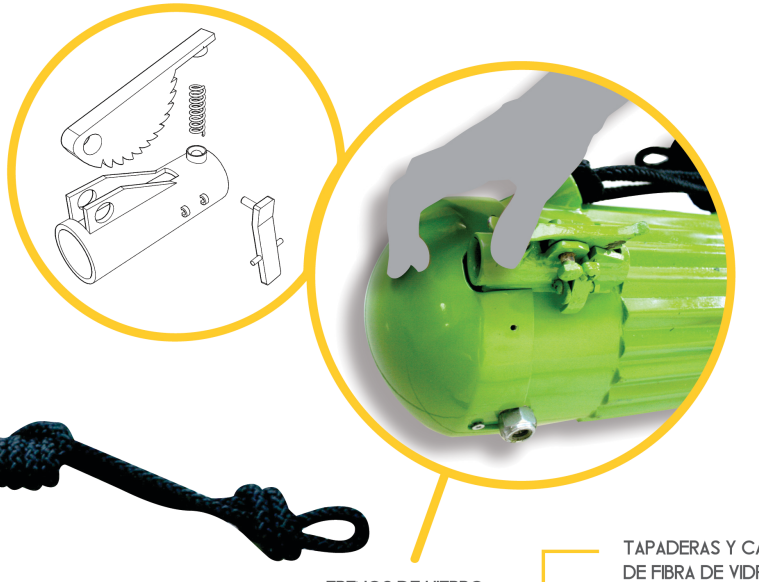


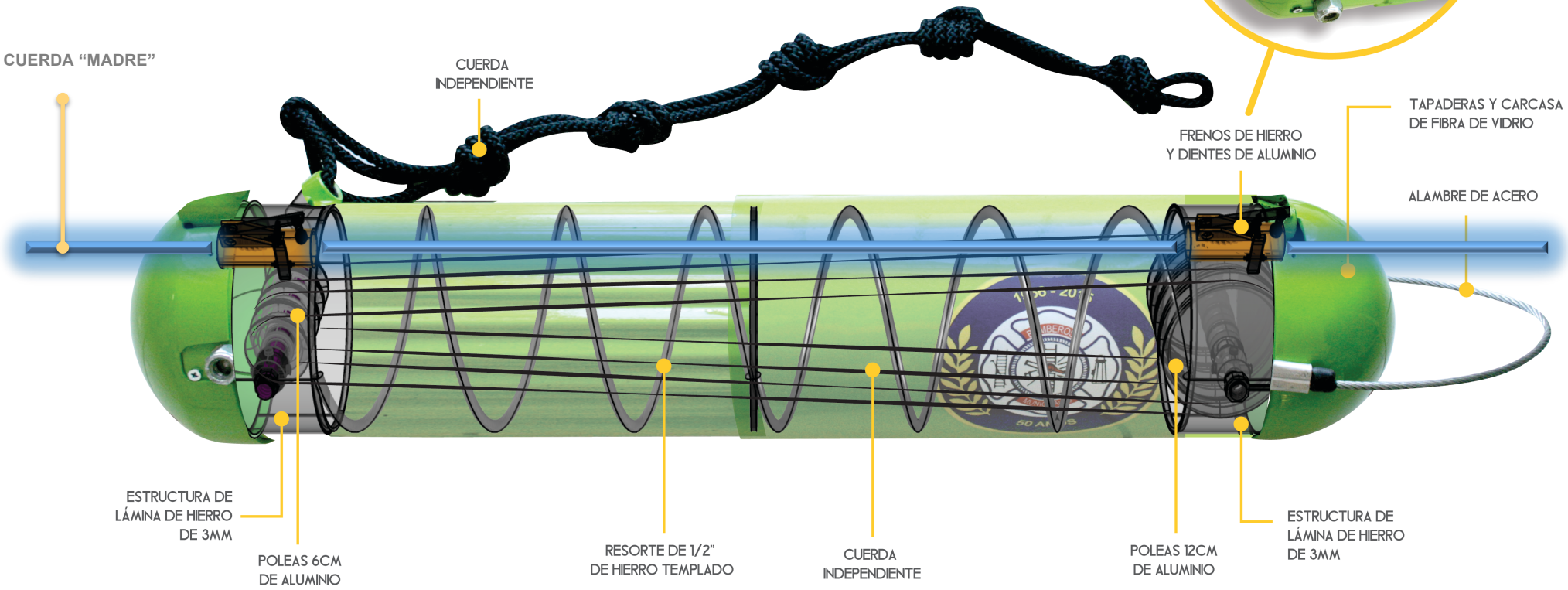
Imagen 100:
Proporción humana
Fuente: Propia

Bru.

CAPACIDAD DE HASTA 500lbs.

Imagen 101:
Componentes
Fuente: Propia



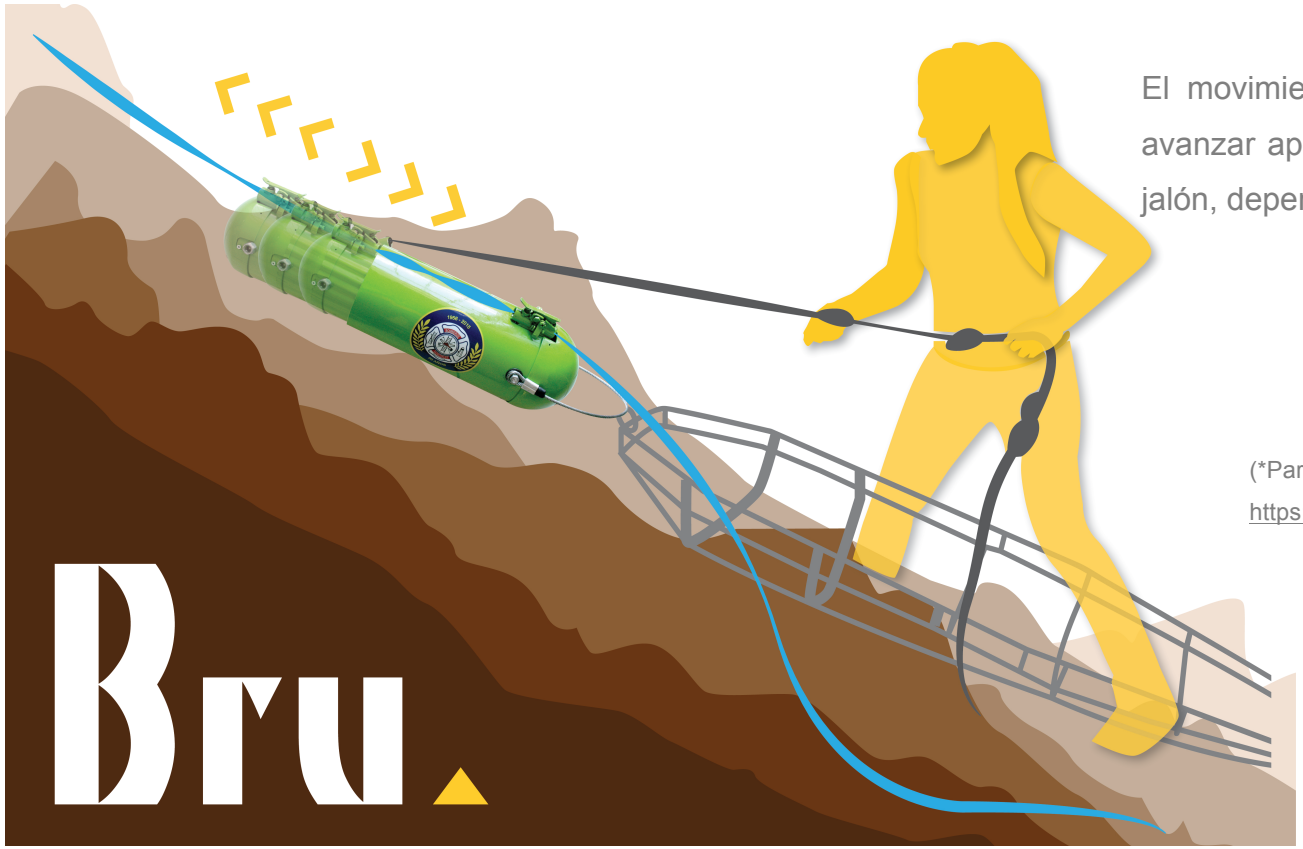


¿Cómo funciona básicamente?

Cuando el usuario jala la cuerda independiente, comprime el resorte auxiliado por las poleas.
Cada par de poleas reducen el peso cargado a la mitad.

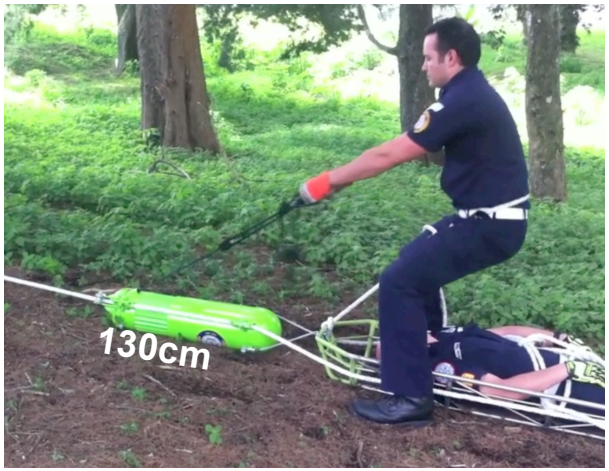
Al comprimir el resorte, la parte trasera de “Bru” sube y por ende, asciende con éste la parihuela y la víctima atadas a él. Cuando el usuario suelta la cuerda libera la presión del resorte interno empujando la parte delantera del accesorio haciéndolo avanzar por la cuerda “madre”. Los frenos no permiten que la víctima caiga con la gravedad guardan cada centímetro avanzado.

El movimiento repetitivo con este sistema permite avanzar aproximadamente, 20 – 40 centímetros por jalón, dependiendo del peso en cuestión.

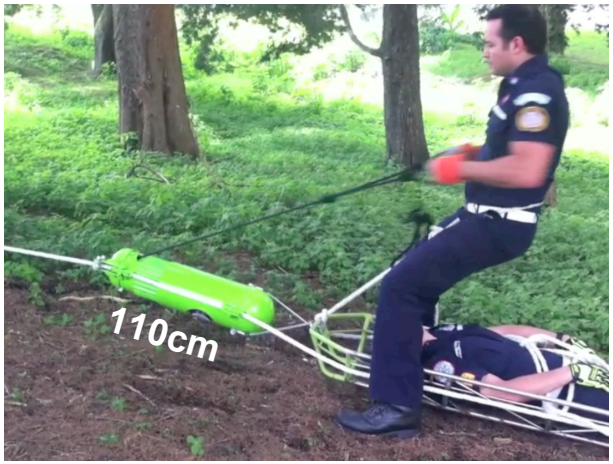


(*Para ver vídeo dirigirse al link:
https://www.youtube.com/watch?v=ROszxi75xXg)

Imagen 102:
Funcionamiento
Fuente: Propia



1. Extendido



2. Contrayéndose



3. Contraído

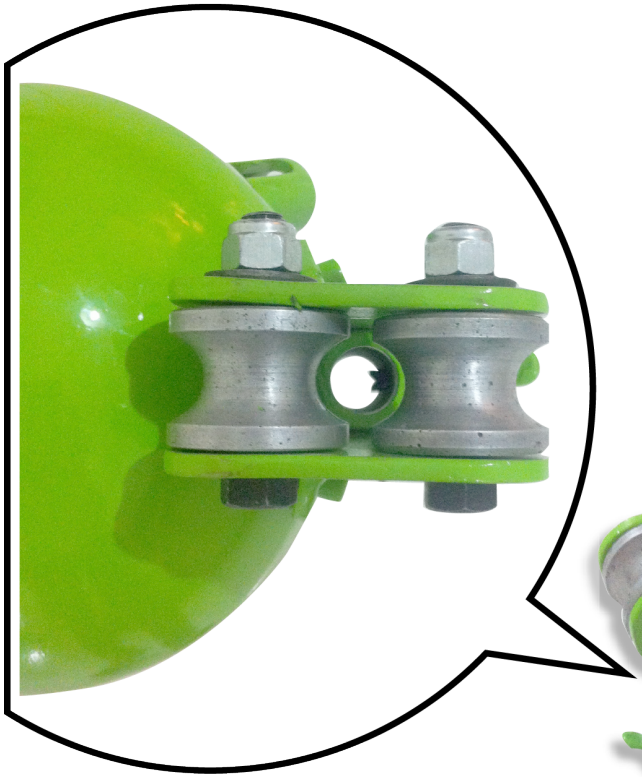
Imagen 103: Secuencia de uso
Fuente: Propia

Como se muestra en las imágenes superiores, una vez el bombero se asegura a la parihuela, comienza a halar la cuerda independiente en una postura mucho más descansada utilizando únicamente la fuerza de los brazos.

Por cada jalón que el bombero da, comprime el resorte entre 30 y 40 centímetros, según se desee. Luego la fuerza del mismo resorte hace que al soltar la fuerza, el accesorio avance sobre la cuerda principal la misma distancia que se contrajo.

De esta forma, el bombero ya no debe cargar directamente la parihuela y queda libre para asistir a la víctima en cualquier momento.

Las cuerdas a utilizar pueden ser de distintos diámetros y el proceso en sí se alteró muy poco a lo que el bombero estándar ya esta acostumbrado.



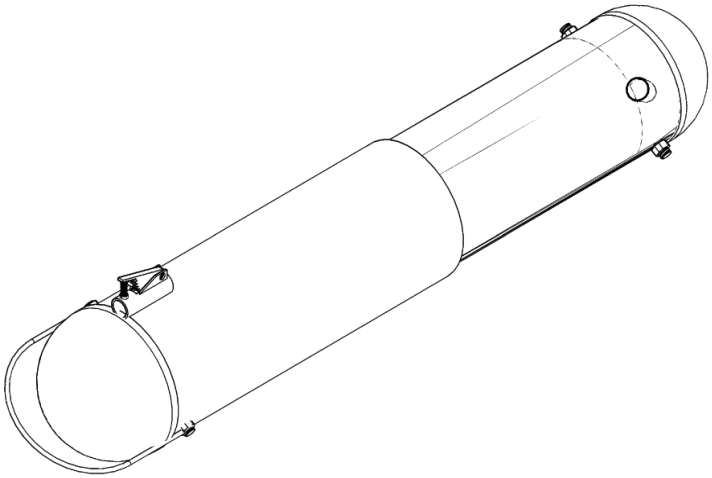
ACCESORIO EXTRA

El accesorio extra para “Bru” consta de dos poleas que facilitan la entrada de la cuerda principal a los frenos.
Con dichas poleas se reduce la fricción de la cuerda, la cual aumenta proporcionalmente al peso que se quiera trasladar. Por ende, facilita la tarea en pesos mayores de 150 libras dependiendo del escenario y el ángulo de inclinación.

Se coloca justo en la entrada del primer freno en la estructura de la pieza “macho” con 4 tornillos.
Le permite al resorte vencer más fácilmente la fricción de la cuerda cuando necesita liberar su fuerza una vez comprimido.

La cuerda pasa enmedio de ambas poleas directo al freno.
No altera de ninguna manera la técnica de uso ya estipulado para el usuario.





MANUAL DE USO

Se lleva hasta la escena del rescate recostado sobre la parihuela y asegurado con el mosquetón.



1



Cuando ya se tiene el accesorio ensamblado,



se enebra un extremo del lazo que sujetará al rescatista y a la víctima desde la cima por el primer freno mientras los frenos tienen los seguros puesto para que la cuerda pase fácilmente.

Seguro presionado y freno abierto

2



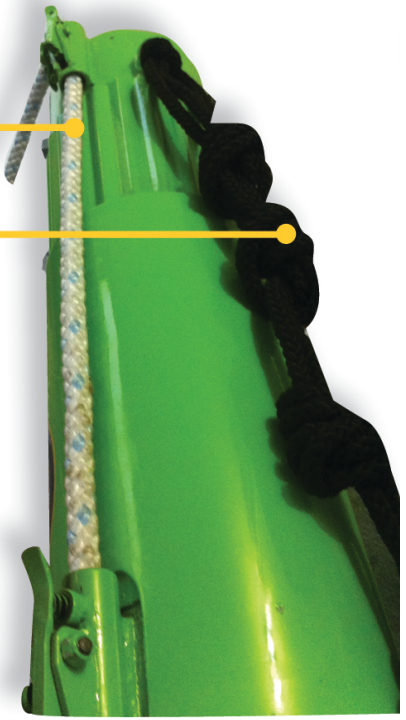
Se pasa el mismo extremo de la cuerda por el segundo freno que tendrá el seguro abierto también y seguidamente se liberan los seguros para soltar los frenos y que comiencen a presionar la cuerda para evitar su deslizamiento en sentido contrario.

3

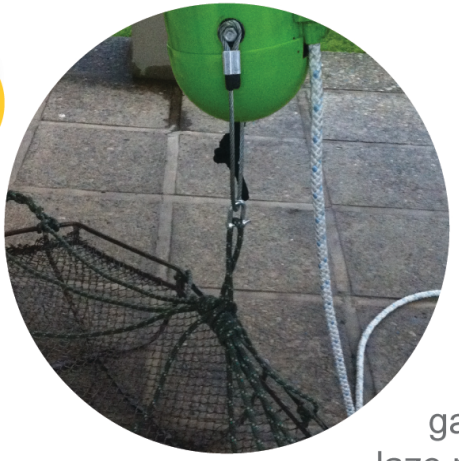
cuerda principal

cuerda independiente

El extremo de la cuerda principal enebrada se puede dejar engancha a un árbol, tensada en el suelo con una estaca o el usuario puede tensarla manualmente durante el ascenso.



4



Se instala a la parihuela por medio del cable de acero.

Se recomienda utilizar un mosquetón, gancho cerrado o lazo para esto. Cuando se tiene segura la parihuela al accesorio se puede comenzar el ascenso.

5

Seguidamente, debe halar con fuerza la cuerda independiente (de color negro en la imagen) contrayendo así el cuerpo del accesorio, y cuando llegue a su tope, se debe liberar la fuerza de nuevo para que el accesorio se vuelva a extender.

Repetir esto hasta llegar a un lugar seguro donde se asista a la víctima.



6

Se recuerda mantener durante todo el proceso, una postura recta con las rodillas flexionadas. Para reducir el esfuerzo, pasar la cuerda por detrás de la cintura y apoyarse echando el peso hacia atrás con la gravedad.



Manual de Uso

Correcta secuencia de posicion de espalda y brazos durante el uso:

1



2



3



4



REGRESAR A PASO 1

Dependiendo de la preferencia del bombero se puede atar la cintura con el otro extremo de la cuerda principal para mayor seguridad de éste, como lo muestra las imágenes.

7

Al finalizar el uso se debe volver a presionar los seguros de los frenos y sacar la cuerda principal hasta dejarlo en el extremo listo para su uso inmediato.



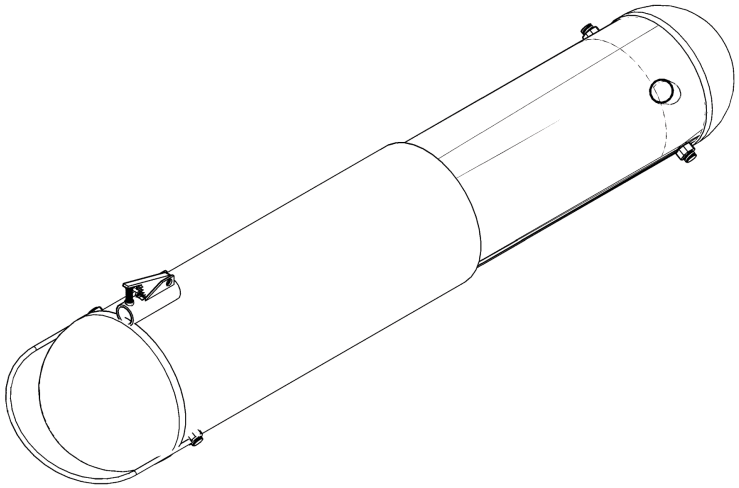


Se sugiere mantener aceitada las piezas con “Spray 3M, Multi Purpose Lubricant”.

Y almacenar colgado junto al carrete de la cuerda.







MANUAL DE ENSAMBLE

LISTA DE COMPONENTES

1



3 tipos de tornillos (8 en total)

2



2 ejes, de distinto largo

3



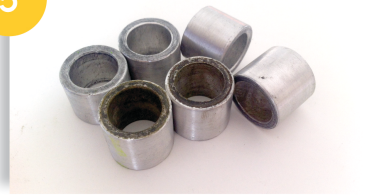
2 tuercas de 7/8”

4



1 tope removible

5



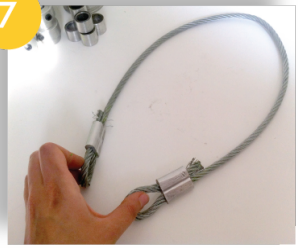
6 separadores

6



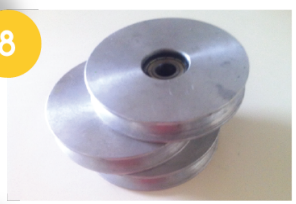
4 seguros con sus 8 tornillos “Allen”

7



1 alambre de acero

8



3 poleas de 12cm de diámetro

9



4 poleas de 6cm de diámetro

10



2 tapaderas de distintos diámetros

11



2 cuerpos

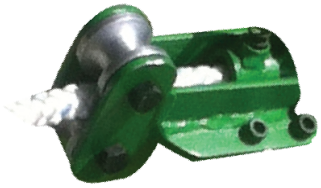
hembra

macho

12



1 resorte



Poleas antifricción para mayor peso y sus 4 tornillos

HERRAMIENTAS



Llave Allen de 1/8”

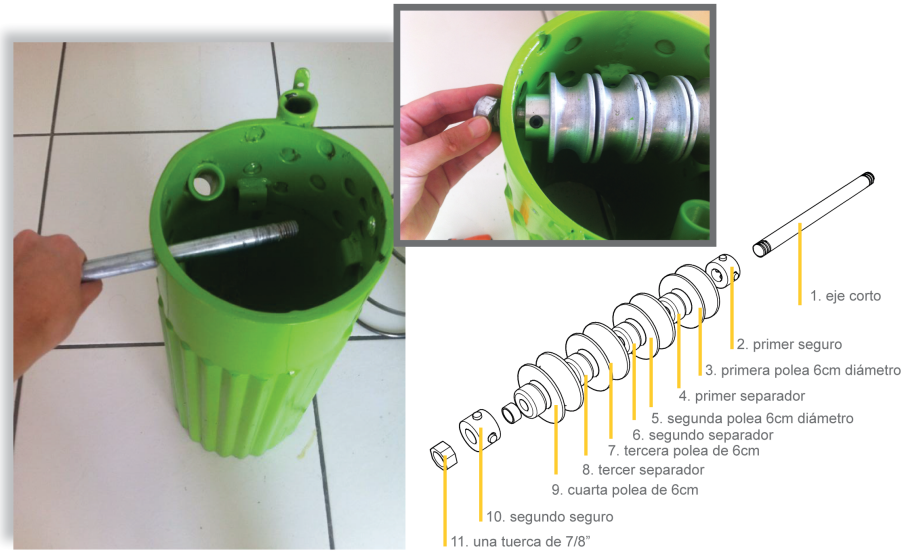
Desatornillador phillips

Llave de 7/8” o universal

TOTAL DE PIEZAS: 38

PROCESO DE ENSAMBLE

1 Insertar el eje más corto en el cuerpo “macho” e ir colocando las poleas, separadores y seguros en el orden mostrado.



2 Instalar la pieza “tope” utilizando los dos tornillos de largo 1/2” y un desatornillador Phillips.

Dicha pieza servirá para evitar que la cuerda se traslape a las otras polea y para facilitar el proceso de ensamble.



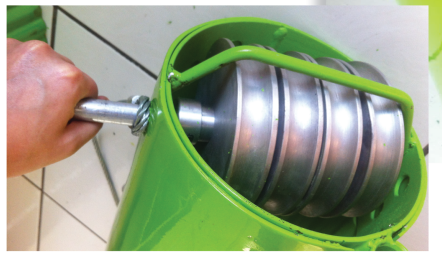
3



Apretar los 4 tornillos “Allen” de ambos seguros con la llave Allen de 1/8”.

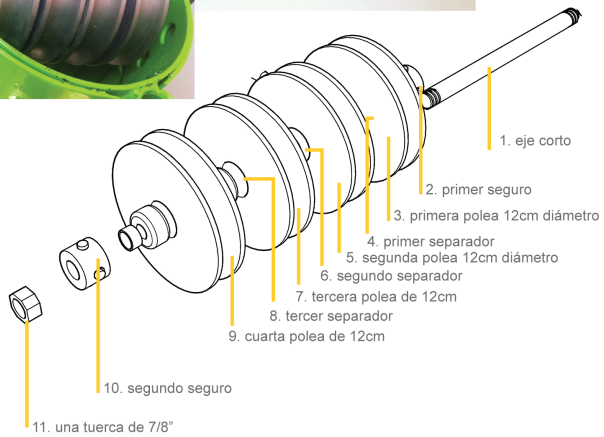
4

Insertar el otro eje más largo en el cuerpo “hembra” e instalar el resto de poleas, seguros y separadores como anteriormente.





Recordarse de colocar el alambre de acero en los extremos de éste eje.



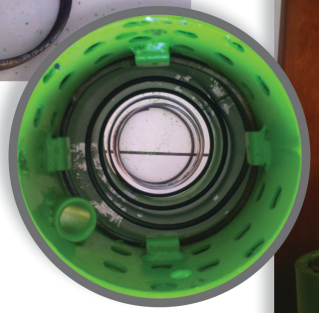
5



Apretar los 4 tornillos “Allen” de ambos seguros con la llave Allen de 1/8”.

6



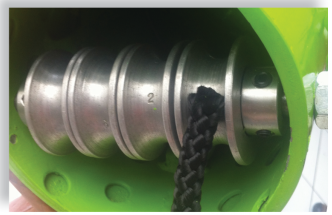


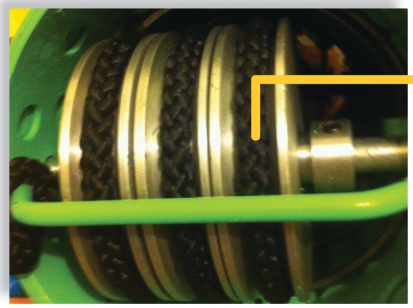


Insertar el resorte en el cuerpo “macho” y luego insertar ambos ensamblados en el cuerpo “hembra”.

7

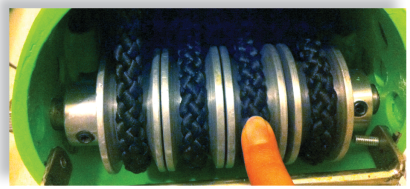
Se enebra la cuerda interna comenzando por la polea de 6cm del lado derecho.





Luego por la polea de 12cm de lado derecho.

Después por la polea de 6cm adyacente a la primera. Y se continua así hasta pasar por todas las poleas.

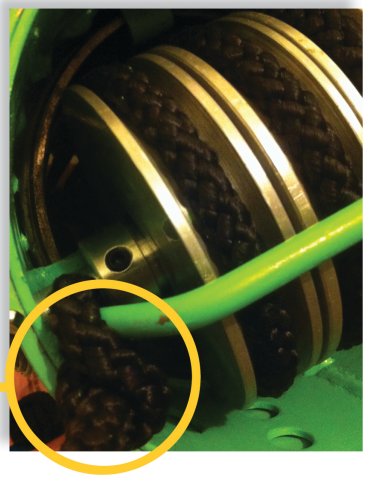


Proceso de ensamble

8

1er. nudo

Luego se sujeta un extremo de la cuerda al tope del cuerpo hembra.





2ndo. nudo

Y el otro se introduce por el orificio de salida haciendo un nudo mientras se tensa.

Los nudos de la cuerda donde el usuario debe halar se sugieren hacer-los como asas, para su mayor comodidad, como se muestra en la imagen.
Pero esto queda a discreción
del usuario.



Proceso de ensamble

9

Por último se ensamblan ambas tapaderas atornillandolas al cuerpo con los tornillos phillips de 1/2”.



10

Si desea adherirle la pieza de poleas antifricción para transportar mayor peso sólo debe atornillarla en los cuatro orificios que posee la estructura “macho” junto al freno de la forma como muestra la imagen.
Y luego colocar la tapadera.



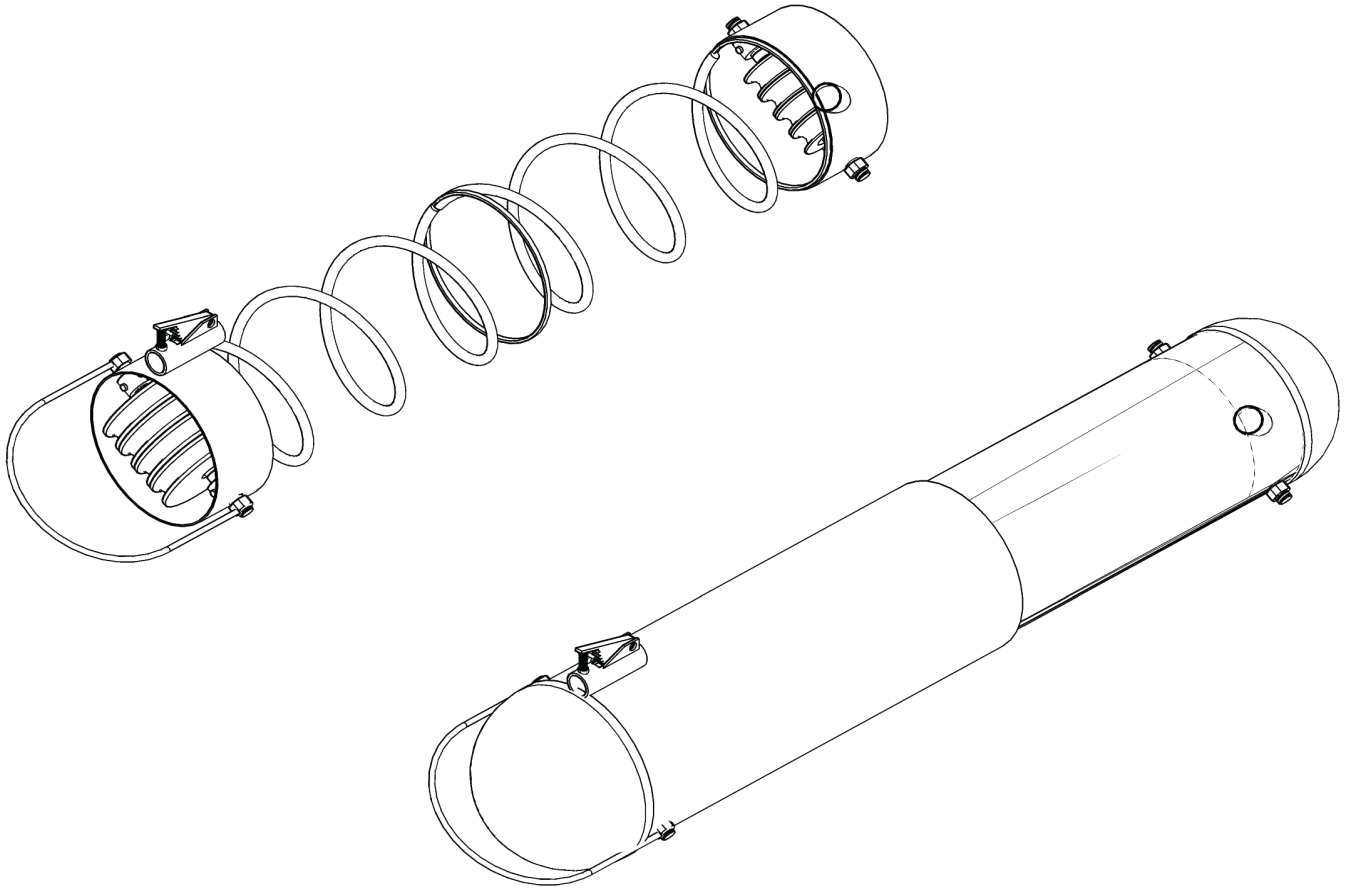
11

Se instala la parihuela por medio de un mosquetón enganchado del alambre del accesorio a la estructura de la parihuela y listo!



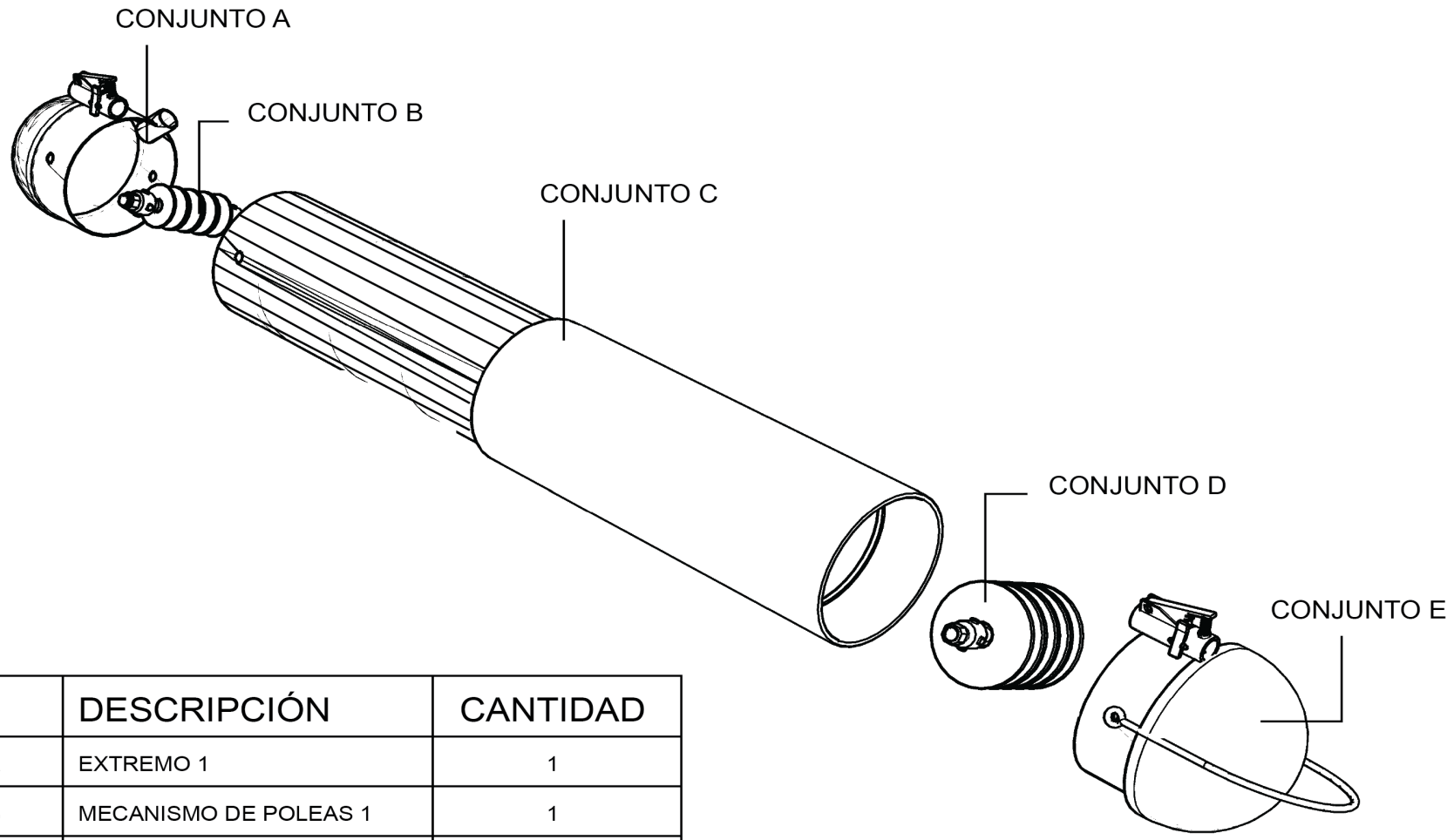


1.4 Planos constructivos



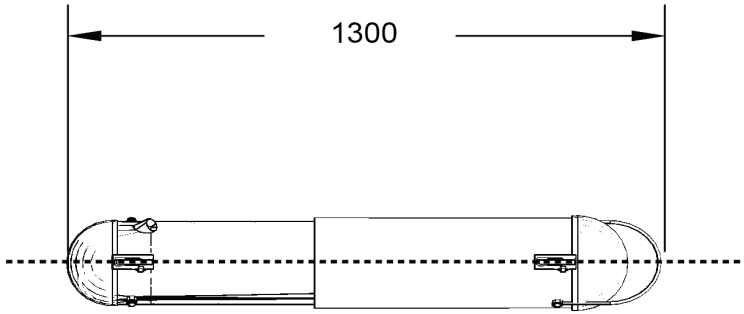
ISOMÉTRICA 30°/30°

VISTA ISOMÉTRICA Y TRANSPARENCIA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 1/32

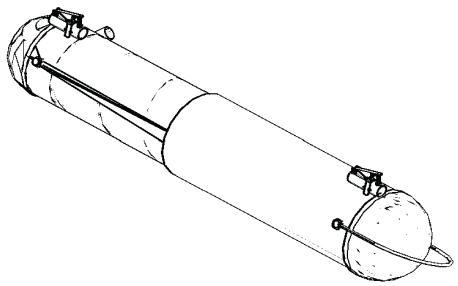


ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
CONJUNTO A	EXTREMO 1	1
CONJUNTO B	MECANISMO DE POLEAS 1	1
CONJUNTO C	CUERPO	1
CONJUNTO D	MECANISMO DE POLEAS 2	1
CONJUNTO E	EXTREMO 2	1

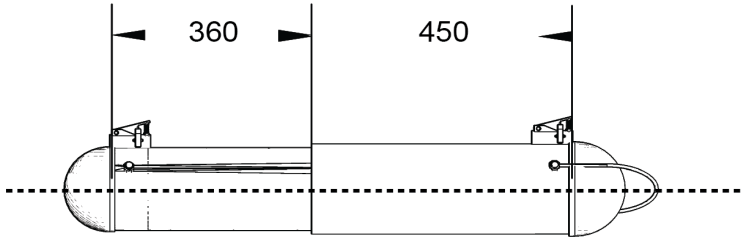
DESPIECE VISTA ISOMÉTRICA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 2/32



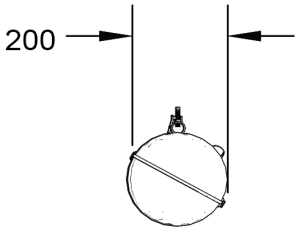
VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA 30/30°

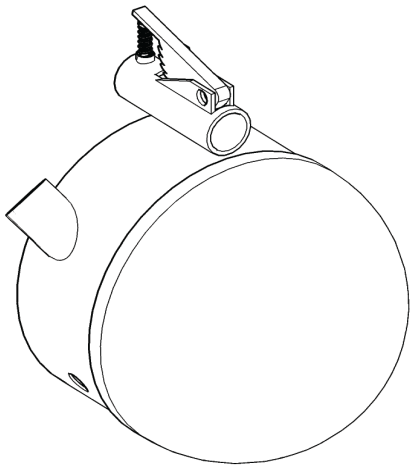


VISTA LATERAL IZQUIERDO

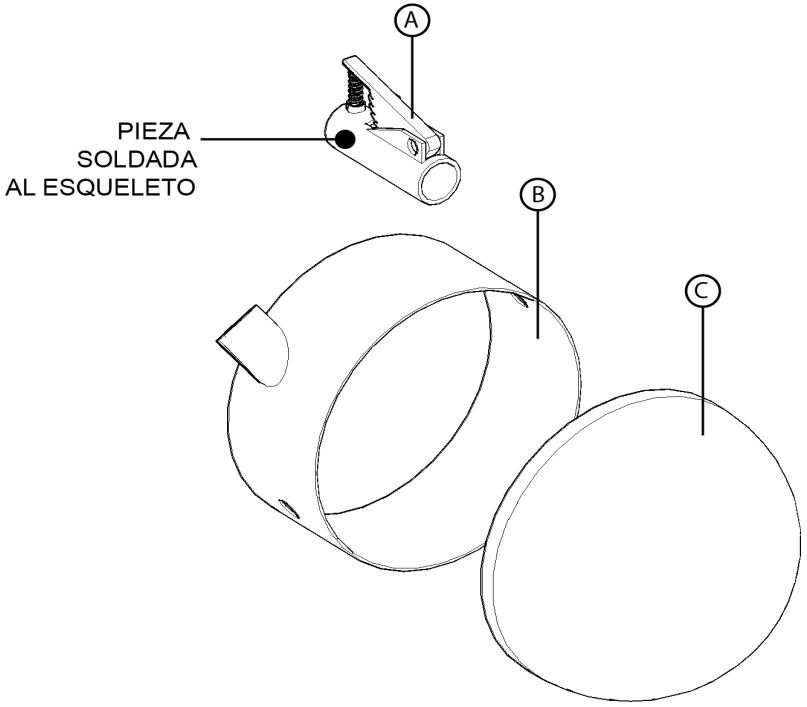


VISTA FRONAL

VISTAS GENERALES	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:50	F. 3/32



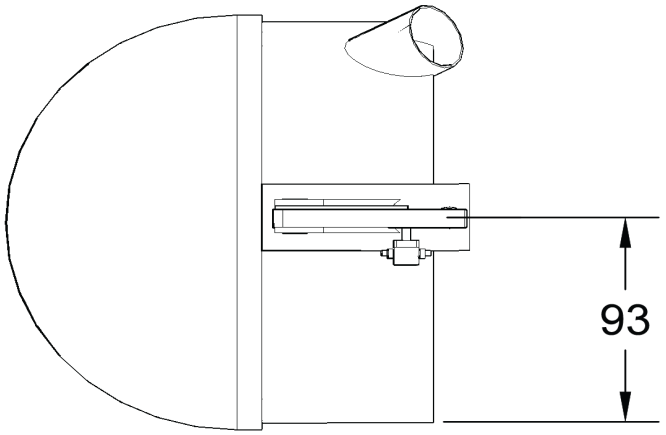
ISOMÉTRICA 30°/30°



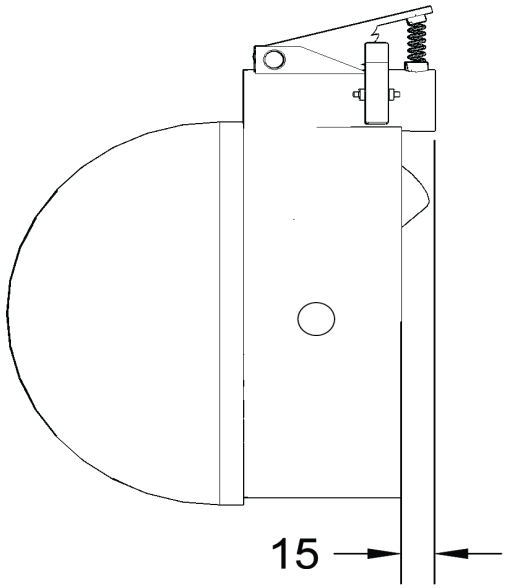
DESPIECE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	FRENO	LÁMINA DE HIERRO 3MM	1
B	ESQUELETO 1	LÁMINA DE HIERRO 3MM	1
C	TAPADERA 1	FIBRA DE VIDRIO	1

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 4/32



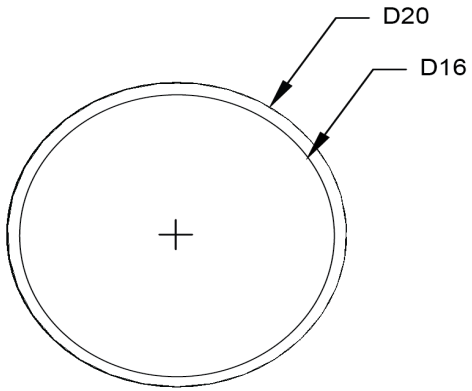
VISTA SUPERIOR



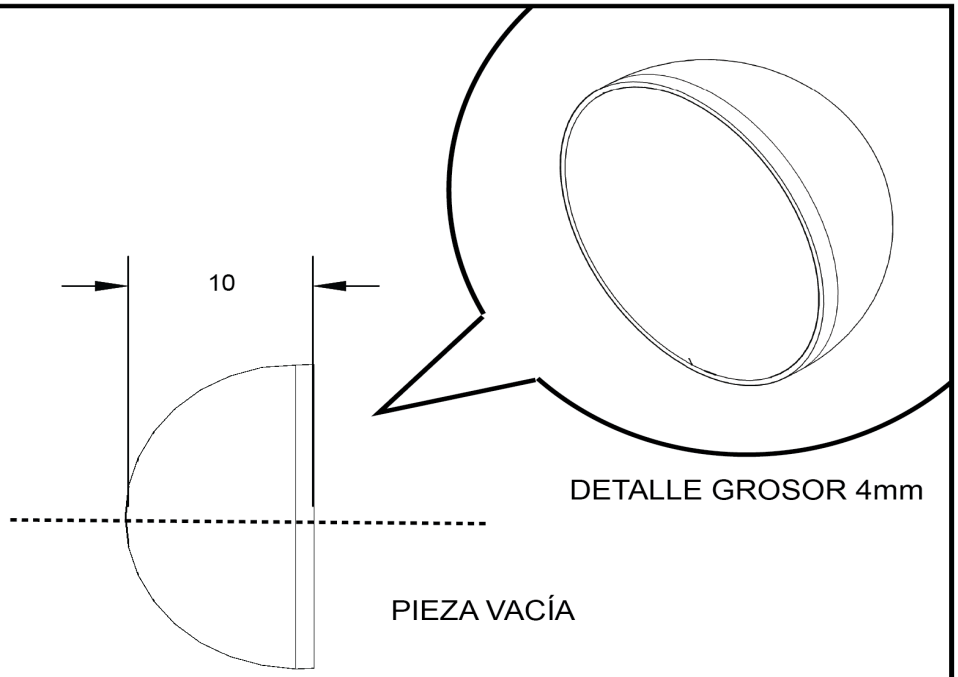
VISTA LATERAL DERECHA

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 5/32

TAPADERA 1



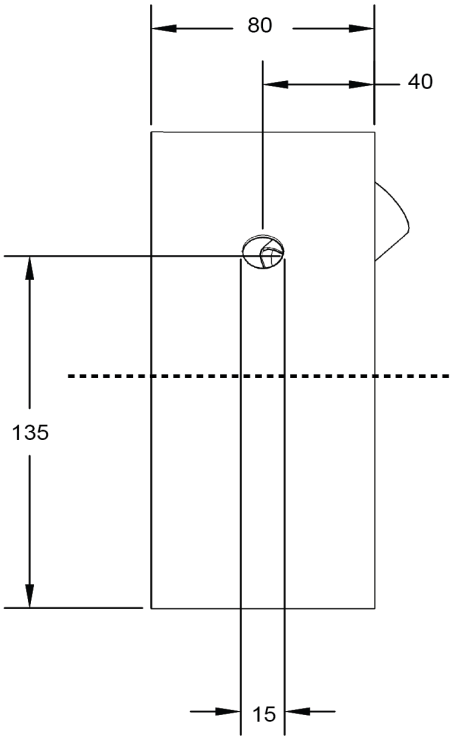
VISTA FRONTAL



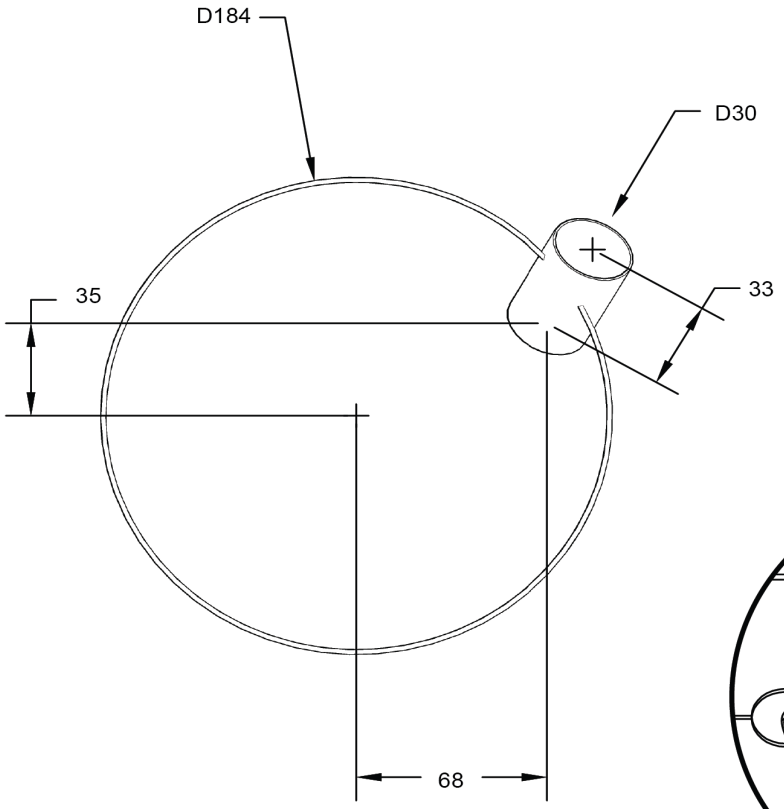
VISTA LATERAL DERECHA

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 6/32

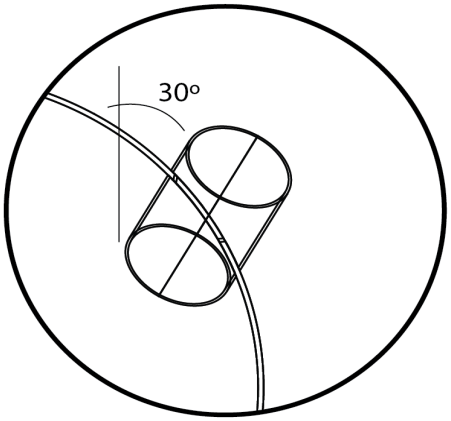
ESQUELETO 1



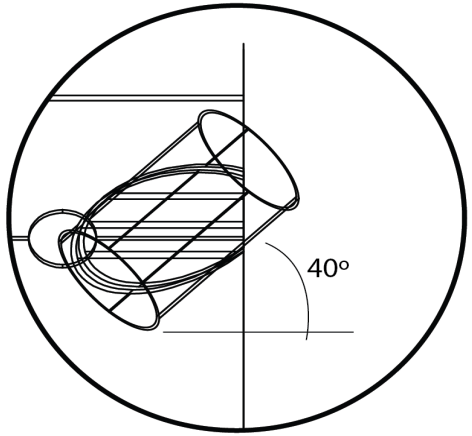
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



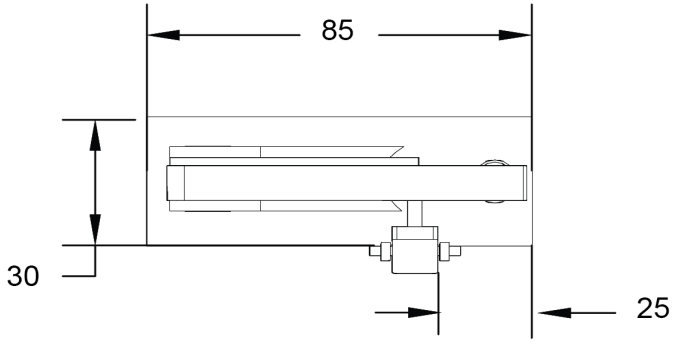
DETALLE VISTA
OCULTA FRONTAL



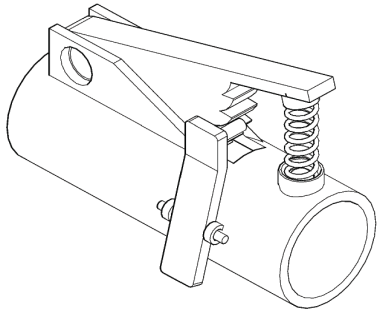
DETALLE VISTA OCULTA
LATERAL IZQUIERDA

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 7/32

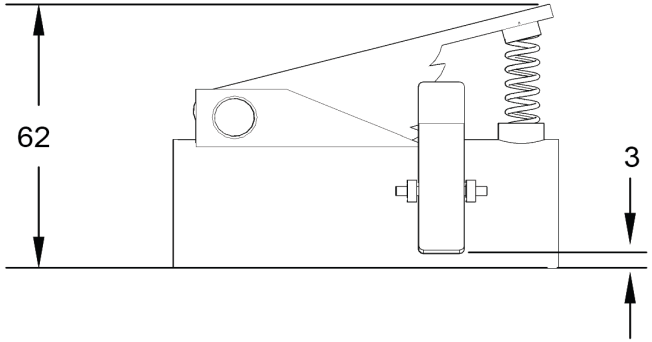
FRENO



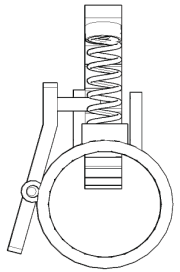
VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA 30º/30º



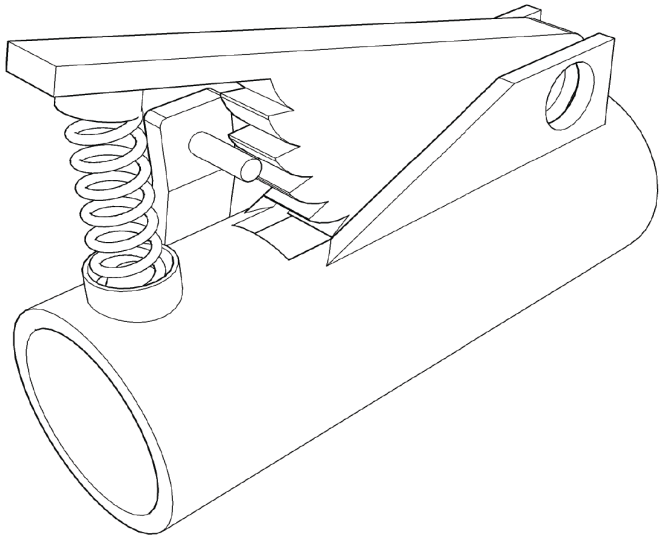
VISTA LATERAL IZQUIERDA



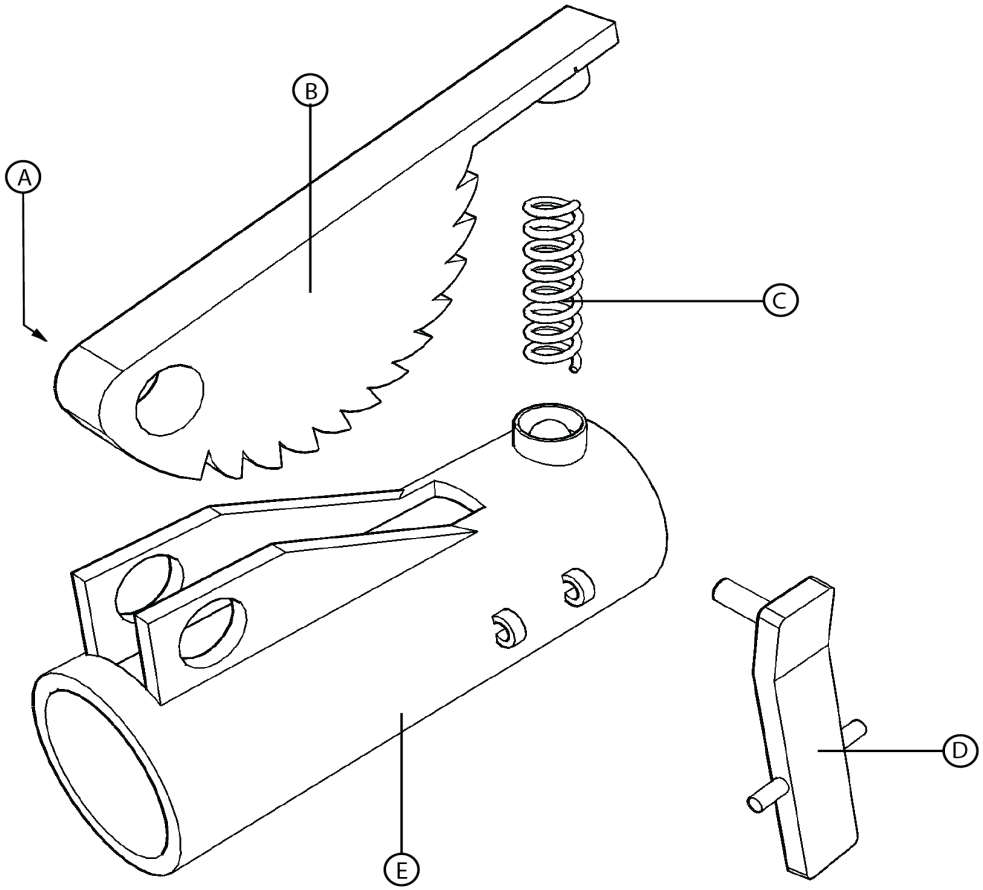
VISTA FRONTAL

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:8	F. 8/32

FRENO



ISOMÉTRICA 30º/30º

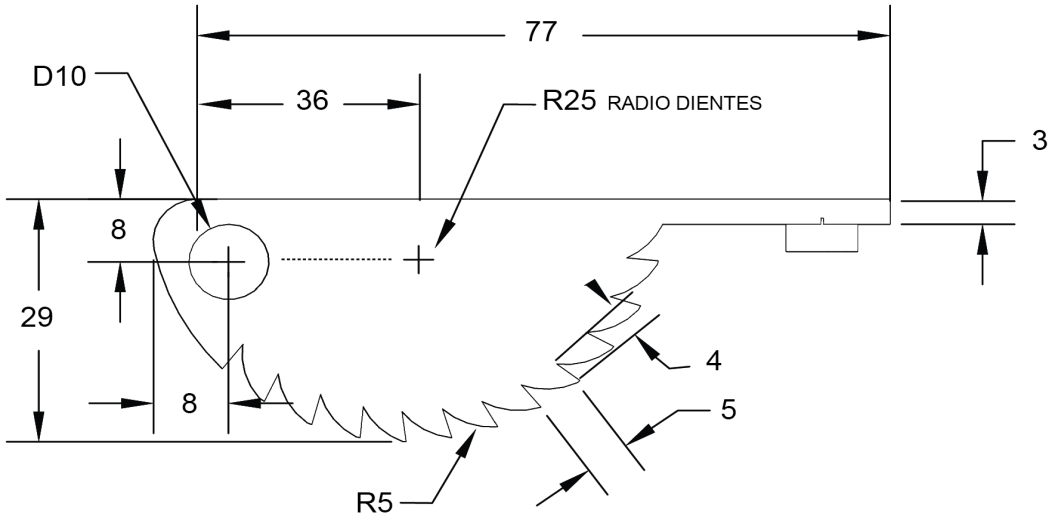


DESPIECE

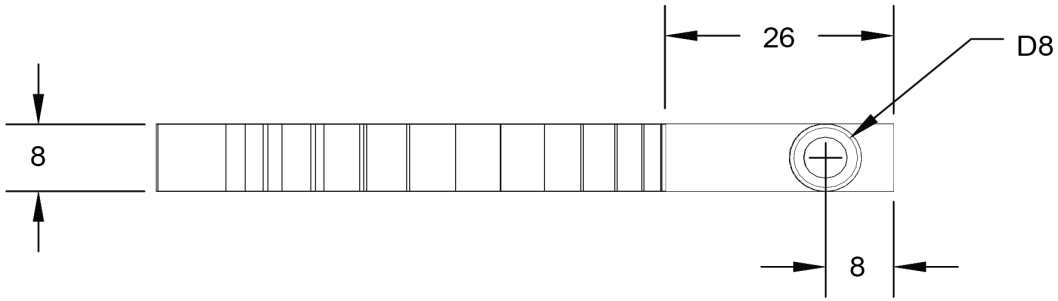
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	TORNILLO HEXAGONAL 1 1/2"	ACERO GALVANIZADO	1
B	ENGRANAJE	ALUMINIO	1
C	RESORTE	ALAMBRE DE HIERRO TEMPLADO DE 3/8"	1
D	ENGANCHE DEL FRENO	LÁMINA DE HIERRO 3MM	1
E	ESTRUCTURA DEL FRENO	LÁMINA DE HIERRO 3MM	1

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:4	F. 9/32

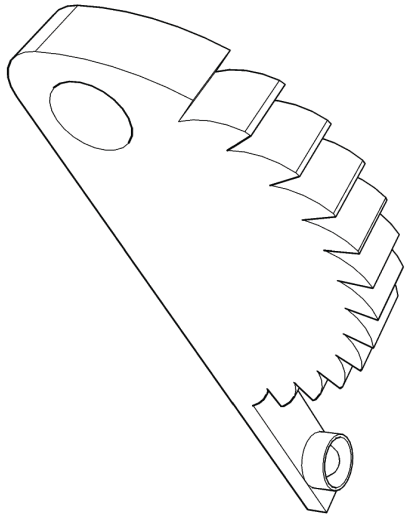
FRENO



ENGRANAJE VISTA SUPERIOR



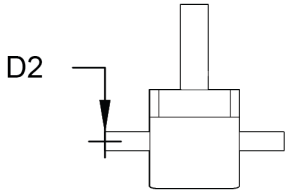
ENGRANAJE VISTA FRONTAL



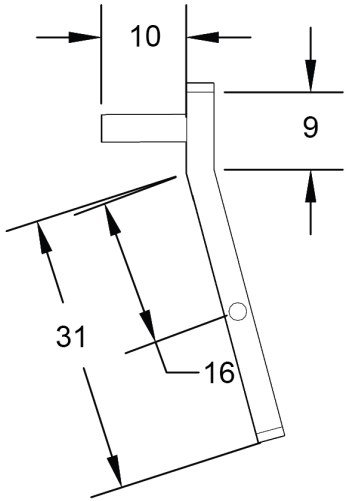
ENGRANAJE VISTA ISOMÉTRICA 30º/30º

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:4	F. 10/32

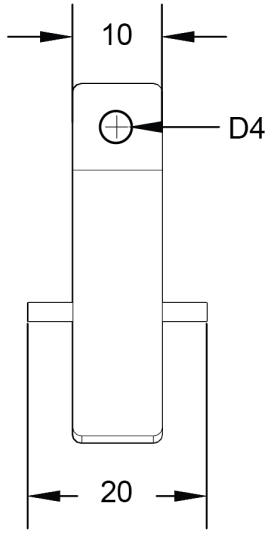
ENGANCHE DEL FRENO



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL IZQUIERDA

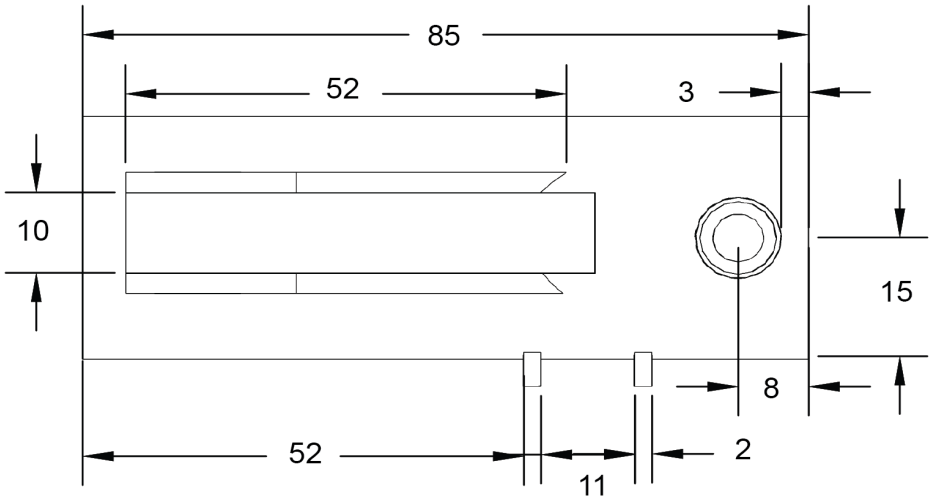


VISTA FRONTAL

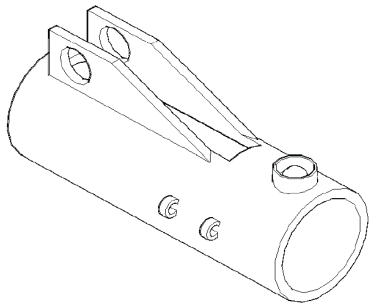
* LIMAR ARISTAS

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 11/32

ESTRUCTURA DEL FRENO

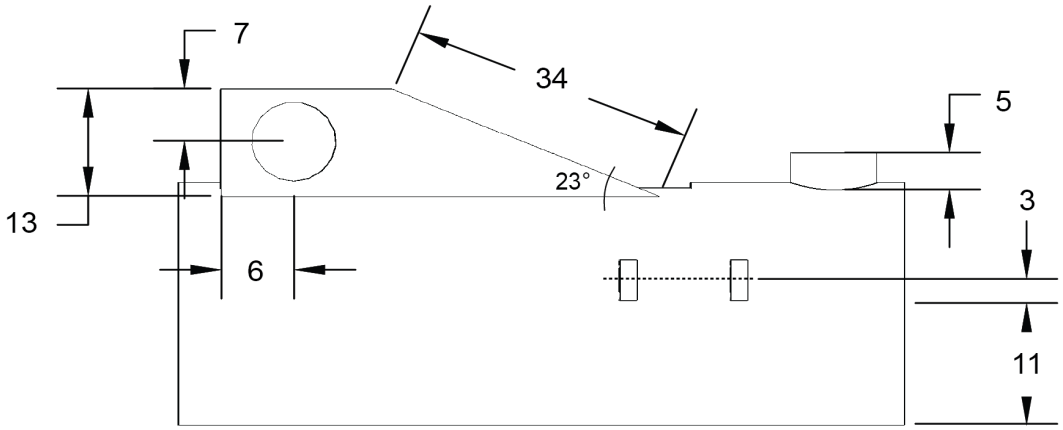


VISTA SUPERIOR

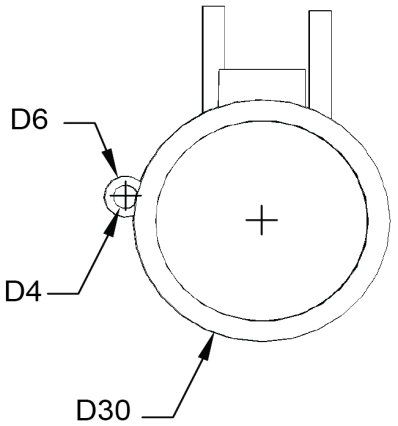


ISOMÉTRICA 30º/30º

ESC 1:10

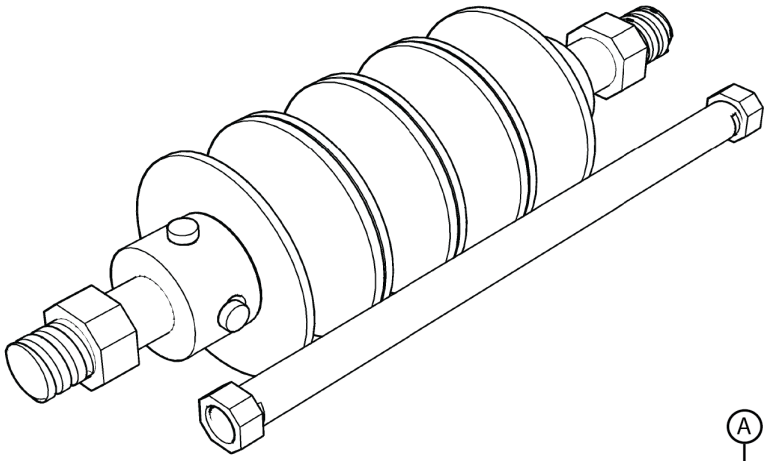


VISTA FRONTAL

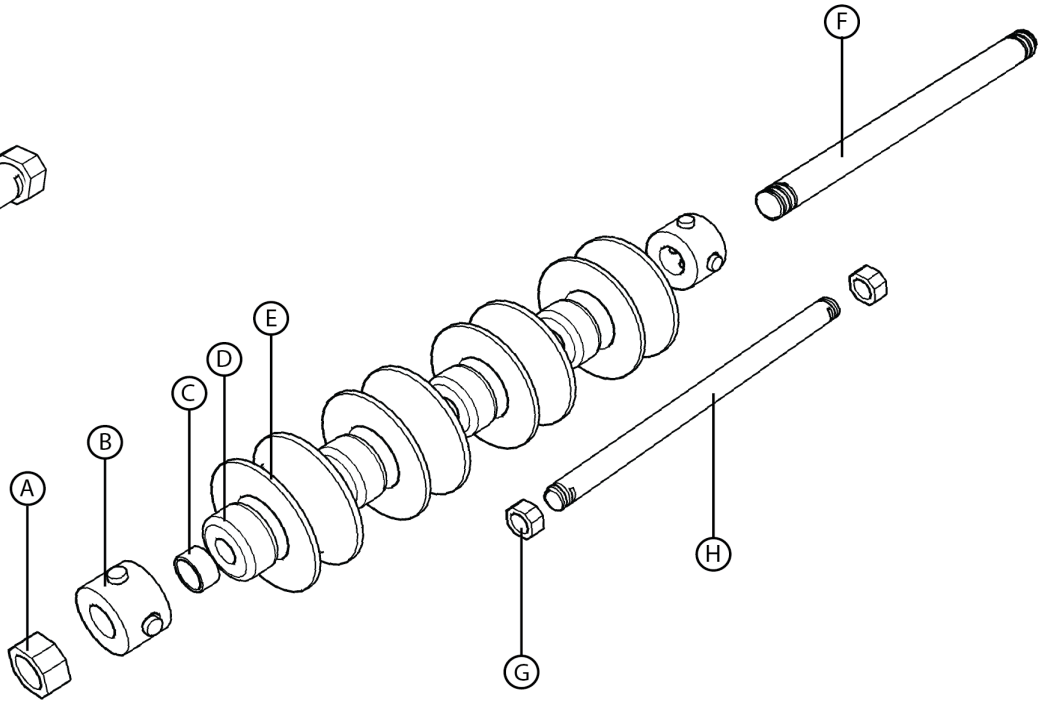


VISTA LATERAL DERECHA

CONJUNTO A	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:2	F.12/32



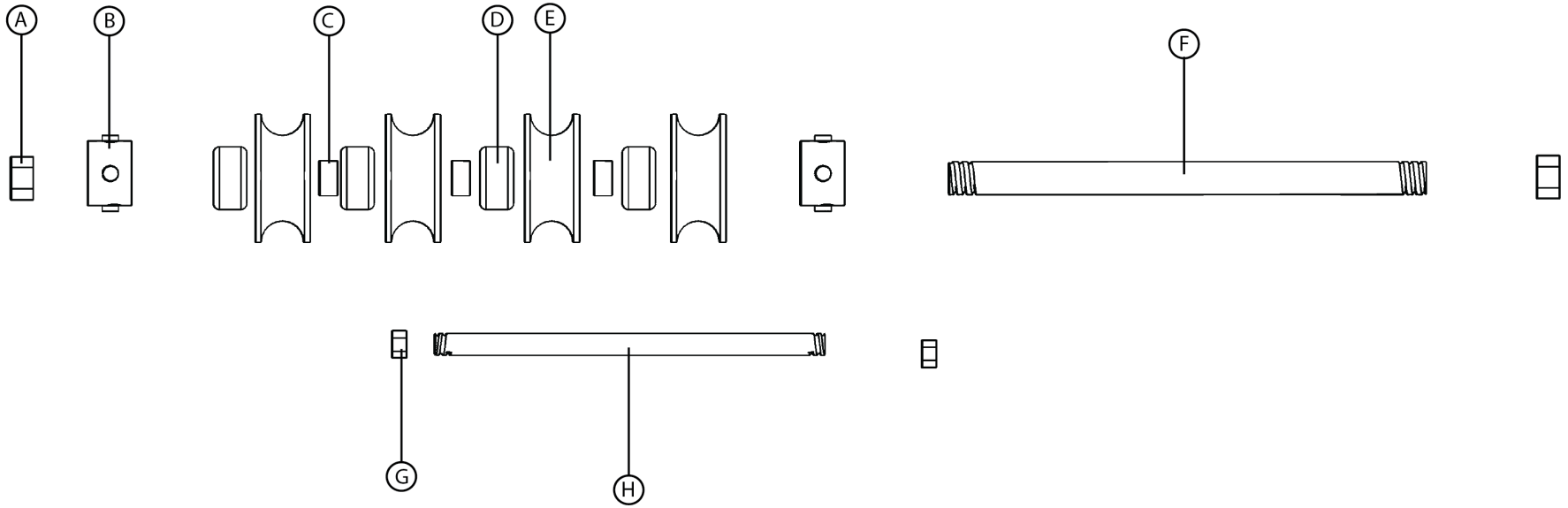
ISOMÉTRICA 30°/30°



DESPIECE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	TUERCA DE 7/8” DE ROSCA FINA	ACERO GALVANIZADO	2
B	SEGURO	ALUMINIO	2
C	SEPARADOR	ALUMINIO	3
D	COJINETE “NACHI” 600ZZE C3	ACERO INOXIDABLE	4
E	POLEA 1	ALUMINIO	4
F	EJE	ACERO INOXIDABLE	1
G	TUERCA PHILLIPS ROSCA FINA 1/2”	ACERO GALVANIZADO	2
H	TOPE	ACERO INOXIDABLE	1

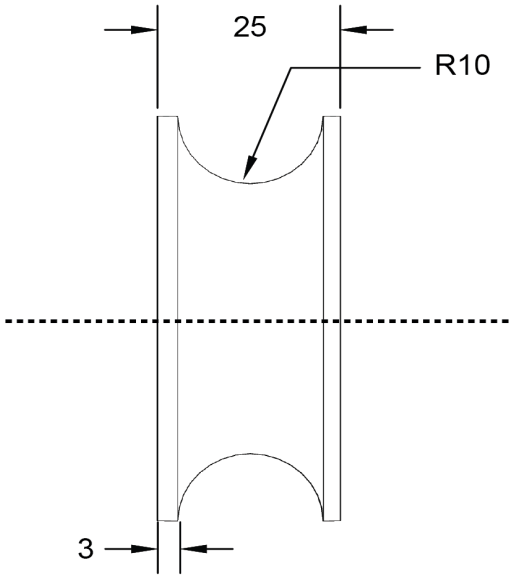
CONJUNTO B	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:8	F. 13/32



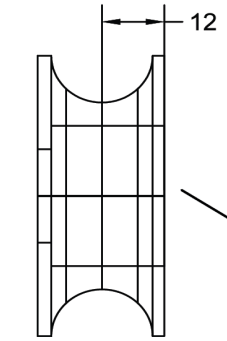
DESPIECE VISTA SUPERIOR

CONJUNTO B	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:8	F. 14/32

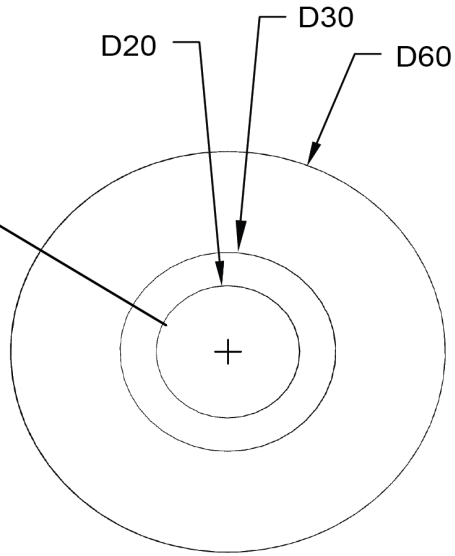
POLEA 1



VISTA LATERAL IZQUIERDA

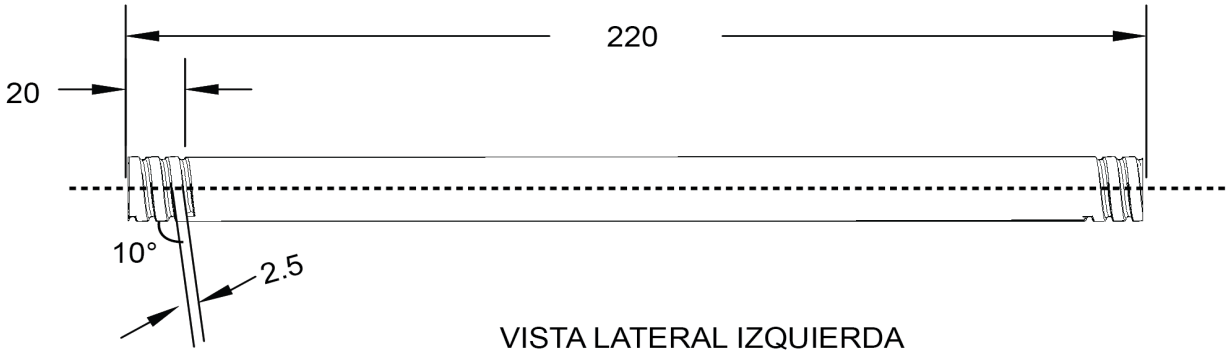


VISTA TRANSPARENCIA

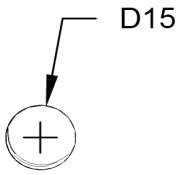


VISTA FRONTAL

EJE



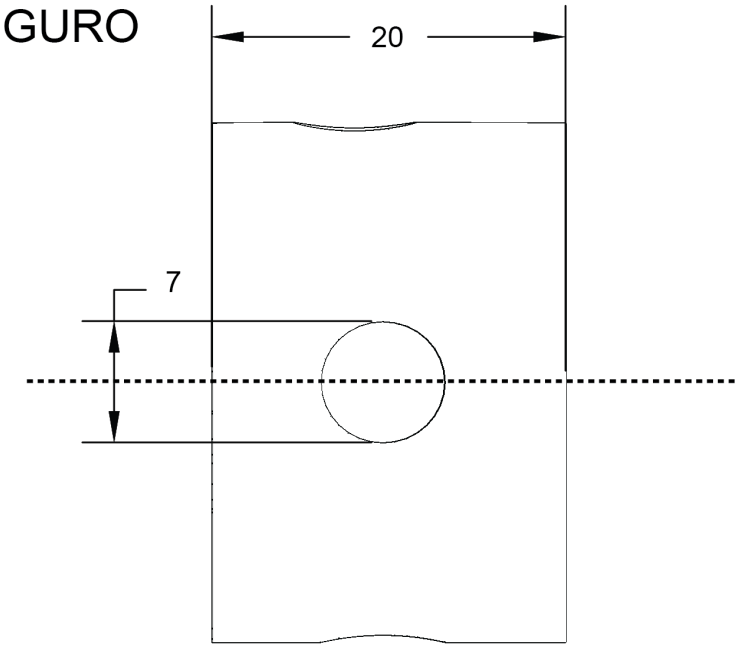
VISTA LATERAL IZQUIERDA



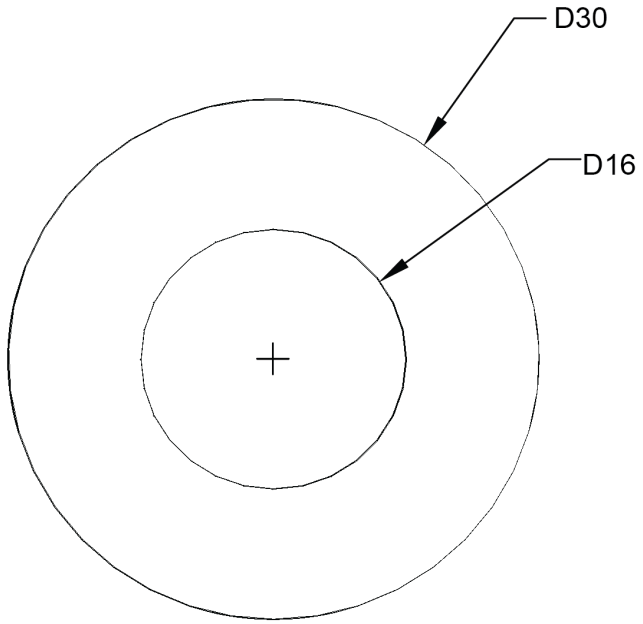
VISTA FRONTAL

CONJUNTO B	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:4	F. 15/32

SEGURO

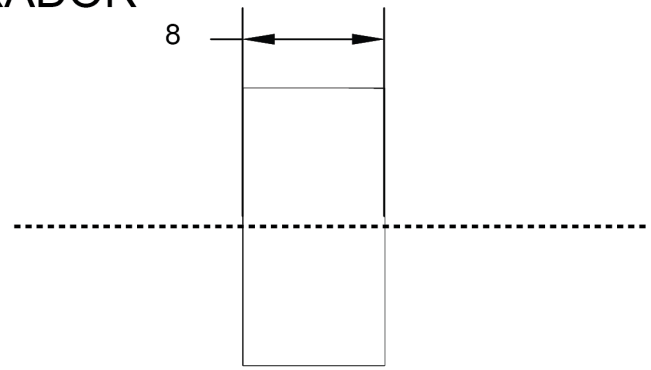


VISTA LATERAL IZQUIERDA

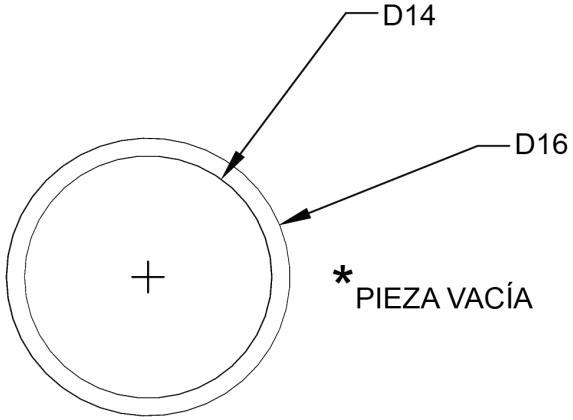


VISTA FRONTAL

SEPARADOR

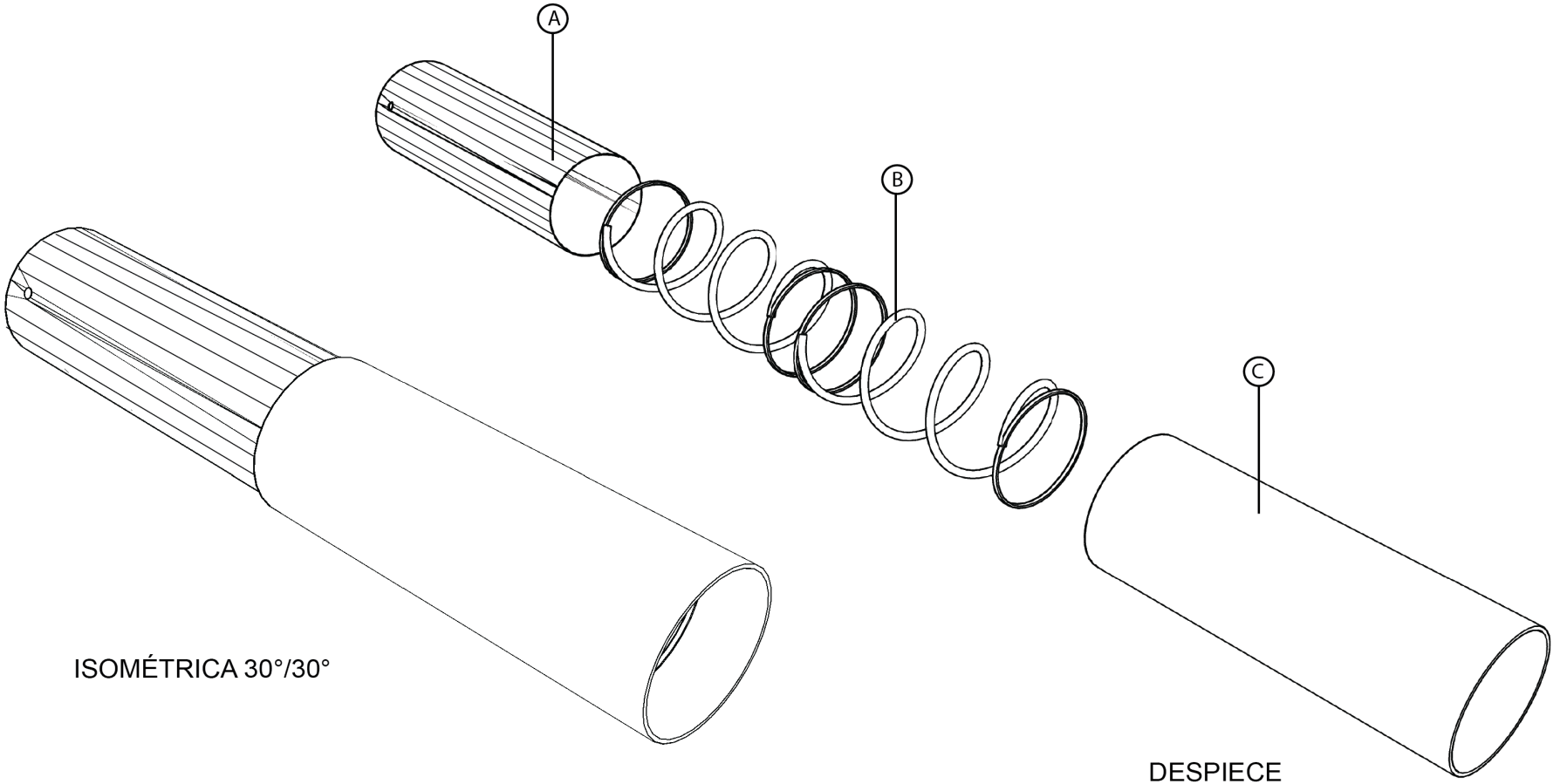


VISTA LATERAL IZQUIERDA



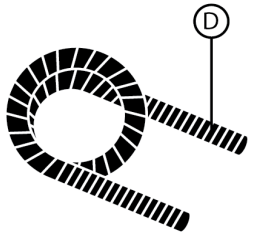
VISTA FRONTAL

CONJUNTO B	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 16/32



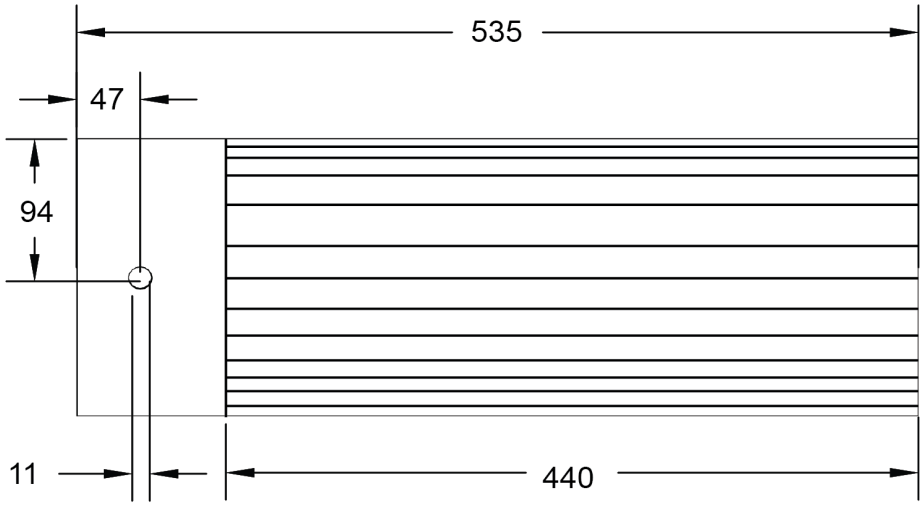
ISOMÉTRICA 30°/30°

DESPIECE



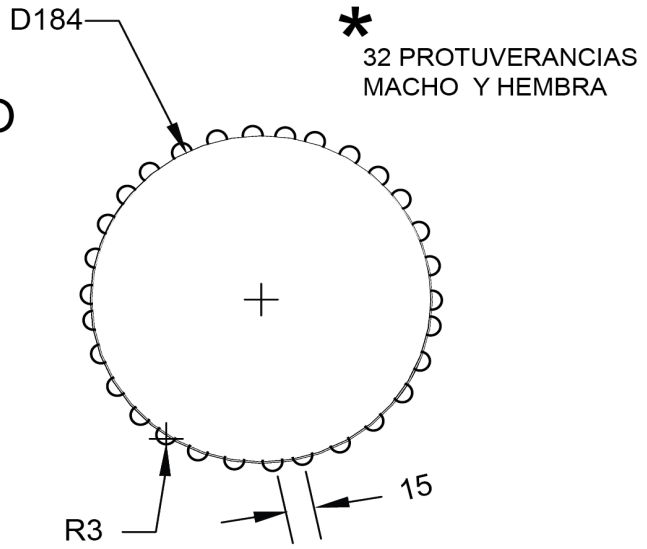
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	MACHO	LÁMINA DE HIERRO GALVANIZADO CALIBRE 24 Y RECUBRIMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO	1
B	RESORTE	BARILLA DE HIERRO TEMPLADO 3/8”	1
C	HEMBRA	LÁMINA DE HIERRO GALVANIZADO CALIBRE 24 Y RECUBRIMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO	1
D	CUERDA	2O METROS DE CUERDA DE SEDA SINTÉTICA 1/2”	1

CONJUNTO C	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1;20	F. 17/32

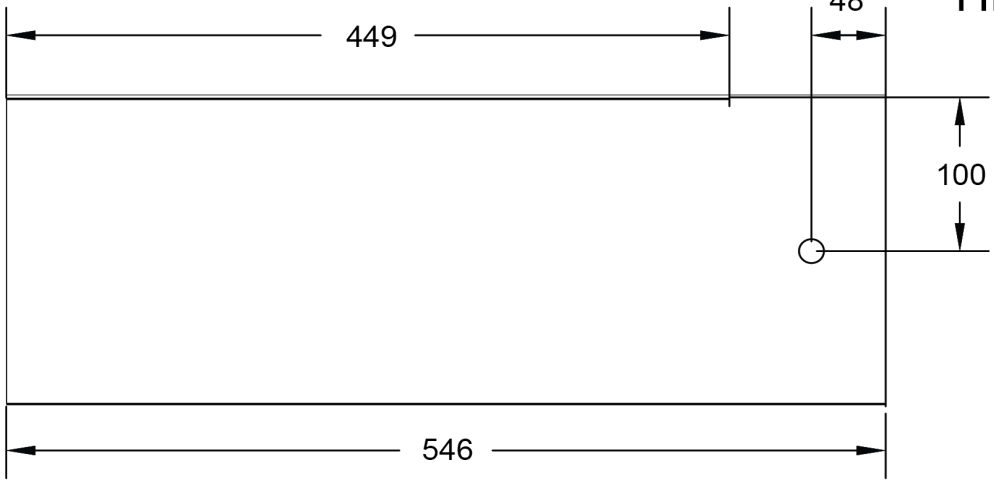


VISTA LATERAL IZQUIERDA

MACHO

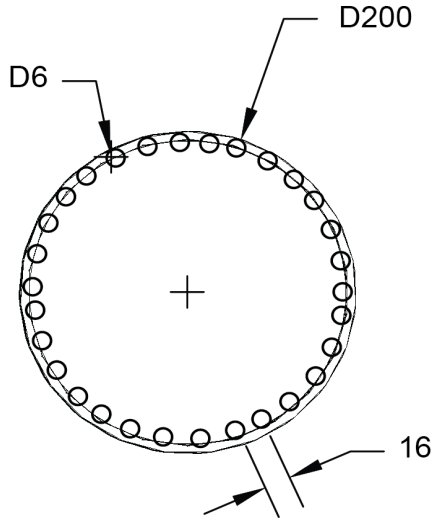


VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA

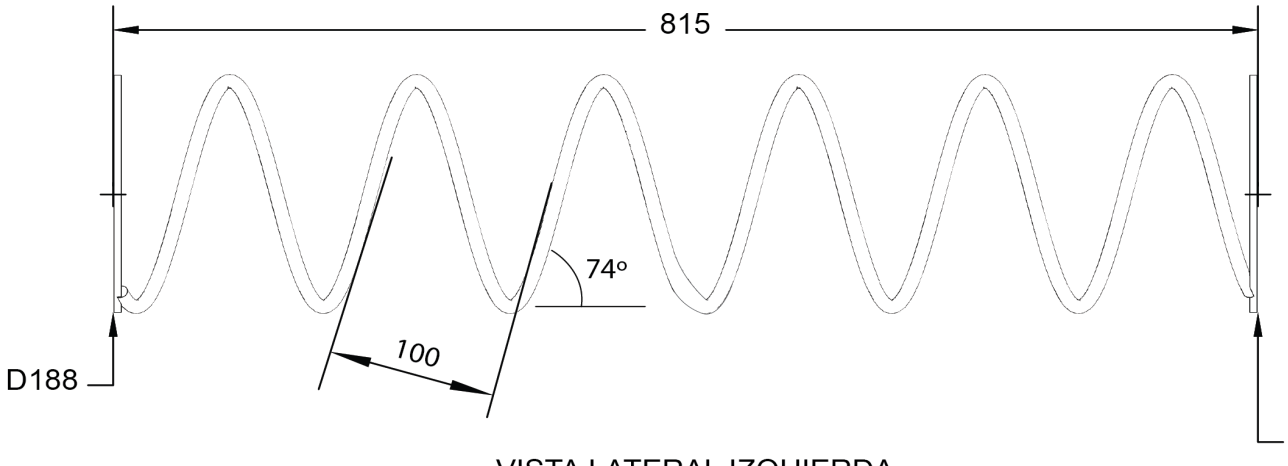
HEMBRA



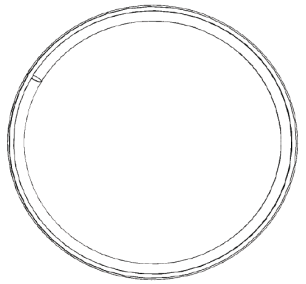
VISTA FRONTAL

CONJUNTO C	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 18/32

RESORTE

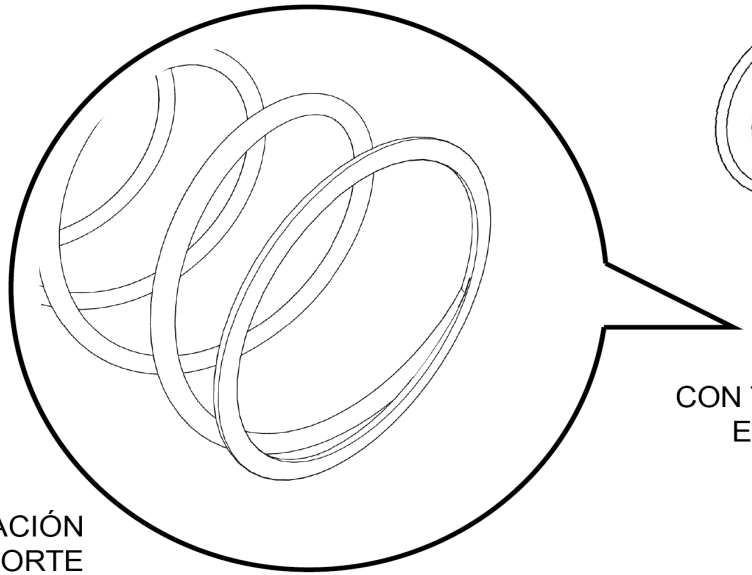


VISTA LATERAL IZQUIERDA

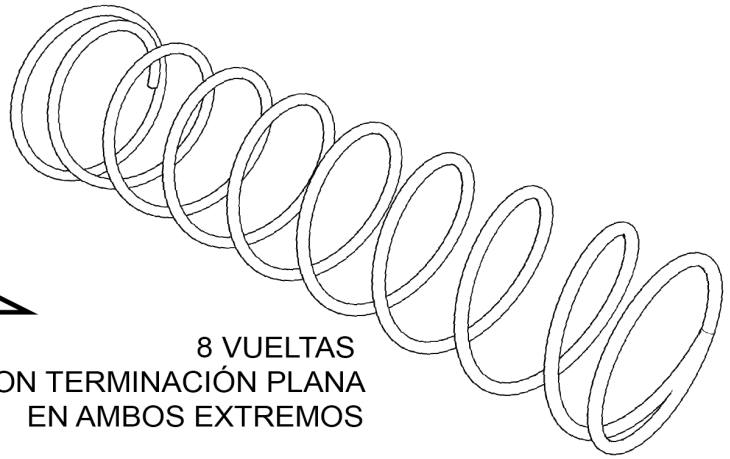


VISTA FRONTAL

* LIMAR ARISTAS



DETALLE TERMINACIÓN
RESORTE

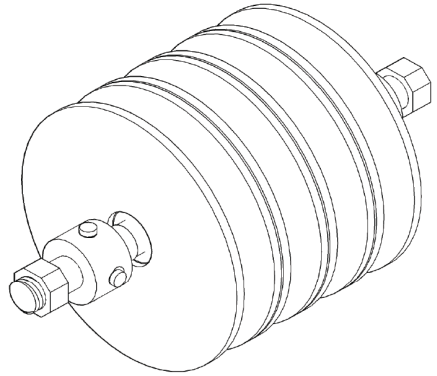


8 VUELTAS
CON TERMINACIÓN PLANA
EN AMBOS EXTREMOS

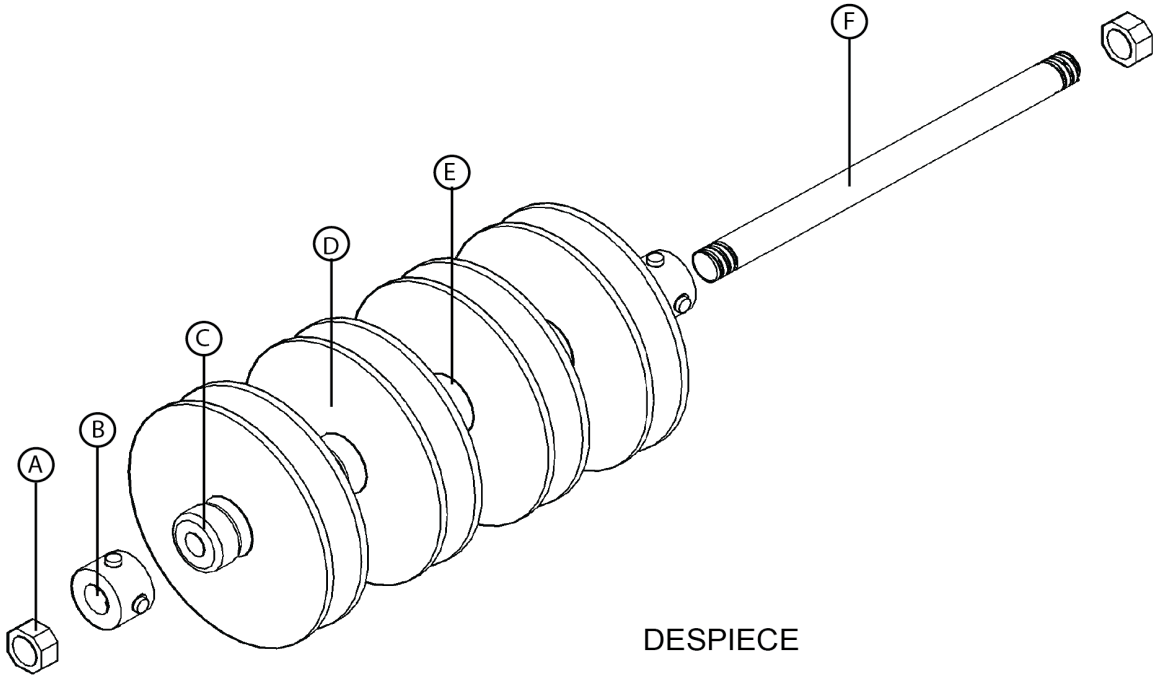
ISOMÉTRICA 30º/30º

ESC 1:16

CONJUNTO C	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 19/32



ISOMÉTRICA 30°/30°

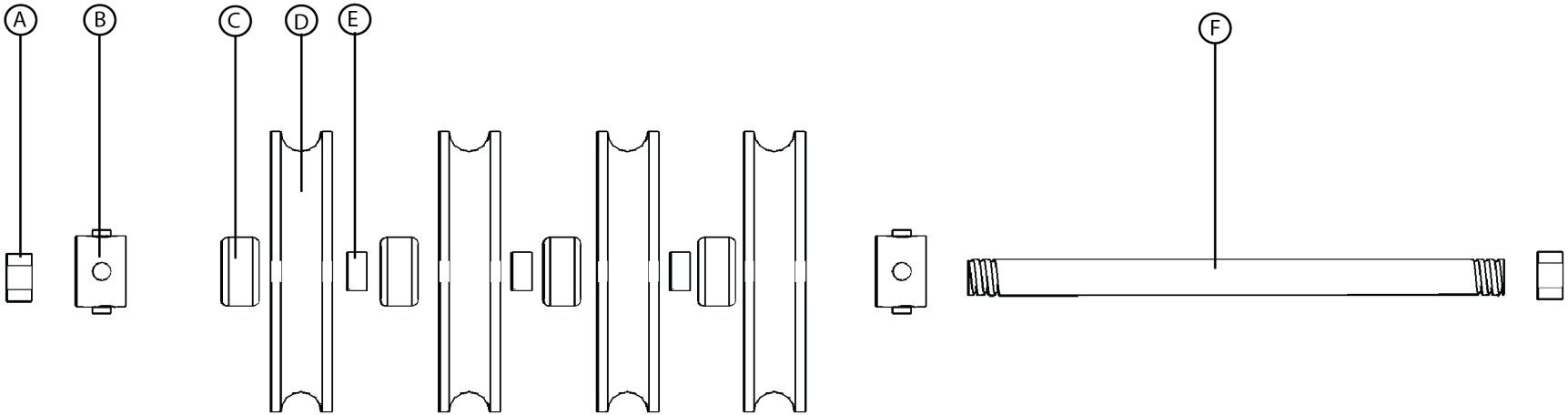


DESPIECE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	TUERCA 7/8” DE ROSCA FINA	ACERO GALVANIZADO	2
B	SEGURO DEL CONJUNTO B	ALUMINIO	4
C	COJINETE “NACHI” 600ZZE C3	ACERO INOXIDABLE	2
D	POLEA 2	ALUMINIO	5
E	SEPARADOR DEL CONJUNTO B	ALUMINIO	4
F	EJE DEL CONJUNTO B	ACERO INOXIDABLE	1

*
PARA DETALLES DEL
SEGURO, SEPARADOR Y EJE
VER CONJUNTO B

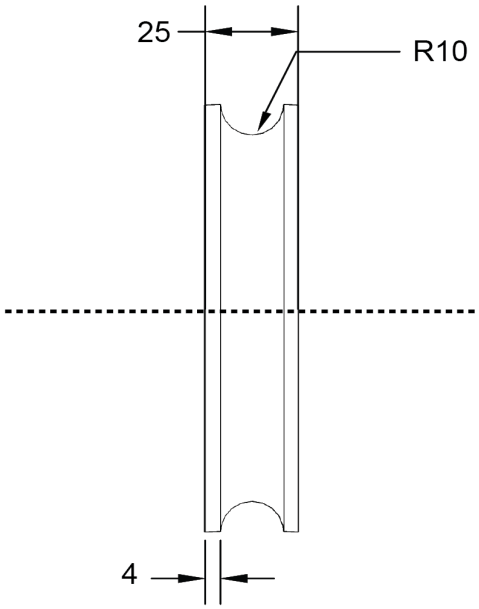
CONJUNTO D	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:10	F. 20/32



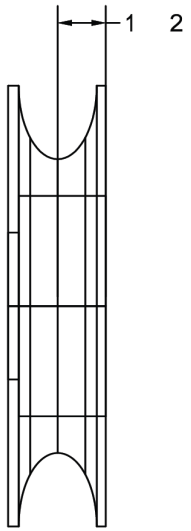
DESPIECE VISTA SUPERIOR

CONJUNTO D	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:10	F. 21/32

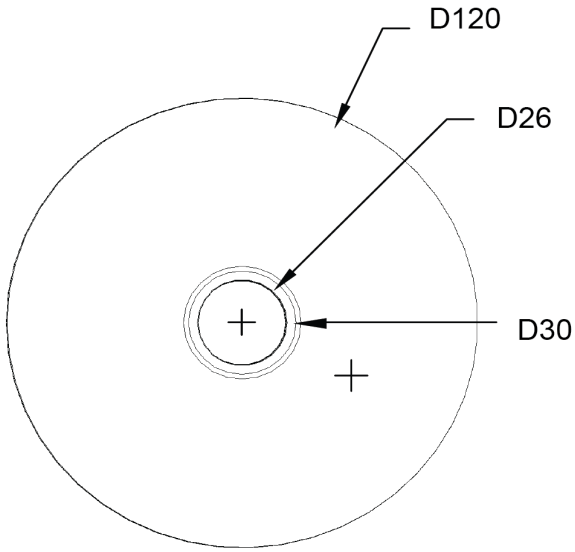
POLEA 2



VISTA LATERAL IZQUIERDA

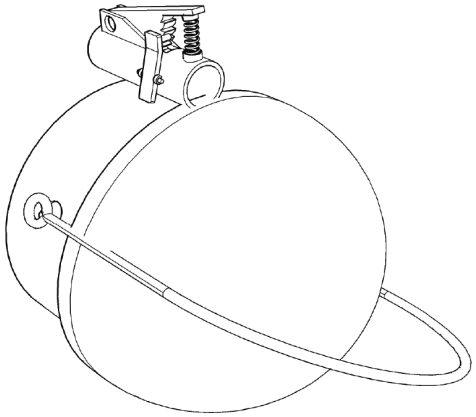


VISTA
TRANSPARENCIA

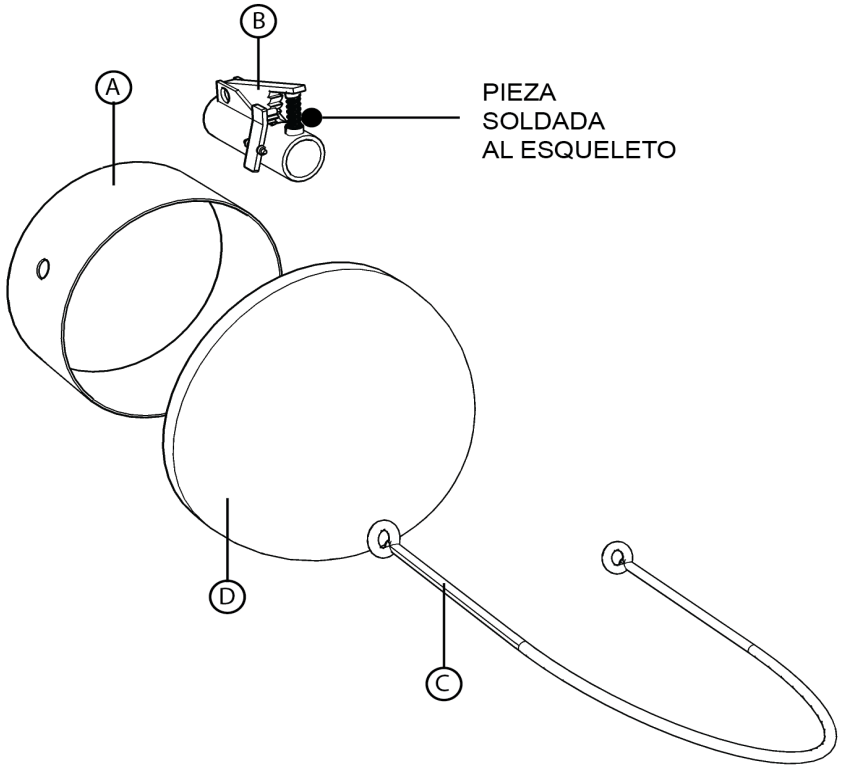


VISTA FRONTAL

CONJUNTO D	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:5	F. 22/32



ISOMÉTRICA 30º/30º

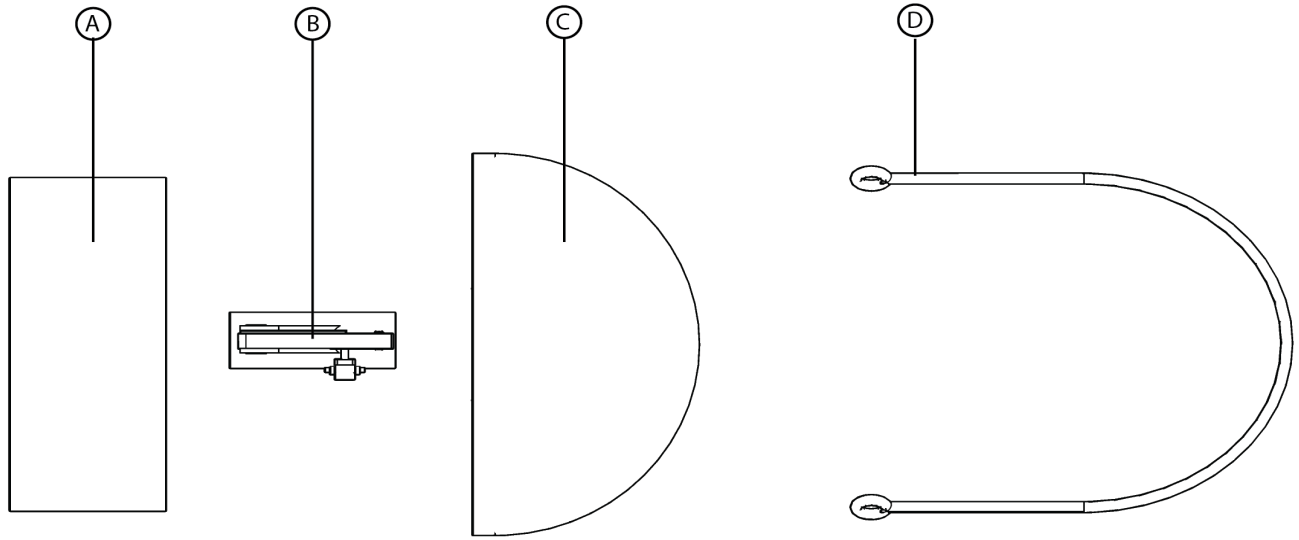


DESPIECE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	ESQUELETO 2	HIERRO 3MM	1
B	FRENO DEL CONJUNTO A	HIERRO 3MM	1
C	ALAMBRE DE ACERO 1/4”	ACERO INOXIDABLE	1
D	TAPADERA 2	FIBRA DE VIDRIO	1

* PARA DETALLES DEL FRENO VER DETALLES DEL CONJUNTO A

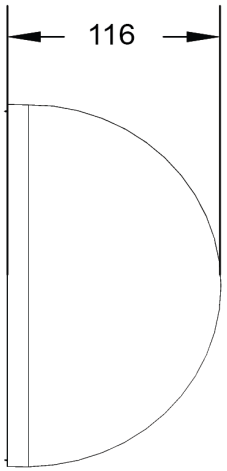
CONJUNTO E	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 23/32



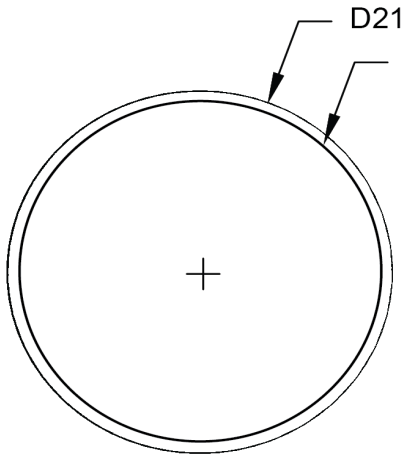
DESPIECE VISTA SUPERIOR

CONJUNTO E	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 24/32

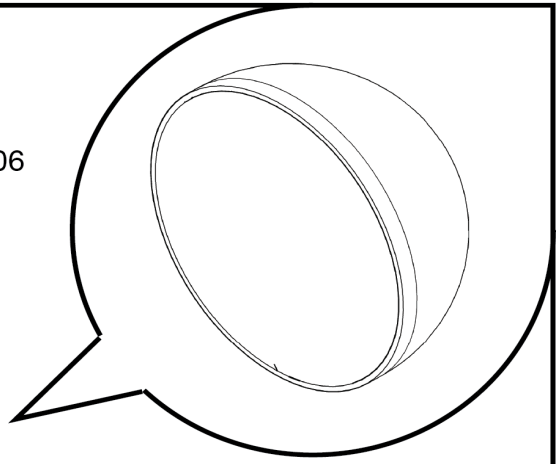
TAPADERA 2



VISTA LATERAL IZQUIERDA

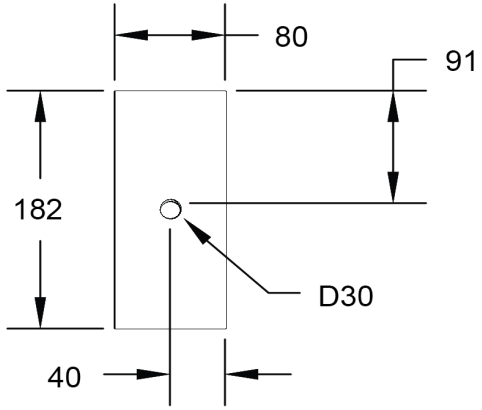


VISTA FRONTAL



DETALLE PIEZA VACÍA
GROSOR 4mm

ESQUELETO 2



VISTA LATERAL IZQUIERDA

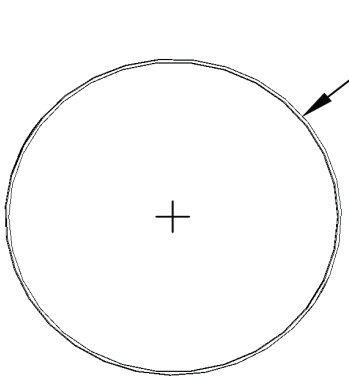
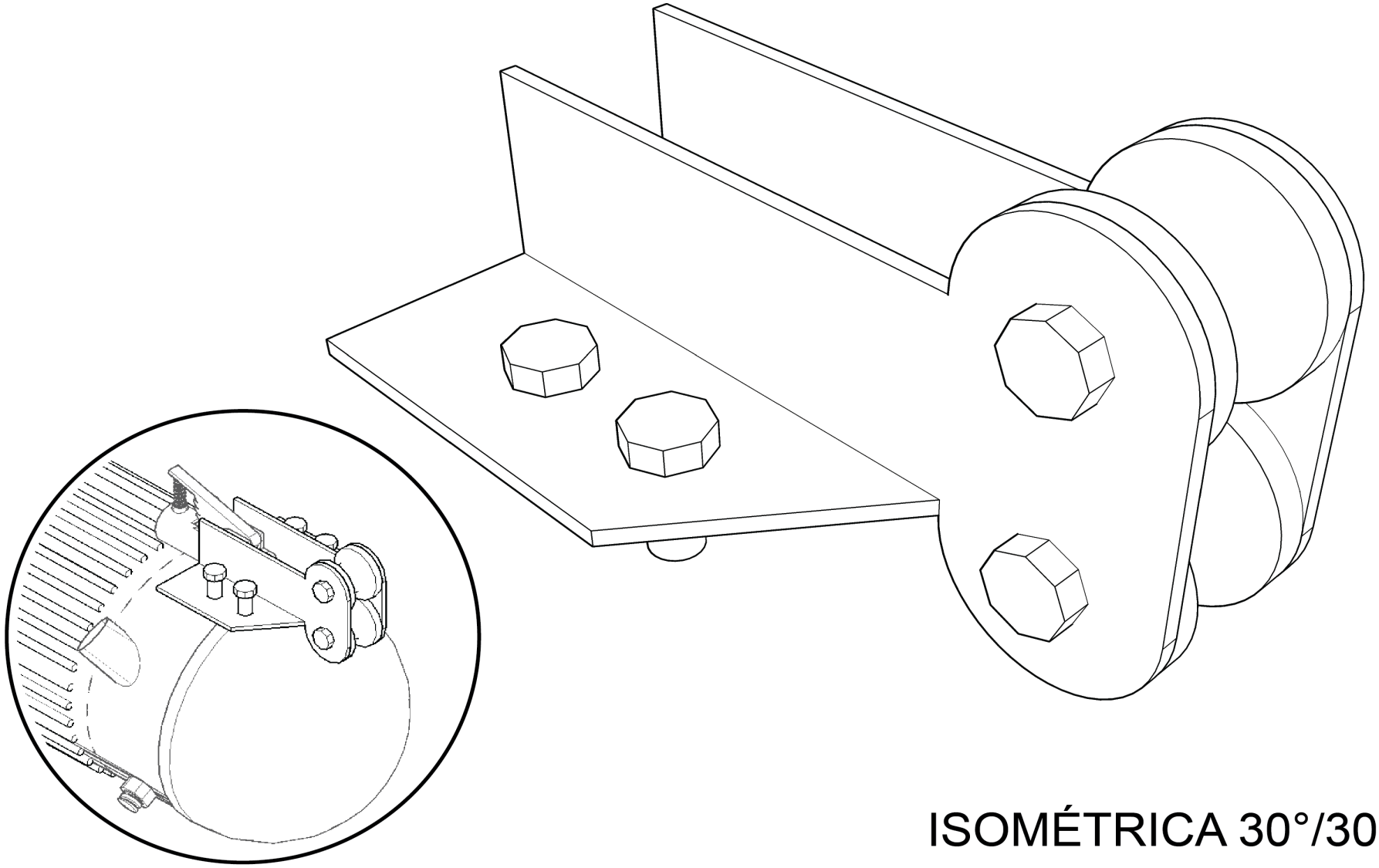


LÁMINA DE 3mm

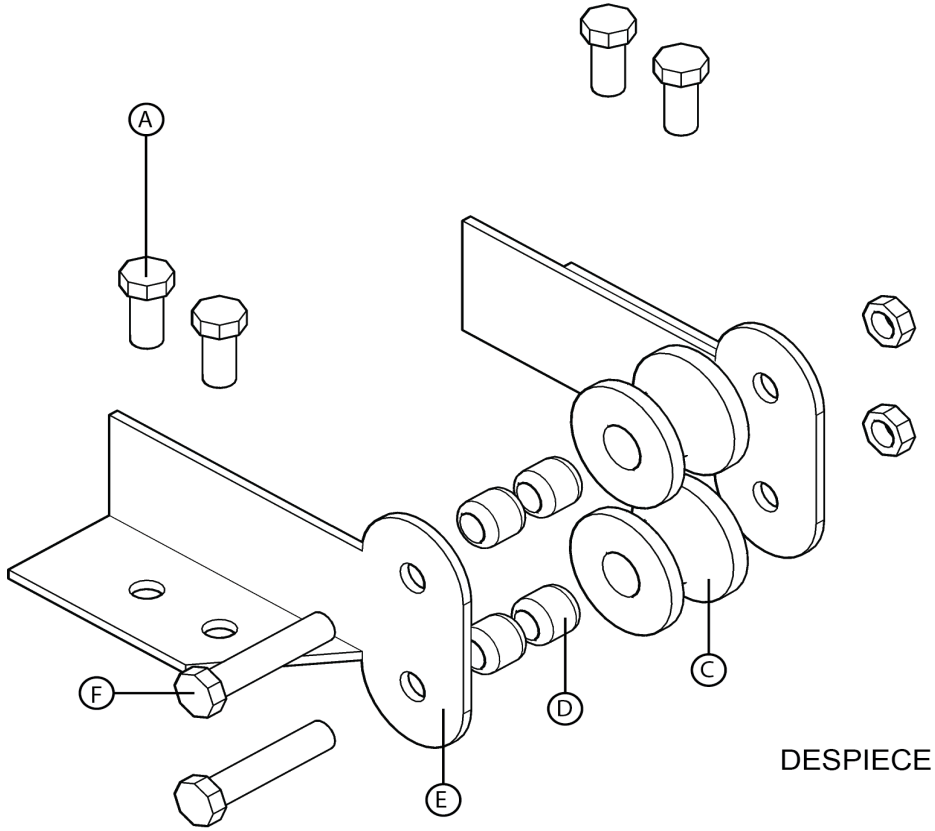
VISTA FRONTAL

CONJUNTO E	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 25/32



ISOMÉTRICA 30°/30°

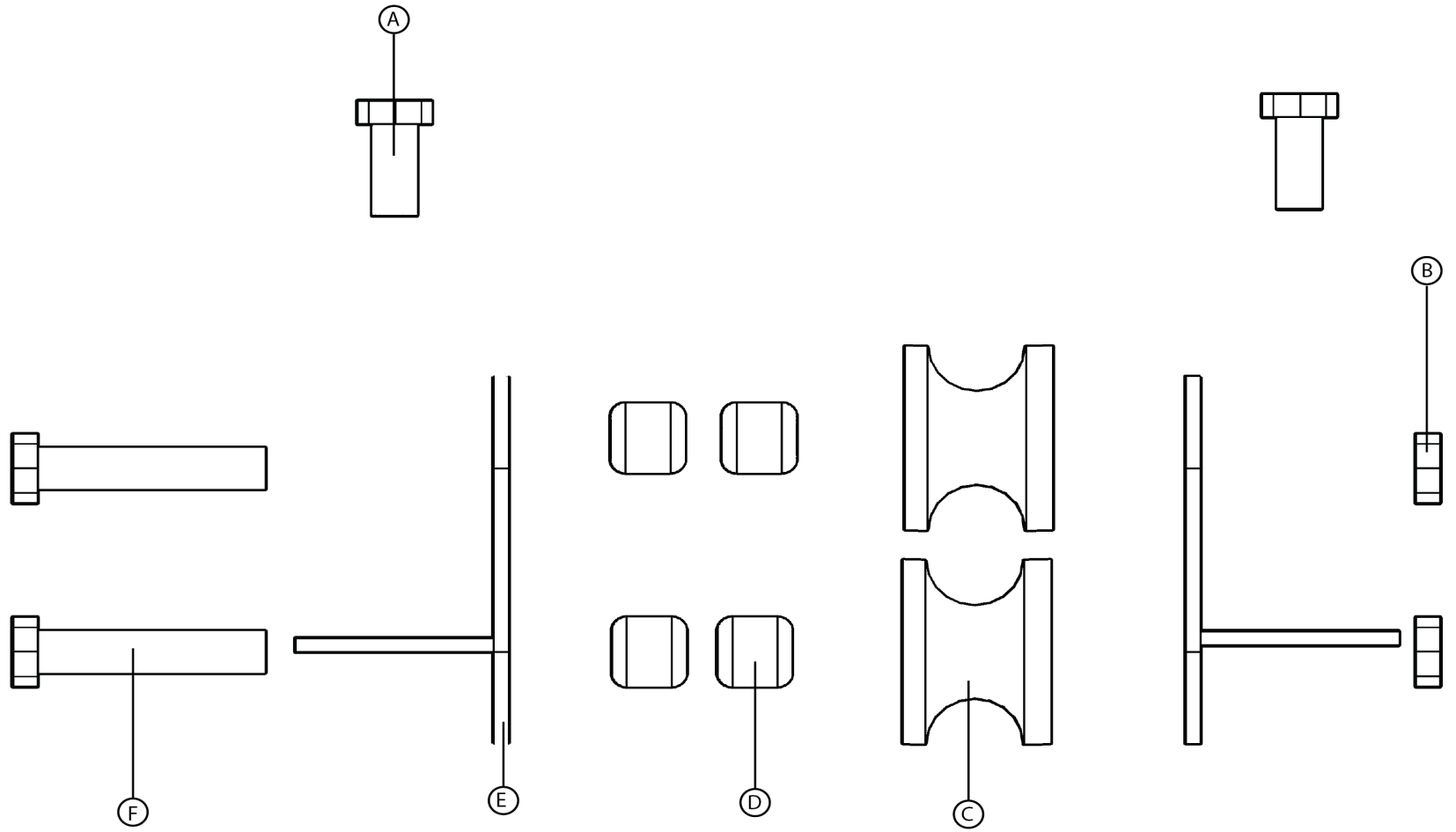
ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 26/32



DESPIECE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A	TORNILLO DIN933 HEXAGONAL	ACERO GALVANIZADO	4
B	TUERCA DIN934 HEXAGONAL	ACERO GALVANIZADO	2
C	POLEA 3	ALUMINIO	2
D	COJINETE AGUJA “NACHI” 1/2”	ACERO INOXIDABLE	4
E	ESQUELETO 3	LÁMINA HIERRO 3MM	2
F	TORNILLO DIN 931 HEXAGONAL	ACERO GALVANIZADO	2

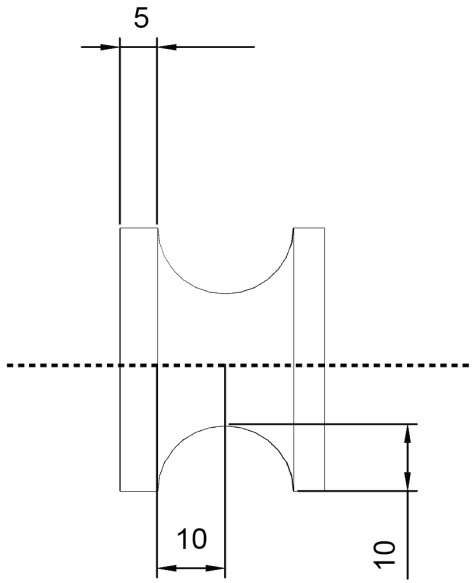
ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:2	F. 27/32



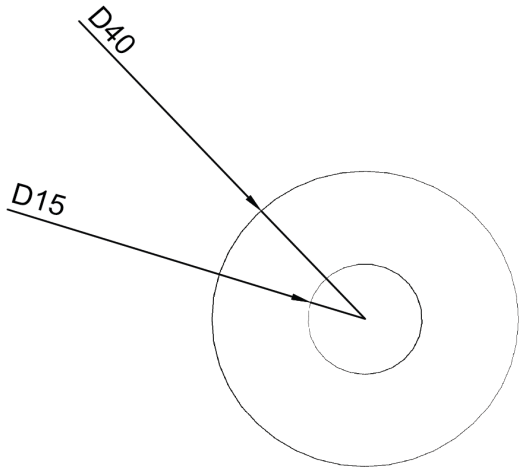
DESPIECE VISTA SUPERIOR

ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 28/32

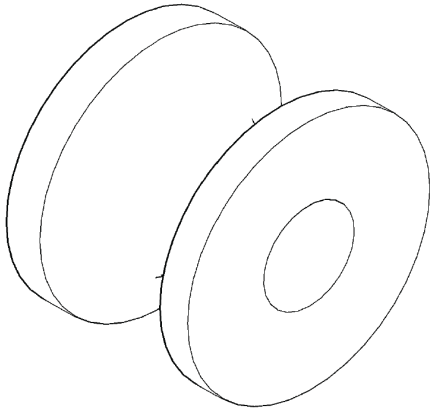
POLEA 3



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA

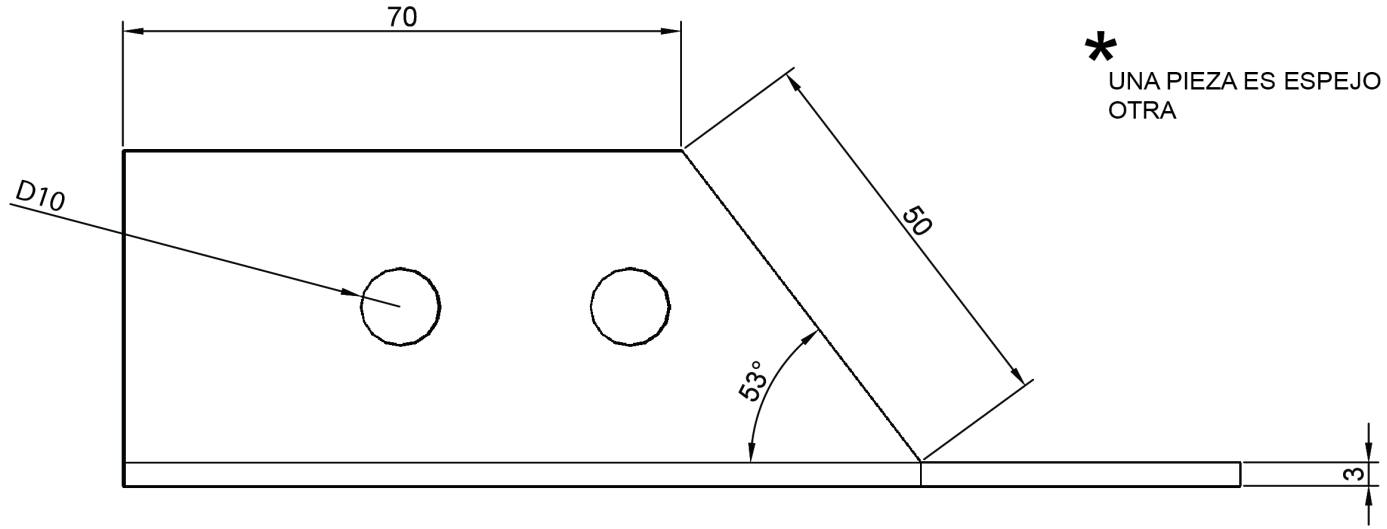


ISOMÉTRICA 30º/30º

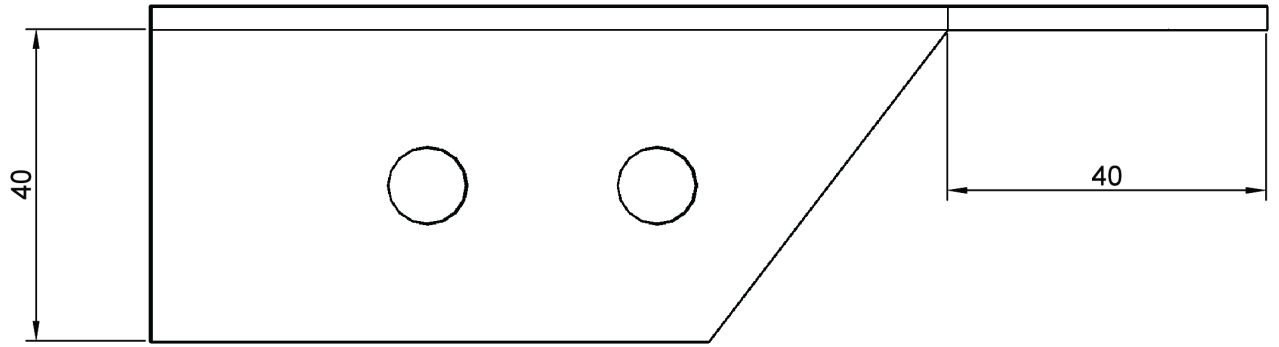
ESC 2:1

ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 29/32

ESQUELETO 3



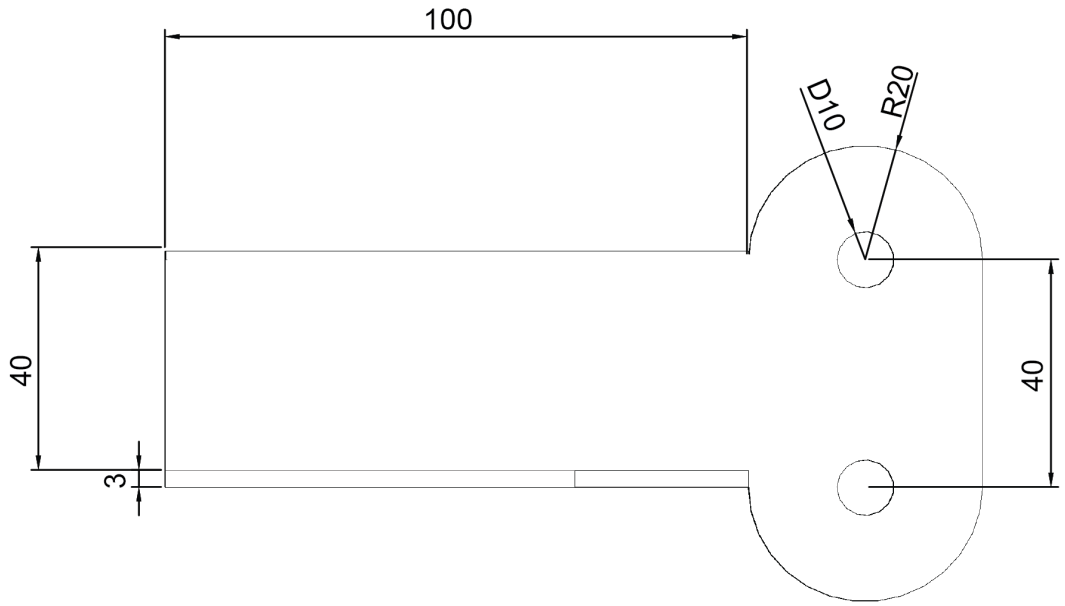
* UNA PIEZA ES ESPEJO DE LA OTRA



VISTA SUPERIOR

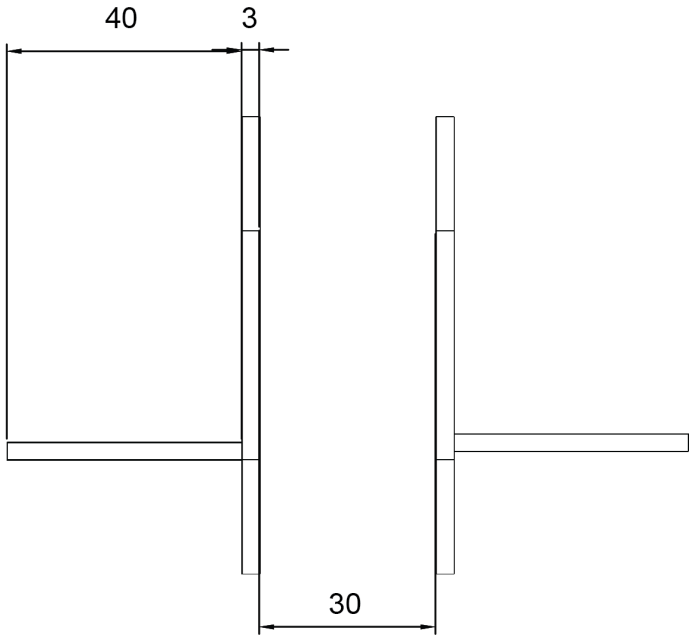
ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:1	F. 30/32

ESQUELETO 3



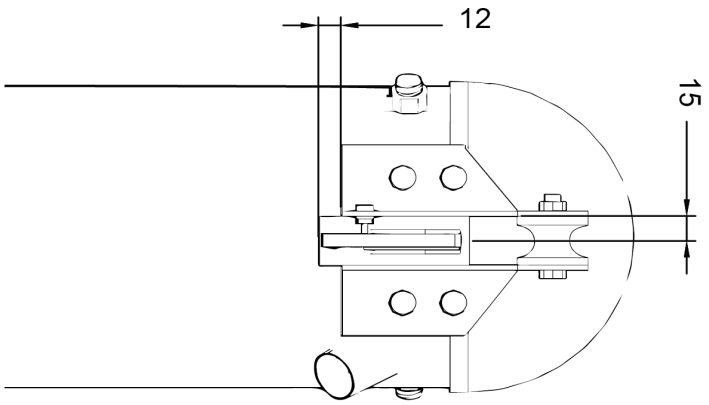
VISTA LATERAL IZQUIERDA

* ORIFICIOS CON ROSCA SIMPLE

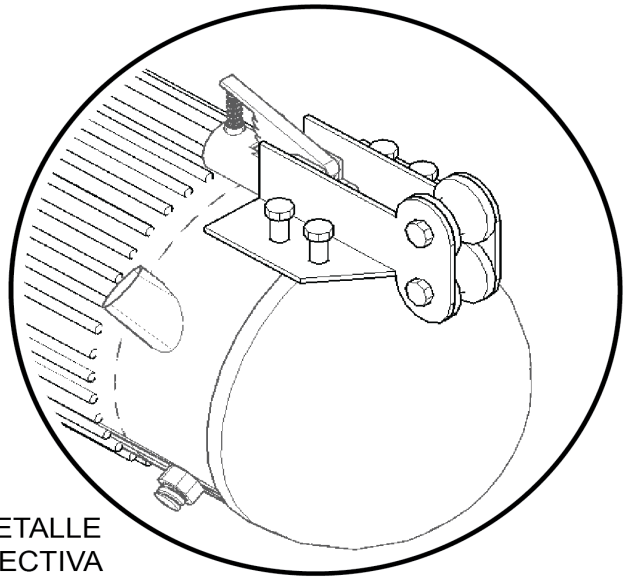


VISTA FRONTAL

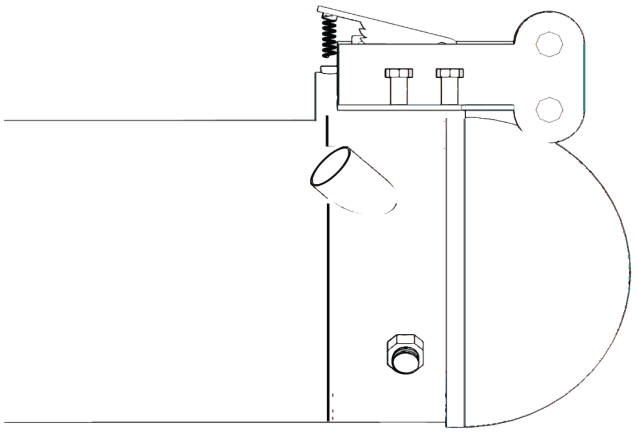
ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:2	F. 31/32



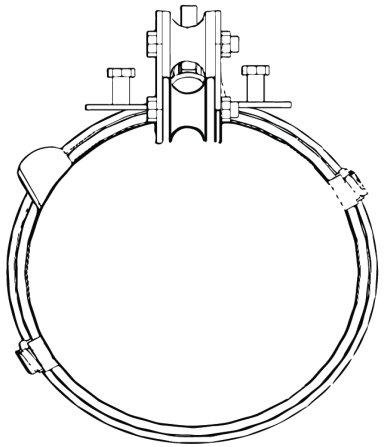
VISTA SUPERIOR



DETALLE
PERSPECTIVA



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

ACCESORIO EXTRA	PROYECTO DE GRADO - ACCESORIO PARA CORREGIR POSTURA	DIBUJADO POR: ANA PAMELA DE LEÓN ESPAÑA		
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIDADES EN MILÍMETROS	FECHA: 03/04/2015	ESC: 1:20	F. 32/32

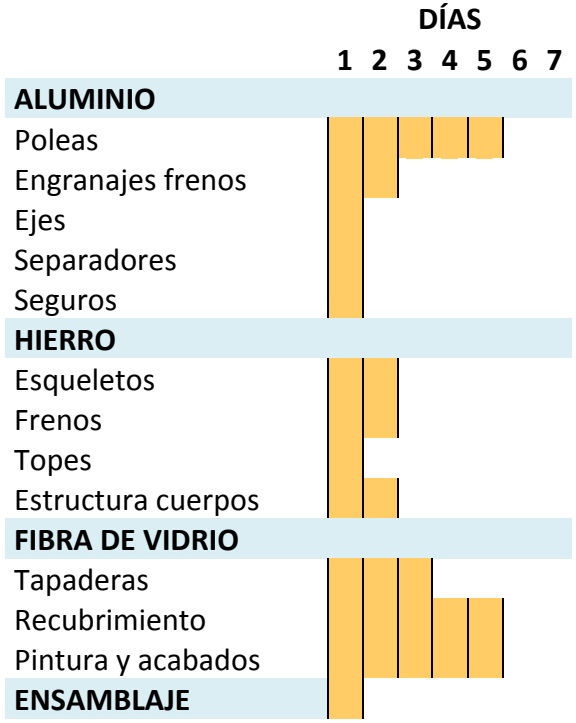
1.5 Proceso de Producción

El proceso de fabricación propuesto se basa en una línea de producción en la cual, todas las fases se realizan paralelamente para ensamblar las piezas acabadas en el menor período de tiempo posible.

Los tiempos estimados están proyectados de 5 a 7 días hábiles, para la producción de un lote de 10 unidades.

Dichos tiempos se consideran tomando en cuenta el tamaño de los materiales en bruto y a 9 operarios necesarios para alcanzar la meta planteada.

El cronograma propuesto es establecido por días en jornadas de 8 horas de trabajo al día:



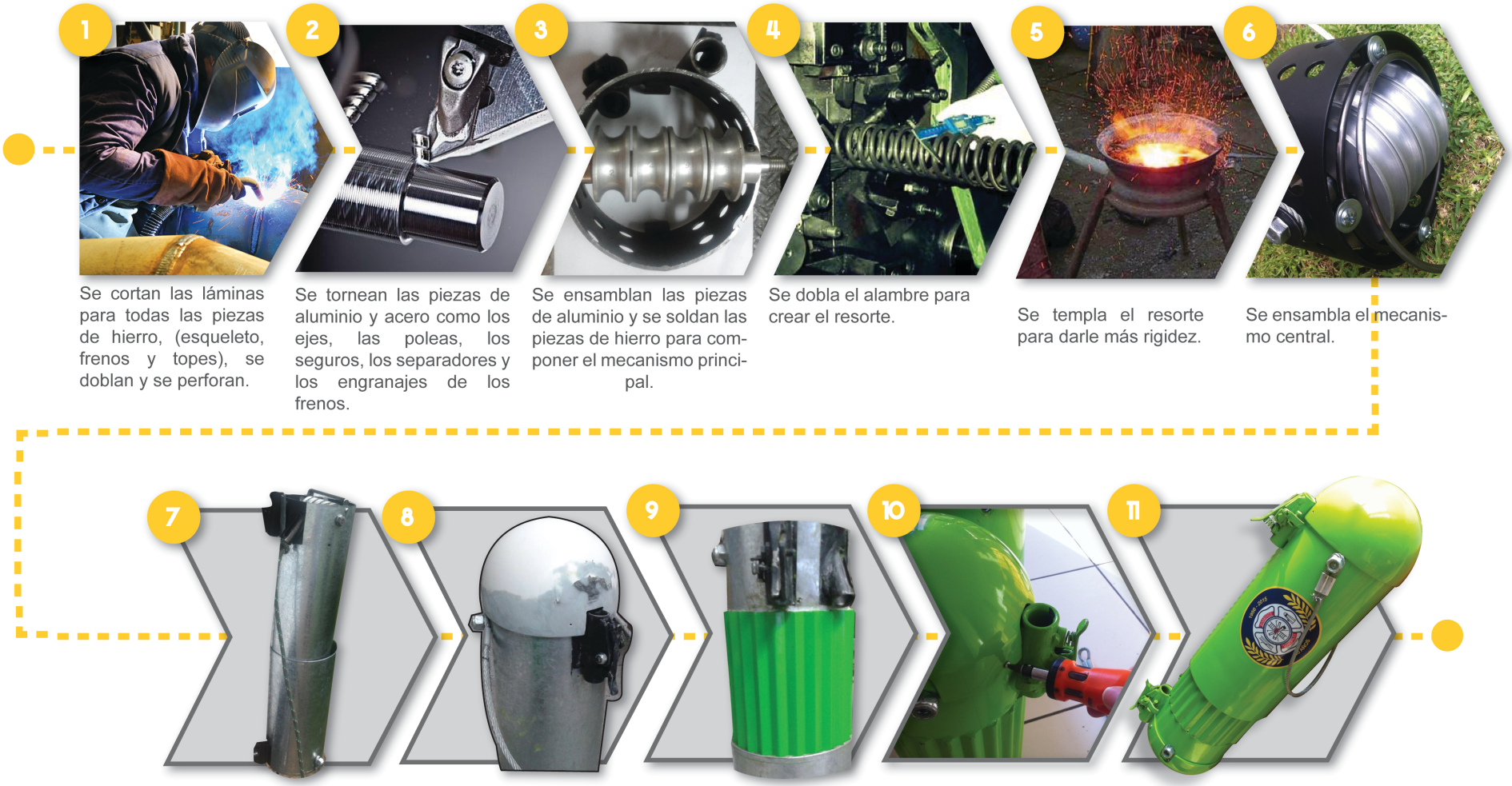
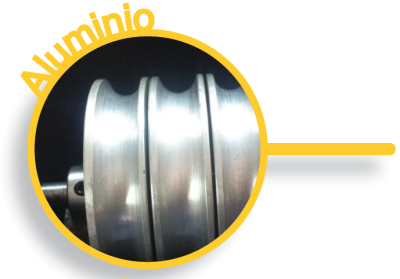
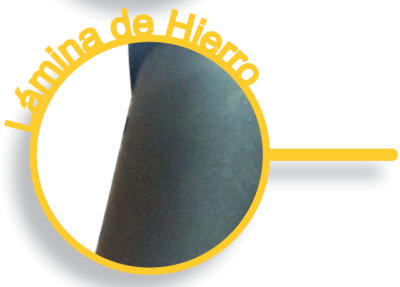


Imagen 102:
Proceso de producción gráfico
Fuente: Propia

1.6 Justificación de Materiales



Se prefirió aluminio entre los metales para las poleas por su resistencia y poco peso. Otro posible material a utilizar puede ser plástico de alta densidad.



El hierro siendo uno de los elementos más comunes en el mundo, es también uno de los más resistentes, el cual puede soportar las cargas y tensiones que tendrá el accesorio, adoptando un sin fin de formas y a bajo costo.



Este material se utilizo por su diversidad de calibres y resistencia, pudiendo obtener rigidez y flexibilidad a la vez. Es muy delgado, maleable y funcional para ser alma de la cobertura de fibra de vidrio.



Se eligió la fibra de vidrio por sus propiedades en cuanto a maleabilidad, solidez y acabados. Se puede utilizar con una libre gama de colores y adaptar a cualquier figura haciéndola más resistente.

Cada material elegido corresponde **principalmente** a resistir el trato, entornos hostiles, pesos mayores de 250 libras, y no solamente a su funcionalidad y/o estética. Los materiales propuestos también se adecúan a los bajos recursos económicos del cliente. Muchos de éstos materiales pueden ser sustituidos por otros más livianos como fibra de carbono y plásticos de alta densidad, que igualmente resisten el trato y pesos del accesorio pero sólo es rentable en el caso de una producción mayor de 2,000 unidades aproximadamente y dependiendo del costo de venta que se disponga.

Esto se debe a los moldes y procesos de fabricación requeridos en el manejo de dichos materiales y cuyo costo sobre pasa el presupuesto del cliente en cuestión.

1.7 Costos

El cálculo de los costos de producción están basados en una producción de 10 unidades.

En base a los precios aquí descritos, el **precio de costo es de Q2,913.40 por unidad en un lote de 10 unidades.**

Se sugiere un precio de venta no mayor a Q.5,500.00 por unidad. De esta manera se recupera la inversión total al vender 11 unidades.

El precio recomendado se fundamenta en cotizaciones de cantidades mayoristas para todos los componentes. Estos datos estarían sujetos a cambios dentro de una producción industrial y probablemente se lograría reducir significativamente el costo de producción para beneficiar aún más al cliente. Sin embargo, se presentan los datos según el lote actual de 10 unidades.

La tabla de datos esta dividida en precios de los componentes existentes en el mercado de los que se deben fabricar.

Debido que es un elemento totalmente nuevo en el mercado, no tiene productos competencia con los cuales poder comparar las ventajas, precio, beneficios o preferencias del consumidor.

*Nota: El cálculo de la mano de obra se hizo sobre el supuesto de un salario base de Q5,400.00. Con la estimación actual del INE (2015 p. 14) del precio de la canasta básica vital de Q5,989.60.

Este sueldo se dividió en una jornada de 8 horas durante 24 días hábiles y se calculó un resultado de Q27.00 por hora trabajada.

COMPONENTES EN EL MERCADO					
Material	**Descripción**	**Costo al por mayor**	**Cantidad utilizada**	**Precio por unidad**	**Total**
Tornillo Cabeza redonda DIN 7504-N (con broca)	Acero Galvanizado Phillips desde 1/4" hasta 1 1/2"	12.22 GTQ	11	0.01 GTQ	0.11 GTQ
Tuercas Hexagonales	Acero Galvanizado 7/8"	520.00 GTQ	4	0.52 GTQ	2.08 GTQ
Alambre de hierro para resortes	Templado de 14mm de diámetro "Roslau Stahldraht"	4,000.00 GTQ	1	40.00 GTQ	40.00 GTQ
Seguro para cable 1/4"	Hierro Galvanizado "Garage Door"	1,250.00 GTQ	1	25.00 GTQ	25.00 GTQ
Roldana de 3/8"	Acero Galvanizado "Belleville" de 3M	7.50 GTQ	2	0.38 GTQ	0.76 GTQ
Cuerda de seda	Color negro sintética 20 metros	80.00 GTQ	20	4.00 GTQ	80.00 GTQ
Eje de acero	Acero Inoxidable de 3/4"	25.00 GTQ	2	25.00 GTQ	50.00 GTQ
Resorte del freno	Alambre de hierro de 1mm de diámetro	25.00 GTQ	2	0.50 GTQ	1.00 GTQ
MATERIALES PARA PIEZAS A FABRICAR					
Hierro	Lámina de Hierro de 3mm 144cm cuadrados	200.00 GTQ	2	100.00 GTQ	200.00 GTQ
Hierro	Lámina de Hierro Galvanizado, calibre 24	250.00 GTQ	1	250.00 GTQ	250.00 GTQ
Aluminio 5000	2,500cm cuadrados Proporción del 10% de Magnesio (Mg).	150.00 GTQ	1	150.00GTQ	150.00 GTQ
Fibra de vidrio	Fibra 4000cm cuadrados de matt + 3/16 de pintura	200.00 GTQ	1	200.00GTQ	200.00 GTQ
Etiquetas y logos	Papel adhesivo 11x17"	20.00 GTQ	1	4.00GTQ	4.00 GTQ
SALARIOS					
Mano de obra hierro	horas	27.00 GTQ	20	27.00GTQ	540.00GTQ
Mano de obra acero	horas	27.00 GTQ	10	27.00GTQ	270.00GTQ
Mano de obra aluminio	horas	27.00 GTQ	10	27.00GTQ	270.00GTQ
Mano de obra Fibra V.	horas	27.00 GTQ	10	27.00GTQ	270.00GTQ
Diseño (etiquetas, etc)	horas	60.00 GTQ	1	60.00GTQ	60.00GTQ
TRANSPORTE					
Vehículo (Panel)	Depreciación y servicios	50.00 GTQ	1	50.00 GTQ	50.00 GTQ
Gasolina	Galones	24.00 GTQ	13	312.00 GTQ	300.00 GTQ
Chofer	Viaje	100.00 GTQ	2	200.00 GTQ	200.00 GTQ
DISEÑO					
Investigación, desarrollo conceptual, modelos, simulaciones 3D.	Recurso humano, programas de diseño 3D	70.00 GTQ	100	7.00GTQ	700.00GTQ
IMPREVISTOS					
Devoluciones, accidentes, seguro, pérdida, retrasos, etc.	Margen aproximado	500.00 GTQ	1	500.00 GTQ	500.00 GTQ

TOTAL costo producción por unidad	**4,162.95 GTQ**
costo por unidad menos el 15 por ciento	
costo por unidad en un lote de 5 unidades	**3,537.00 GTQ**
costo por unidad menos el 30 por ciento	
costo por unidad en un lote de 10 unidades	**2,913.40 GTQ**

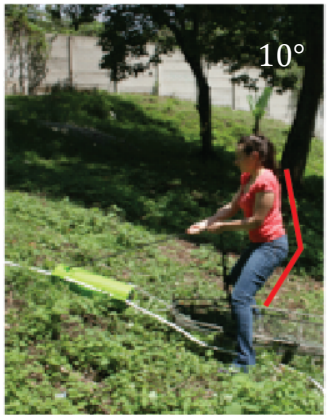

Agregar valor al producto negociando franquicias, licencias y otros acuerdos.
Diferenciarse de posibles competidores / creando una “identidad”
Introducción en nuevos mercados, usos alternati-vos, clientes alternativos.
ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN DE “BRU”
Evitar copias y reproduc-ciones ilegales por posibles competidores. (patentes)
Aumentar el valor comer-cial del producto (por medio de sus activos)

VIII. VALIDACIÓN

1. Guía de Validación Usuarios PARTE I (toma de fotografías)



segundo 0:00



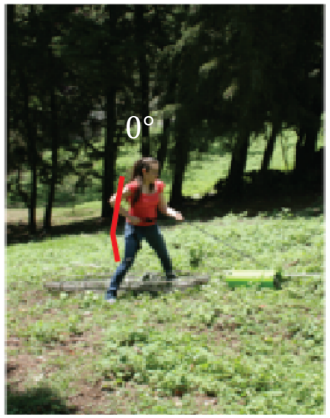
segundo 0:01



segundo 0:02



segundo 0:03



segundo 0:05

MUJER ESTUDIANTE DE 24 AÑOS, 1,63m DE ALTURA: Cumplió con la postura de espalda recta en todo momento, nunca separó los codos del tronco cargando peso y realizó 3 pausas.

Los ángulos de inclinación del tronco, señalados con una línea roja sobre las imágenes, muestran la espalda recta y ángulos entre 0° y 10° según las tablas RULA y REBA.

Libras cargando

50 libras

Esfuerzo según edad y condición física



Sin “Bru” Con “Bru”

Según la percepción del usuario.



segundo 0:00



segundo 0:01



segundo 0:02



segundo 0:03



segundo 0:05

BOMBERO CABALLERO DE 2nda. Clase, DE 24 AÑOS, 1,70m DE ALTURA:

Cumplió con la postura de **espalda recta en todo momento**, nunca separó los codos del tronco cargando peso y no realizó pausas.

Los ángulos de inclinación, al igual que en el usuario anterior se muestran entre 0° a 20° durante el uso del artefacto.

Libras cargando

225 libras

Esfuerzo según edad y condición física



Sin “Bru” Con “Bru”

Según la percepción del usuario.



segundo 0:00



segundo 0:01



segundo 0:02



segundo 0:03



segundo 0:05

BOMBERO CABALLERO DE 3ra. CLASE, DE 33 AÑOS, 1,87m DE ALTURA:

Cumplió con una **espalda recta y movimientos óptimos** en el uso del accesorio. Nunca necesitó cargar peso con los brazos, ni realizó pausas.

Los ángulos de inclinación del tronco se evalúan, según las fotografías entre 0° y 30°, ideal para un desempeño eficiente en el uso del artefacto.

(*Para ver vídeo de validación ir al link: https://www.youtube.com/watch?v=LWVApiQbSmY)

Libras cargando

175 libras

Esfuerzo según edad y condición física



Sin “Bru” Con “Bru”

Según la percepción del usuario.

PARTE II (encuesta al usuario)

Valoración de 1 (muy malo) a 10 (excelente), la suma óptima en cada aspecto es mayor de 25 puntos.

PREGUNTAS	USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3
Comodidad durante el uso del artefacto	8	8	7
Fatigación y dificultad	5	7	8
Aceptación y satisfacción del accesorio	6	9	8
Facilidad de uso y compresión	10	10	10
Dolores de espalda baja	9	10	10
TOTAL	**38**	**44**	**43**

PARTE III (Conclusiones del evaluador)

PREGUNTAS	USUARIO 1	USUARIO 2	USUARIO 3
Valoración de la encuesta de los usuarios	38	44	43
Tiempo para recorrer 5 metros	10:45 min	6:24min	5:10min
¿Se muestran satisfechos con la solución?	Si	Si	Si
¿Se evitan las posiciones incorrectas?	Si	Si	Si
Validación aprobada o reprobada según evaluador	Aprobada	Aprobada	Aprobada
¿El artefacto soportó sin daños graves?	Si	Si	Si
TOTAL	**38**	**44**	**43**

PARTE IV (comentarios de los usuarios)

USUARIO 1 (mujer de 24 años)

"*Camina más lento de lo esperado, pero no siento ningún dolor. Como mujer de poca fuerza física jamás levantaría o transportaría la parihuela con el peso que lleva, pero con el accesorio a pesar de ser lento puedo moverlo.*

Me fatigué un poco porque no tengo la condición física de un bombero capacitado.

El mecanismo y funcionalidad, en general, están muy bien, sólo estudiaría algunas posibles mejoras"

USUARIO 2 (Bombero Caballero de 24 años)

"Solucionó por completo los dolores de espalda que se sufren al rescatar víctimas. Ya no me golpeo la parte interior de las piernas porque ya no necesito levantar la parihuela, y yo al medir 1,70m, me pasaba frecuentemente.

Definitivamente soporto mejor la tarea, sugiero el artefacto para extracción de víctimas en pozos también"

USUARIO 3 (Bombero Caballero de 33 años)

"No siento ninguna molestia en la espalda, corrige por completo los dolores de cintura. Me preocupa un poco la distancia tan corta que avanza con cada brazada.

Las poleas reducen bastante el peso de la víctima, lo único es que después de un rescate prolongado se pueden fatigar los músculos de los brazos"

REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

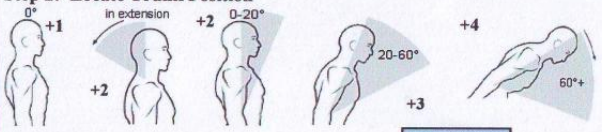
Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust…
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: 1

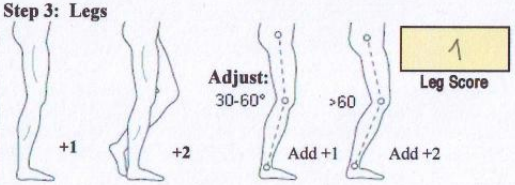
Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust…
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 1

Step 3: Legs



Leg Score: 1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A: 1

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs : +0
If load 11 to 22 lbs : +1
If load > 22 lbs: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score: 0

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
Find Row in **Table C**.

Score A: 1

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

SCORES

Table A	Neck											
	(1)				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score (1)	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Trunk Posture Score 2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Trunk Posture Score 3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
Trunk Posture Score 4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
Trunk Posture Score 5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B	Lower Arm					
	(1)			2		
Wrist	(1)	2	3	1	2	3
Upper Arm Score (1)	1	2	2	1	2	3
Upper Arm Score (2)	1	2	3	2	3	4
Upper Arm Score 3	3	4	5	4	5	5
Upper Arm Score 4	4	5	5	5	6	7
Upper Arm Score 5	6	7	8	7	8	8
Upper Arm Score 6	7	8	8	8	9	9

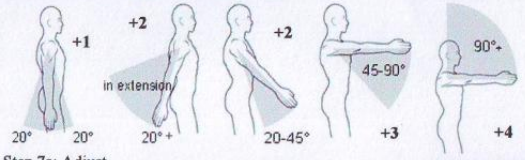
Score A (score from table A +load/force score)	Table C: Score B, (table B value +coupling score)											
	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(1)	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score: 1 + Activity Score: 2

Final REBA Score: 3

B. Arm and Wrist Analysis

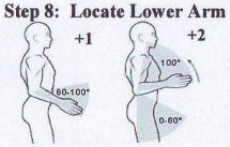
Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust…
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

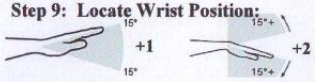
Upper Arm Score: 2

Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 1

Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust…
If wrist is bent from midline or twisted : Add +1

Wrist Score: 1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B: 1

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip, ***good: +0***
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, ***fair: +1***
Hand hold not acceptable but possible, ***poor: +2***
No handles, awkward, unsafe with any body part, ***Unacceptable: +3***

Coupling Score: 0

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 &11 to obtain Score B. Find column in **Table C** and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: 1

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: Bru. Reviewer: Pamela De León E. Date: 04 / 05 / 2015

provided by Practical Ergonomics

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2004 Neese Consulting, Inc.

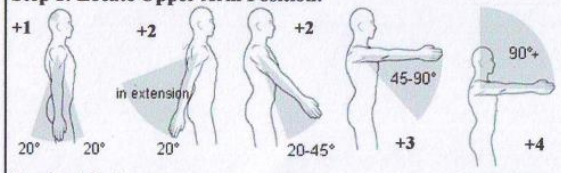
rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

RULA Employee Assessment Worksheet

based on ***RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99***

A. Arm and Wrist Analysis

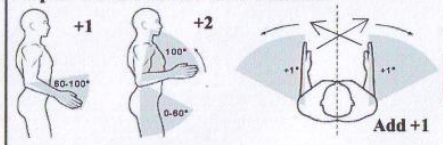
Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 1a: Adjust…
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score: 1

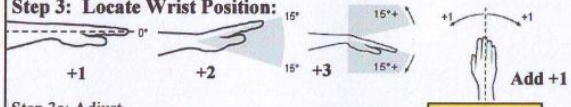
Step 2: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score: 1

Step 2a: Adjust…
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust…
If wrist is bent from midline: Add +1

Wrist Score: 1

Step 4: Wrist Twist:
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Wrist Twist Score: 1

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Posture Score A: 1

+

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held>10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score: 1

+

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Force/Load Score: 2

=

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in **Table C**.

Wrist & Arm Score: 4

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	1 Wrist Twist 1	1 Wrist Twist 2	2 Wrist Twist 1	2 Wrist Twist 2	3 Wrist Twist 1	3 Wrist Twist 2	4 Wrist Twist 1	4 Wrist Twist 2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

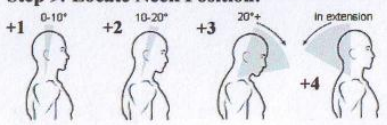
Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
1 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

Final Score: 3

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust…
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score: 2

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust…
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score: 1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Leg Score: 1

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	1 Legs 1	1 Legs 2	2 Legs 1	2 Legs 2	3 Legs 1	3 Legs 2	4 Legs 1	4 Legs 2	5 Legs 1	5 Legs 2	6 Legs 1	6 Legs 2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Posture Score B: 2

+

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held>10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score: 1

+

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Force/Load Score: 0

=

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in **Table C**.

Neck, Trunk & Leg Score: 3

Task name: BRWa Reviewer: Pamela De León E. Date: 04 / 05 / 2015

provided by Practical Ergonomics

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA .

© 2004 Neese Consulting, Inc

rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

3.Contra requerimientos

ECONÓMICOS

El costo de producción del accesorio o solución no debe pasar los Q2,500.00	Se sobrepasó por Q413.4 por unidad según los costos sugeridos.

MATERIALES

Los materiales pueden ser: aluminio, metales, hule, fibra de vidrio, plywood, telas sintéticas, velcro, plásticos de distintas densidades, maderas, resinas, algodón, espumas ó PVC.	Se cumplió de manera que los materiales utilizados fueron: fibra de vidrio, aluminio, hierro y fibras sintéticas.
Sólo el accesorio en sí no puede pesar más de 50lbs.	Se cumplió, el accesorio pesa 25 libras.
Deben poder tener un proveedor al menos en el territorio de la ciudad de Guatemala de cada uno de los materiales a utilizar.	Se cumplió, todos los materiales utilizados fueron encontrados y trabajados en menos de dos semanas en la ciudad.

MECANISMOS

Se proponen mecanismos como poleas, elásticos, palancas, fuelles, resortes, contrapesos, engranajes (dientes rectors, dientes helicoidales, cónicos), bielas, mani-velas, tornillos sin fin, cadenas y piñotes, frenos, ruedas, trinquetes, embragues, acoplamientos ó cojinetes.	Se cumplió, se utilizaron poleas, frenos con dientes o trinquetes y resortes.

ERGONÓMICOS

Si es un accesorio fuera de la parihuela no debe estar sujeta fija a ninguna parte del cuerpo del usuario. Si es un accesorio para el usuario, éste debe poder rotar su tronco 45° tanto a la izquierda como a la derecha. Y hacia delante una flexión de hasta 90° y hacia tras una extensión de hasta 35°.	Se cumplió, el usuario tiene completa libertad de movimiento utilizando el accesorio. Y no está atado o unido a éste de ninguna forma.
Cualquier tipo de solución diseñada debe respetar los percentiles utilizados para los usuarios.	Se cumplió, no limita al usuario en nada, por lo tanto se adapta a una muy amplia cantidad de perfiles de posibles usuarios.
Manteniendo la espalda recta y sin alejar los brazos del tronco mientras se sostiene peso. El mayor peso que puede cargar con los codos junto al tronco radica entre 200-400lbs. Dependiendo del sexo del usuario.	Se cumplió, el usuario no debe sostener peso, por lo cual se elimina todo posible riesgo de lesión en el área lumbosacra. Toda fuerza ahora, radica en halar con los brazos inclinándose con la ayuda de la gravedad.
Puede ir detrás de la parihuela, delante o encima. Encuclillado, parado, acostado o sentado. Siempre manteniendo la espalda recta.	Se cumplió, el accesorio permite una total libertad de movimiento al usuario ya que puede tomar varias posiciones para utilizarlo correctamente.
Que la presión de fuerza que recae sobre las vértebras lumbosacras sea siempre uniforme para los discos.	Se cumplió, ya no existe presión en las vértebras porque se cambio la dirección en la que se ejerce la fuerza.

COLORES – SEMIÓTICA Y SIMBÓLICOS

La solución debe atraer visualmente la posición que se debe adoptar para poder utilizar el artefacto. Por medio de colores, gráficas descriptivas, ó instruido previamente por la academia de bomberos.	Se cumplió, la cuerda que debe ser halada queda en posición para que el usuario la identifique fácilmente. Las posiciones correctas a tomar deben ser instruidas previamente en el curso de Cabuyería y Rescate.
Llevará el logo del cliente impreso a un tamaño desde 10cm hasta 100cm.	Se cumplió, el color verde utilizado es el de la Municipalidad, actualmente aplicado a todos lo vehículos del cliente y posee su logo a un costado del accesorio en un tamaño de 15cm x 15cm.
Íconos reconocidos internacionalmente como (¡) signos de peligro, siluetas de partes del cuerpo y movimientos prohibidos.	Se cumplió de manera que el manual brindado junto al accesorio explica a detalle su correcto uso y movimientos a evitar.
Los colores a utilizar pueden ser rojo y verde fosforescente.	Se cumplió, utiliza el verde limón oficial de la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala.

DE FORMA

Debe ajustarse a la parihuela estándar en cuanto a medidas, pesos (30lbs.) y al lazo de 3/4”	Se cumplió, se ajusta muy fácilmente a la cuerda utilizada por los bomberos.
No puede invadir o alterar de alguna forma la parihuela existente.	Se cumplió, no necesita tener ningún contacto directo con la parihuela.

Debe adaptarse a los diferentes posibles terrenos.	Se cumplió, su forma en cápsula, su acabado liso y sus aristas redondeadas permite un suave deslizamiento sobre cualquier superficie.

DE FUNCIÓN

Por medio de una retroalimentación al usuario mientras se utiliza y operándolo. Debe tener mecanismos que la capacidad intelectual del usuario ya reconozca.	Se cumplió, el mecanismo funciona por medio de movimientos constantes y repetitivos que crean en el usuario percepciones de lo que debe hacer, posee guías que se da a entender que una pieza entra en la otra y en el caso del resorte, el usuario puede asumir que una vez contraído, éste se debe liberar.
Debe ser maniobrable. No sobresalir de las dimensiones establecidas de la parihuela para poder esquivar obstáculos sin que se retenga en ningún lugar. Y capaz de ser utilizado por un solo usuario.	Se cumplió, el accesorio mide 130cm de largo por 20cm de diámetro. Es capaz de ser ensamblado, instalado y utilizado por un solo usuario.
Rápido de instalar. Capaz de instalarse de 5 a 10 minutos lo máximo.	Se cumplió, una vez ensamblado, se toma entre 20 y 30 segundos en colocarlo en la cuerda.
Debe reducir esfuerzos. De forma que por medio de los mecanismos, el usuario no se fatigue en el proceso.	Se cumplió, las 7 poleas utilizadas reducen el peso cargado hasta 1/16 de éste.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

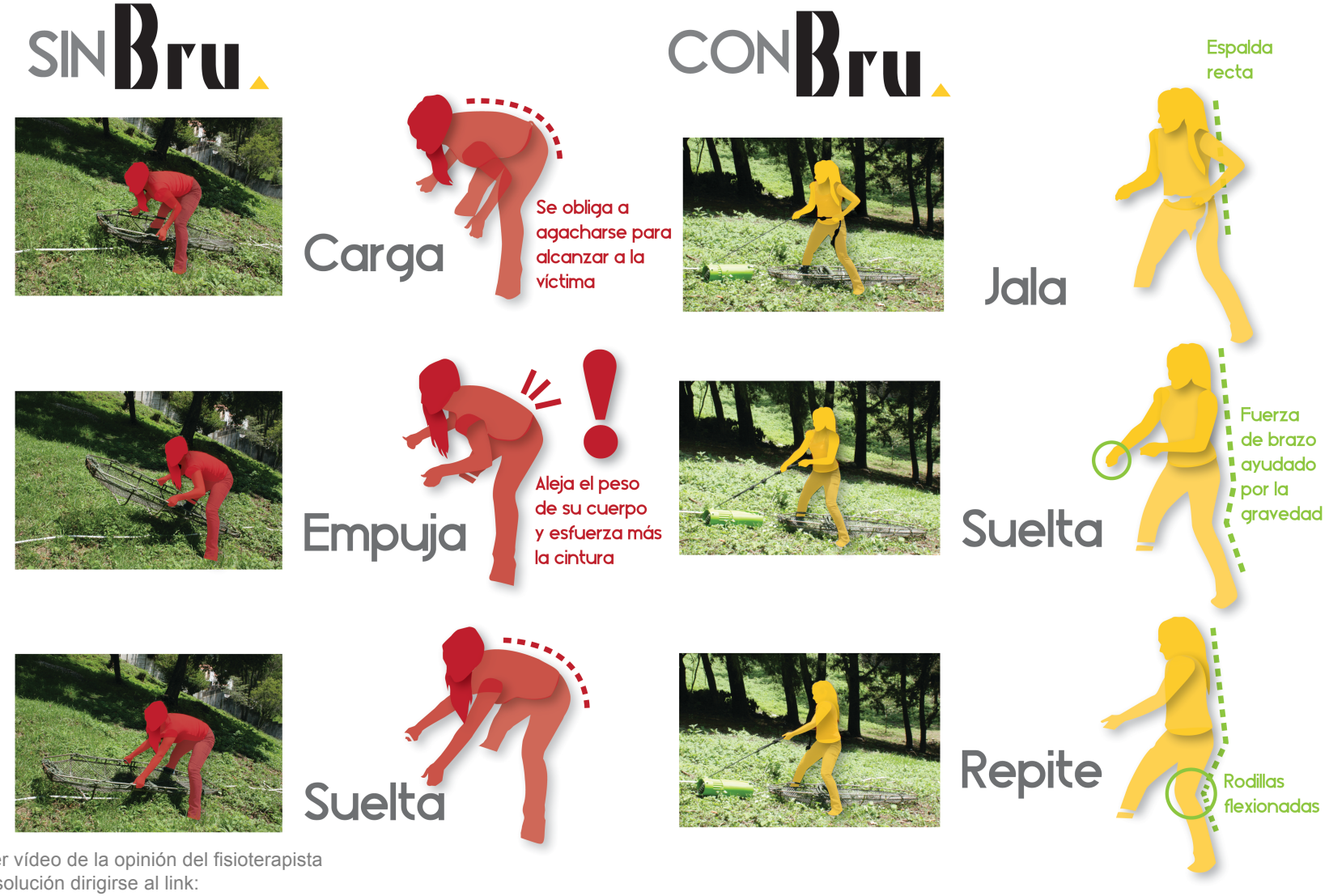
Debe sostener tanto al usuario como a la víctima de caer.	Se cumplió, posee dos frenos de aluminio que sujetan la cuerda los cuales garantizan que el usuario y la víctima no caerán por la gravedad ni el peso. Dichos mecanismos resisten hasta 500 libras.
La forma de asegurar al usuario debe ser sujetándolo al accesorio de manera que soporte su peso y se mantenga unido a éste en caso de caídas.	Se cumplió, la cuerda utilizada para hacer avanzar el accesorio puede ser sujeta por un mosquetón al cinturón del usuario si así se desea. Por el lado de la víctima, la parihuela va sujeta directamente al accesorio de manera que no corre ningún riesgo de separarse.

PROCESOS

Debe poder producirse en serie. Al menos 10 unidades en 30 días, de manera artesanal o industrial dentro del territorio nacional.	Se cumplió, se logró proyectar una producción de 10 unidades en 7 días aproximadamente en la Ciudad de Guatemala.

4.Estudio de movimientos y comparación con la situación actual

Imagen 103:
Comparación de movimientos
Fuente: Propia



(*Para ver vídeo de la opinión del fisioterapista sobre la solución dirigirse al link: https://www.youtube.com/watch?v=uxOpGAnyrao)

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El artefacto requiere del usuario hasta 20 libras fuerza en los brazos. Esto depende de la inclinación y técnica del rescatista.
- El nuevo movimiento concedido por el accesorio permite realizar todo el esfuerzo únicamente con la fuerza de los brazos y las distintas inclinaciones del terreno permiten al usuario apoyarse también en la fuerza de la gravedad para disminuir la fatiga.
- La distancia recorrida es poca y se requiere muchas repeticiones.
- Las posiciones incorrectas fueron evitadas totalmente según las fichas REBA y RULA.
- Se requieren ciertos estudios y cambios para un óptimo diseño de los componentes del accesorio y mejor funcionamiento con diferentes rangos de peso.
- Es un accesorio manual que depende en gran parte de la habilidad del usuario.
- El accesorio reduce hasta 1/16” del peso que carga la parihuela.
- La fricción del suelo aumenta la fuerza que el usuario debe ejercer.
- Existen dos posibles posiciones para utilizar correctamente el accesorio, que no dañan el área lumbar: el usuario sobre la parihuela y el usuario a un costado de la parihuela.
- Según el quiropráctico fisioterapista, las posiciones necesarias para utilizar el accesorio son totalmente seguras.
- Se alcanzaron la mayoría de requerimientos propuestos.
- Puede ser utilizado por un muy amplio perfil de usuarios. Como los encontrados en las estaciones del Cuerpo de Bomberos Municipales. Incluso una mujer con poca fuerza y estatura puede hacer uso de él.
- La validación comprobó la necesidad básica pero quedan estudio y posibles mejoras que implementarle al accesorio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda instalarle ruedas a la camilla como una mejora, si se desea un deslizamiento con menos fricción y esfuerzo para el usuario.
- Se recomienda el uso paralelo de todo el equipo de accesorios de protección y apoyo para el bombero como lo son guantes, casco, botas, radio, linterna, etc.
- Se aconseja implementar dentro de las capacitaciones el uso del accesorio en el curso de cabuyería y rescate para familiarizar a los futuros usuarios con el dispositivo.
- En el proceso de fabricación se recomienda perforar las piezas “esqueleto” para disminuir el peso total del accesorio.
- Los materiales propuestos son los que mejor se adecuaban a la situación actual, pero se recomienda sustituirlos por otros más livianos e igual de resistentes como la fibra de carbono para toda la estructura y el plástico de alta densidad para las poleas, haciendo así, el accesorio más liviano y con mayor durabilidad.
- Se recomienda engrasar las poleas cada 2 meses para un óptimo funcionamiento.
- Se recomienda revisar el equipo de accesorios siempre antes de ser utilizado para confirmar que todas las piezas se encuentran en su correcto lugar.
- Se recomienda más frecuentemente utilizar el sistema manual de halar la cuerda principal para tensionarla o contar con una estaca instalada en su extremo.
- Se recomienda no sacar la cuerda principal por completo al terminar su uso, y almacenarlo colgado por el alambre metálico junto a la cuerda para tenerlo listo para la próxima emergencia.
- Se recomienda siempre usar una cuerda principal mayor a ¾” de grosor.
- Se recomienda engrasar el tubo si se desea un mejor deslizamiento del mecanismo.

- Se recomienda que al utilizar el accesorio se pase la cuerda independiente por detrás de la cintura para ayudarse echándole el peso hacia atrás sobre ésta y utilizar la fuerza de la gravedad para disminuir el esfuerzo de los brazos.
- Se recomienda poseer capacidad física o algún tipo de experiencia con el esfuerzo físico para facilitar el uso del accesorio.
- Se recomienda sujetar la cuerda independiente del mecanismo al cinturón del usuario para asegurar a éste de no caer por causa de la gravedad.

X. GLOSARIO

Definiciones extraídas del Diccionario De Oceano Mosby.

1. **Lordosis**

   Curvatura normal de la columna lumbar y cervical que se manifiesta como una concavidad anterior, cuando la persona se observa desde un lado.

2. **Cifosis**

   Proceso patológico de la columna vertebral caracterizado por un aumento de la concavidad (hacia atrás) de la curvatura de la columna torácica.

3. **Contracturas Musculares:**

   Contractura fisiológica, es un trastorno temporal caracterizado por la contracción y el acortamiento muscular durante un período considerable de tiempo.

4. **Inflamaciones o roturas de ligamentos:**

   Respuesta defensiva del organismo frente a un agente irritante o traumático en los ligamentos.

5. **Luxación vertebral:**

   Dislocación o desplazamiento permanente de los extremos óseos de una articulación o vértebra, perdiendo contacto las superficies articulares.

6. **Espalda baja:**

   Área lumbar.

7. **Área lumbosacra:**

   Región comprendida entre las vértebras lumbares y el hueso sacro.

8. **Columna vertebral:**

   Estructura flexible que constituye el eje longitudinal del esqueleto y que en el adulto consta de 24 vértebras separadas dispuestas en línea recta desde la base del cráneo hasta el coxis.

9. **Núcleo pulposo:**

   Parte central de cada disco intervertebral, formado por una substancia elástica pulposa que pierde parte de su elasticidad con la edad.

10. **Protrusión del núcleo pulposo:**

    (Hernia) salida de un órgano a través de una abertura anormal en la pared de la cavidad que lo rodea.

11. **Carilla articular:**

    Área de contacto de las apófisis transversas con la vértebra superior e inferior.

12. **Biomímesis:**

    ciencia que estudia nuevas tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, mediante los modelos de sistemas (mecánica), procesos (química) y elementos que imitan o se inspiran en ella.

XI. ANEXOS

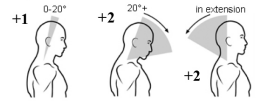
1. Ficha REBA

REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

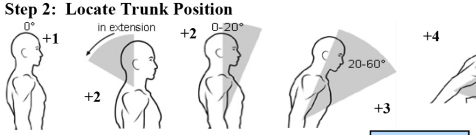
Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust…
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score

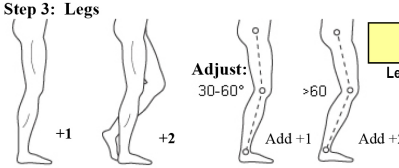
Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust…
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score

Step 3: Legs



Leg Score

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs : +0
If load 11 to 22 lbs : +1
If load > 22 lbs: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force/Load Score

Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
Find Row in **Table C**.

Score A

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

SCORES

Table A	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score 1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
Trunk Posture Score 2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Trunk Posture Score 3	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
Trunk Posture Score 4	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
Trunk Posture Score 5	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B	Lower Arm					
	1			2		
Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score 1	1	2	2	1	2	3
Upper Arm Score 2	1	2	3	2	3	4
Upper Arm Score 3	3	4	5	4	5	5
Upper Arm Score 4	4	5	5	5	6	7
Upper Arm Score 5	6	7	8	7	8	8
Upper Arm Score 6	7	8	8	8	9	9

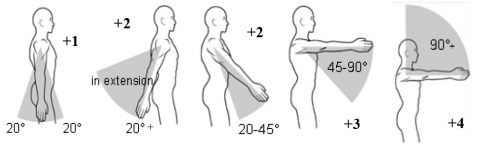
Score A (score from table A +load/force score)	Table C: Score B, (table B value +coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score + Activity Score

Final REBA Score

B. Arm and Wrist Analysis

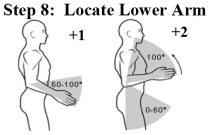
Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust…
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

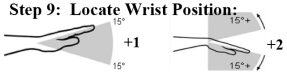
Upper Arm Score

Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust…
If wrist is bent from midline or twisted : Add +1

Wrist Score

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting Handle and mid rang power grip, ***good: +0***
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, ***fair: +1***
Hand hold not acceptable but possible, ***poor: +2***
No handles, awkward, unsafe with any body part, ***Unacceptable: +3***

Coupling Score

Step 12: Score B, Find Column in Table C
Add values from steps 10 &11 to obtain Score B. Find column in **Table C** and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B

Step 13: Activity Score
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Task name: _____ Reviewer:_____ Date: _____/_____/_____

provided by Practical Ergonomics

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA .

© 2004 Neese Consulting, Inc.

rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

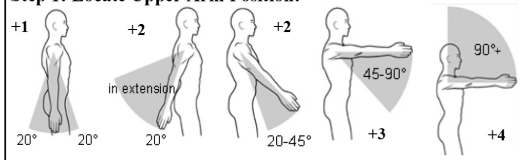
2. Ficha RULA

RULA Employee Assessment Worksheet

*based on **RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99***

A. Arm and Wrist Analysis

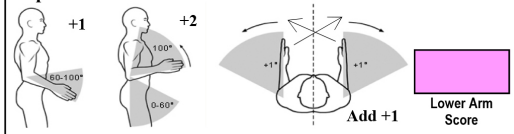
Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 1a: Adjust…
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score

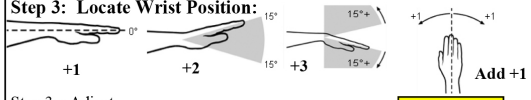
Step 2: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score

Step 2a: Adjust…
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust…
If wrist is bent from midline: Add +1

Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Posture Score A

+

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held>10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score

+

Step 7: Add Force/Load Score
If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Force/Load Score

=

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain
Wrist and Arm Score. Find row in **Table C**.

Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	1 Wrist Twist 1	1 Wrist Twist 2	2 Wrist Twist 1	2 Wrist Twist 2	3 Wrist Twist 1	3 Wrist Twist 2	4 Wrist Twist 1	4 Wrist Twist 2
1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table C: Neck, trunk and leg score

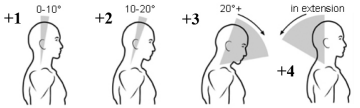
Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
1 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

Final Score

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

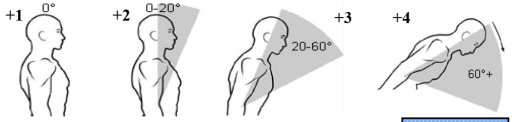
Step 9: Locate Neck Position:



Neck Score

Step 9a: Adjust…
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:



Trunk Score

Step 10a: Adjust…
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Leg Score

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	1 Legs 1	1 Legs 2	2 Legs 1	2 Legs 2	3 Legs 1	3 Legs 2	4 Legs 1	4 Legs 2	5 Legs 1	5 Legs 2	6 Legs 1	6 Legs 2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above,
locate score in Table B

Posture Score B

+

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held>10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Muscle Use Score

+

Step 14: Add Force/Load Score
If load < .4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Force/Load Score

=

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain
Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in **Table C**.

Neck, Trunk & Leg Score

Task name: _____ Reviewer:_____ Date: _____/_____/_____ *provided by Practical Ergonomics*

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA . *© 2004 Neese Consulting, Inc* *rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667*

3. Guía de Validación

GUÍA DE VALIDACIÓN

INSTRUCCIONES

Localizarse en un terreno natural e inclinado.

Elementos necesarios:
1. Cámara de vídeo
2. Parihuela estándar
3. Accesorio Solución
4. Equipo de rescate

Profesionales necesarios:
1. Bombero capacitado
2. Víctima
3. Evaluador

La validación se fundamentará en la valuación de posiciones del usuario durante el proceso de rescate. Para ello se grabará de perfil la secuencia del bombero en acción. Luego también se tomará en cuenta la opinión y reacción del usuario ante la solución proveída, por medio de una encuesta.

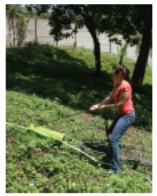
Veces a validarse necesarias: **1**
Tiempo estimado: **30 - 45 minutos**

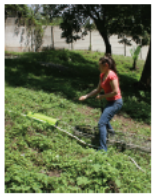
PARTE I TOMA DE IMÁGENES

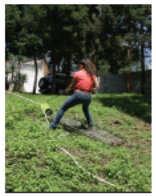
Grabación y toma de tiempos del usuario en proceso del rescate.

(screenshots)


segundo: 0:00


segundo: 0:05


segundo: 0:08


segundo: 1:30


segundo: 5:30

¿Cumplió con la espalda recta en cada ocasión? Si___ No____

¿Separa los codos del tronco **cargando peso** en alguna ocasión? Si___ No____

¿Cuántas pausas realizó? _____

PARTE II ENCUESTAL AL USUARIO

Calificar de 1 a 10 cada pregunta. Sumar todos los puntos. Lo óptimo es llegar a 25 puntos como mínimo.

1. ¿Encuentra cómodo el uso del artefacto? _____

2. ¿Qué tan fatigado se encuentra? (1 muy fatigado, 10 descansado) _____

3. ¿Recomendaría el accesorio? (1 nunca, 10 mucho) _____

4. ¿Cuán sencillo encontró el artefacto? (1 difícil, 10 muy sencillo) _____

5. ¿Siente dolores? (1 muchos dolores, 10 nada) _____

PARTE III CONCLUSIONES DEL EVALUADOR

Responder las preguntas.

1. Calificación total de la encuesta al usuario mayor de 25 puntos: Si ____ No_____

2. Tiempo total del primer rescate: _____ Tiempo total del rescate con accesorio: _____

3. ¿El usario se muestra satisfecho a propia percepción en general? Si ____ No _____

4. ¿Se erradicaron las posiciones incorrectas? Si _____ No _____

5. Opinión del evaluador más la calificación de la encuestra: Validación Aprobada _____
   Validación Reprobada _____

6. ¿El artefacto sufrió algún daño o alteración significativo? Si ____ No _____

7. ¿El artefacto resistió? Si ____ No _____

8. Opinión, comentarios o recomendaciones del evaluador:

4. Focus Group

Al iniciar la investigación en la estación no. 9 del Cuerpo de Bomberos Municipales, en zona 10, se desarrollo un Focus Group, el 28 de septiembre del 2014, con un grupo de 7 bomberos hombres, de 24 a 60 años de edad, que estaban de turno en el momento.

Las identidades de los participantes se mantendrán anónimas debido a reglamentos internos de la estación.

De éste Focus Group y la entrevista a al Subdirector, se conoció a los posibles usuarios meta, se definieron algunas características tanto físicas y situacionales como personales y conductuales de los posibles usuarios.

El objetivo de utilizar ésta herramienta, es principalmente identificar las mayores molestias en el desempeño de sus tareas y qué problemas encuentran a lo largo de su labor cotidiana como bomberos.

Gracias a esta herramienta se puede conocer la opinión de los usuarios principales de éste proyecto.

Plantilla inicial:

Sexo:

Mujeres	0	
Hombres	7	

Situaci ón Familiar:

Casado o viviendo junto con su pareja	4	Mixto
Vive solo (con o sin hijos)	2	Mixto
Vive con sus padres	1	

Edad: Ninguna cuota pero mezclados

18 a 30 A ños	4
31 a 55 A ños	2
56 +	1
Menos de 18	O

Preguntas: (Las respuestas fueron llevadas a una conclusión general)

1. ¿Tienen algún departamento que se encargue de escuchar sus problemas? ¿A quién se abocan?

   No.

2. ¿Cuentan con algún seguro médico brindado por la municipalidad?

   Si, brindado por el Cuerpo de Bomberos.

3. ¿Cuáles son las molestias que primero les vienen a la mente de la labor de ser bomberos?

   No consideran que tengan problemas, se adaptan a lo que tienen, son muy serviciales y saben que quejarse no ayuda en nada.

4. ¿Con qué problemas o molestias deben lidiar dentro de la estación?

   Limpiar las mangueras luego de un incendio, las suelen extender sobre el garaje y con una escoba las lavan con agua y jabón normal.

5. ¿Qué problemas o molestias encuentran fuera de la estación durante una emergencia?

   Cuando el bombero se encuentra solo y debe:

   - *rotar a una víctima acostada sobre el suelo a la cual no se le puede movilizar por peligro a lesionarla. Y subirla a la camilla.*
   - *Utilizar el inmovilizador Kendrick, es incómodo de utilizar y sólo cubre el torso, sería útil que llegara hasta la pelvis.*
   - *El sostener la cuerda del compañero que baja un barranco requiere de mucho esfuerzo.*
   - *El esfuerzo y dolores de espalda que tardan en cesar cuando se debe subir a una víctima sobre la parihuela en un barranco o terreno de difícil acceso. Es más difícil si se es de baja estatura. Es una de las actividades que mayor destreza y esfuerzo físico requiere realizar como bombero.*

6. ¿Creen que el equipo de seguridad que les brinda la estación cubre todas sus necesidades?

   No siempre, pero faltan recursos. Saben ya existen otras soluciones.

7. ¿Tienes algún trato especial en establecimientos o servicios por ser ejercer tu profesión de bombero?

   No.

8. ¿Creen que cuentan con el equipo de accesorios necesario para ejercer correctamente sus tareas?

   En algunas áreas consideran que se queda obsoleto.

9. ¿Tienen, en ésta estación (No. 9) algún aparato o accesorio fabricado por ustedes mismos para satisfacer alguna necesidad?

   Solamente los arreglos que hacen cuando algo se rompe.

10. ¿Cuáles son las causas más comunes de golpes, lesiones, accidentes y cualquier tipo de cosa que atente contra su salud e integridad física dentro de la estación y/o atendiendo emergencias?

Obstáculos en el camino, falta de visibilidad, objetos punzantes inesperados, cargas pesadas, estructuras colapsándose, malas herramientas.

5. Entrevista con el Subdirector de la Estación No. 9

Entrevista realizada el 12 de septiembre de 2014, al Subdirector de la Estación No. 9, el Caballero Bombero de Tercera Clase Juan Pablo Poggio en la Ciudad de Guatemala.

PARTE 1: Objetivos de la entrevista

Debido a que está prohibido realizar cualquier tipo de estudios o proyectos en las estaciones del Cuerpo de Bomberos Municipales, utilizar nombres, o incluso el logo de la institución, se tuvo que realizar una entrevista con la persona a cargo de todos los posibles usuarios de la estación para obtener información como el estilo de vida de los bomberos, su nivel social, preferencias, datos personales y demás datos de la segmentación de mercado.

PARTE 2: Preguntas

1. ¿Cuál es su nombre y el cargo que desempeña?
   Juan Pablo Poggio, Caballero Bombero de Tercera clase, Subdirector de la estación 9.
2. ¿Cuántas personas tiene a su cargo?
   Hombres y mujeres de 16 a 20 bomberos permanentes y de 75 a 100 bomberos ad honorem.
3. ¿Qué nivel social tienen los bomberos en su estación?
   Desde clase C- (salarios de Q4,500.00) siendo éstos de muy escasos recursos hasta A+ (Q35,000.00) contando con todas las comodidades de una calidad de vida alta.
4. ¿De qué edades?
   De 18 hasta 65 años.
5. ¿Qué religión practican?
   70 son evangélicos, 48 son católicos y 4 testigos de Jehová y otros.
6. ¿Qué raza tienen?
   La mitad ladinos y la otra mitad indígenas.

7. ¿Cuántos viven por casa aproximadamente?

   De 3 a 10 personas.

8. ¿Tienen transporte propio?

   70 cuentan con vehículo propio y 50 usan el transporte público.

9. ¿Qué hacen en su tiempo libre?

   Salidas recreativas con la familia, ven televisión y escuchan música.

10. ¿Cuántos agentes son mujeres y cuántos son hombres?

    6 mujeres y 114 hombres.

11. ¿Qué intereses expresan?

    Particular inclinación hacia los deportes extremos, actividades de alto riesgo y adrenalina.

12. ¿Cuáles son los tipos de bomberos?

    Ad honorem y permanentes desde clase uno hasta tres.

13. ¿Cuál es la estructura interna de los Bomberos Municipales en toda la ciudad?

    Liderados por el Alcalde de la Ciudad (Álvaro Arzú), luego le sigue el Comandante y Primer Jefe ad honorem, (la persona que decide qué equipo se le compra a los bomberos), luego el Comandante Ejecutivo (el Mayor César Augusto López) quien está por encima de todos los siguiente jefes por igual. Existen Jefes de estaciones, luego subdirectores de estaciones (de la 1 a la 11) luego el personal permanente (asalariado) y el ad honorem (sin salario). Existen Personal Administrativos, sobre la secretaria administrativa. También el Jefe de Escuela Técnica de Bomberos sobre los instructores. Jefe de Taller encargado del personal del taller. Y el Jefe de Relaciones Públicas encargado del personal de relaciones públicas.

14. ¿Cuántas estaciones existen?

    11 estaciones que cubren las necesidades de toda la Ciudad de Guatemala.

15. ¿Cómo funcionan los turnos?

    Los permanentes tienen turnos que duran 24 horas de servicio y descansan las 24 horas siguientes. Los adhonorem tienen turnos que duran 8 horas de servicio cada 5 días.

16. ¿Con cuántos bomberos cuentan en total?

184 permanentes y 462 Ad honorem en las 11 estaciones.

17. ¿Con qué equipo de accesorios disponen para desempeñar los rescates?

    Casco, mosquetones, parihuela, guantes, uniforme, botas, linterna, cuerda, radio y arnés, entre otros que pueden variar.

18. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para ser bombero?

    Haber cursado hasta 3ero. Básico, el examen de evaluación inicial de los bomberos y los cursos básicos de capacitación. El curso que instruye cómo realizar los rescates se llama "Curso de Cabuyería y Rescates".

19. ¿Cuántos bomberos son rescatistas?

    38 bomberos tiene especialización en búsqueda y rescate en estructuras colapsadas (BREC) y 47 bomberos con especialización en el Curso de Rescate en Estructuras Colapsadas Nivel Liviano (CRECL).

20. ¿De dónde salen los fondos para los Bomberos Municipales?

    Entre los fondos del Congreso de la República y el Comité pre-mejoramiento del Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales. En total cuentan con Q14 millones anuales.

21. ¿Algún dato característico extra que le parezca relevante mencionar sobre los bomberos?

    La mayoría de los que gustan de su labor como agentes del Cuerpo de Bomberos tienen gran déficit de atención y tendencias a temperamentos coléricos.

6. Entrevista con Fisioterapista

Entrevista realizada el 05 de septiembre de 2014, al Dr. Carlos A. De León B. en la Ciudad de Guatemala. De ésta entrevista se hicieron grabaciones de audio y de vídeo adjuntas.

PARTE 1: Objetivos de la entrevista

La opinión profesional de un fisioterapista y quiropráctico era indispensable para éste tipo de proyecto ya que él se especializa en la corrección y tratamiento de lesiones por posturas y movimientos incorrectos en sus pacientes. En su desempeño laboral trata diariamente con dolores del área lumbar.

PARTE 2: Preguntas

1. ¿Cuál es nombre y su profesión?
   Carlos Alberto De León Benavente, y ejerzo como Fisioterapista, Terapista Neural, Quiropráctico y Naturópata graduado.

2. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión?
   20 años.

3. ¿Puede explicarme cuál es el nombre correcto para los dolores de espalda baja?
   Lumbago, artrosis lumbar, hernia lumbar, radiculopatía lumbar, ciática, artritis de las carillas articulares vertebrales.

4. ¿Qué sucede cuando ocurre una lesión en dicha área?
   Se rompen ligamentos, desgarres musculares, lujaciones vertebrales, fracturas de vértebra, roturas de discos intervertebrales, pinzamiento o rotura de las raíces nerviosas.

5. ¿Cuáles son las principales causas de éstas lesiones?
   Sobre esfuerzos en posiciones incorrectas, traumas directos en la zona lumbar, sedentarismo y enfermedades por causas naturales.

6. ¿Cuáles son algunos de los síntomas de las lesiones del área lumbar?

Pérdida de la movilidad de las piernas, adormecimientos, dolores irradiados de la cintura hacia los pies, pérdida de fuerza, debilitamiento, insensibilidad, entre otros. En general se le llama a todos estos "Parestesias" .

7. ¿Cuáles son los tratamientos recomendados para éste tipo de lesiones?

   No invasivos: anti inflamatorios, relajantes musculares, analgésicos, vitaminas, masajes relajantes y movilizaciones quiroprácticas, inmovilizadores, crioterapia, lámparas infrarrojas, ultrasonido, compresas calientes, reposo y suspensión de cualquier actividad.

   Intervenciones invasivas: desde infiltraciones de analgésicos y esteroides hasta intervenciones quirúrgicas para la extirpación de anillos intervertebrales y vertebras fracturadas.

8. ¿Cuánto tiempo requiere para el paciente estar totalmente rehabilitado?

   Depende de la lesión, desde 2 semanas en el caso de las lesiones leves, hasta 5 años en caso de las lesiones múltiples o graves.

9. ¿Cuántos agentes del Cuerpo de Bomberos han recurrido a sus servicios?

   Alrededor de 20 individuos.

10. ¿Cuáles eran sus afecciones?

    Dolor de espalda baja, debilidad, inmovilidad, contracturas musculares, e incapacidades.

    Dichos síntomas resultaron diagnosticados como hernias discales, roturas de ligamentos y músculos y en algunos casos, fracturas vertebrales.

11. ¿Cómo se habían lesionado?

    En su mayoría, cargando pesos en formas incorrectas, desempeñado tareas de sus labores diarias, sobre esforzando y fatigándose en las faenas de rescate de víctimas en sus múltiples expresiones.

12. ¿Cuánto tiempo tardaron en rehabilitarse?

    La mayoría, entre 6 meses y un año, luego de 3 citas semanales durante un mes, 1 cita semanalmente durante 3 meses, hasta 1 cita cada dos semanas el tiempo que fuera necesario.

13. ¿Qué información extra podría darme sobre el tema? (transcripción de las grabaciones de audio)

GRABACIONES No. 1 a la No.10

En la evolución del hombre se puede ver la posición de cuadrúpedo a bípedo. En la columna del hombre actual se encuentran 3 curvas: una sifosis y 2 lordosis.

En cambio un primate, tiene 4 puntos de apoyo y tiene una columna vertebral recta. Al andar, el primate tiene un centro de equilibrio más inclinado que el hombre, lo cual le permite tener más estabilidad y soportar más peso.

El traslado del centro de equilibrio en el hombre permitió a éste mayor agilidad pero perdió fuerza.

Con esto, adquirió la característica de que su columna funciona como un péndulo con base en la cadera, que estabiliza todo el peso de la parte superior del cuerpo con la ayuda de su musculatura frontal y posterior.

El área de la musculatura posterior que le permite al hombre realizar los movimientos laterales y frontales se llama "lumbosacra".

La musculatura lumbar consta de dos cadenas musculares, una posterior y una frontal, por ende, al no tener una unión de huesos más que sólo en la columna vertebral, toda la presión y el peso que se ejerza en el tórax, recae directamente sobre la base de la columna.

Los ligamentos que soportan estos huesos son variados, fuertes, de distintos tamaños y grosores. Pero se encuentran más que todo en el área de la cadera, no tanto en el área lumbar.

En el área lumbar hay muchas raíces nerviosas que están propensas a lesión, más que todo, en posiciones dolorosas e incorrectas para el ser humano y en sobre esfuerzos.

Dichas raíces nerviosas producen problemas como contracturas musculares (lesión leve), inflamaciones o roturas de ligamentos (lesión media), hasta una desviación de discos (lesión grave), los cuales presionan las raíces nerviosas y se complica mucho más la lesión.

Las personas, periódicamente, tienden a hacer movimientos incorrectos para su fisionomía y se sobre esfuerzan. Creen que pueden soportar pesos grandes pero que en realidad está fuera de su capacidad.

En la costumbre general del ser humano, al cargar peso, se tiende a hacer el cuerpo hacia delante con las manos extendidas y ejercer fuerza. Ésta acción en específico es la que daña los ligamentos de la espalda baja o área lumbosacra y la columna vertebral.

La forma correcta de hacer un esfuerzo con el área lumbar es en posición erguida (espalda recta) porque de esa forma, la presión sobre el disco se recibe de manera uniforme.

Cuando la persona se inclina frontal o lateralmente y además carga peso, los discos de la columna vertebral

reciben más presión de un lado que del otro y esto ocasiona rupturas en las paredes del disco causando que se salga el núcleo pulposo y que éste presione la médula.

En el caso de un sobre esfuerzo con el cuerpo inclinado hacia delante como sucede con los bomberos en la utilización de la parihuela, pueden encontrarse desde roturas de una vértebra hasta un desplazamiento de los ligamentos y de la vértebra en sí. Esto ocasiona diferente tipo de dolores, pero todos son incapacitantes y pueden llevar al miembro de bomberos a no poder ejercer su labor nunca más.

Existen también casos de fracturas en las cuales se rompe la vértebra presionando igualmente la médula, y todo esto ocasiona problemas neurales a nivel de las piernas hacia abajo.

(Guatemala, 05 de septiembre del 2014)

XII. BIBLIOGRAFÍA

Kapandji, I. A. (1985). *Cuadernos de fisiología articular,* Tomo 2 y 3. (2da Ed.). Barcelona, España: Masson, S.A.

Gispert, C. (1997) *Diccionario de Medicina Oceano Mosby* (4ta. Ed). Barcelona, España: MCMXCVI Oceano Grupo Editorial, S.A.

Ahonen, J., Lahtinen, T., Sandstrom, M., Pogliani, G.,Wirhed, R. (1996). *Kinesiología y Anatomía Aplicada a la Actividad Física* (1era Ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Butler, D. (2004). *Movilización del Sistema Nervioso* (1era Ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Grieve, G. (1997). *Movilización de la Columna Vertebral, manual básico de método clínico* (1era Ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Cailliet, R. (1979). *Síndromes Dolorosos. Incapacidad y dolor de tejidos blandos* (1era Ed.). México: El Manual Moderno, S.A. de C.V.

Cailliet, R. (1979). *Síndromes Dolorosos. Dorso* (1era Ed.). México: El Manual Moderno, S.A. de C.V.

Morillo, M., Vega, P., Portero, S. (1998). *Manual de Medicina Física* (1era Ed.). Barcelona, España: Harcourt Brace de España S.A.

Cyriax, J. (2005). *Medicina Ortopédica. Tomo I y Tomo II* (1era Ed.). Madrid, España: Marbán Libros, S.L.

Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño* (1 Ed.). México: D.R. Libraria S.A. de C.V..

Gobierno de Canadá (2002). *Basic Rescue Skills.* Recuperado el 10 de septiembre del 2014, de la fuente:

http://www.publicsafety.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/rspndng-mrgnc-vnts/rbn-srch-rsc-eng.aspx

Benemérito Cuerpo Voluntario de Bomberos de Guatemala (Noviembre, 2005). *Manual de Normas y Procedimientos.* Recuperado el 10 de septiembre del 2014, de la fuente:
http://www.bomberosvoluntarios.org.py/procedimientos-operativos-para-accidentes-de-transito/

La alianza Oxfam GB – ESFRA – ISMUGUA (febrero del 2008). *Manual de Normas de Seguridad en Operaciones de Búsqueda y Rescate.* Recuperado el 10 de septiembre del 2014, de la fuente:
http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0194/doc0194.htm

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2012). *Guía General de Operaciones BÚSQUEDA Y RESCATE. Nivel Básico.* (2da. Ed.). Bogotá, Colombia. Recuperado el 10 de septiembre del 2014, de la fuente:
http://www.crusrojacolombiana.org

Municipalidad de la Ciudad de Guatemala (2004-2015). *Estadísticas.* Recuperado el 10 de septiembre del 2014, de la fuente:
http://cbm.muniguate.com/

Wikipedia, La enciclopedia libre (2015, 22 de abril). *Mecanismo.* Recuperado el 24 de abril del 2015, de la fuente:
http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo

Wikipedia, La enciclopedia libre (2015, 5 de marzo). *Polipasto.* Recuperado el 24 de abril del 2015, de la fuente:
http://es.wikipedia.org/wiki/Polipasto

Wikipedia, La enciclopedia libre (2015, 4 de abril). *Cojinete.* Recuperado el 24 de abril del 2015, de la fuente:
http://es.wikipedia.org/wiki/Cojinete