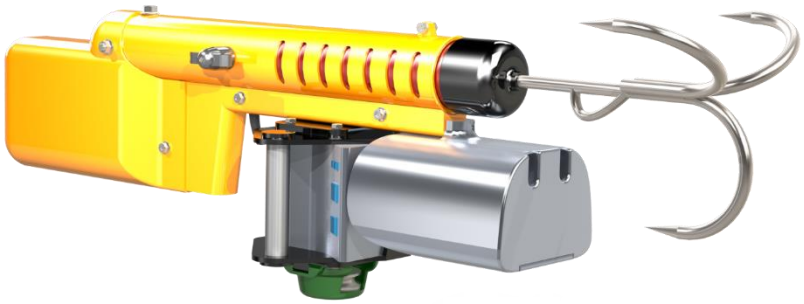
PISTOLA GANCHO RETRÁCTIL

(Prediseño)



AUTOR: Alejandro Mañas Jimenez

TUTOR: Joan Antoni López Martínez

TITULACIÓN: Ingeniería mecánica

DEPARTAMENTO: Expresión gráfica

FECHA: 10-6-2016

INDEX:

1. Objetivo que se pretende conseguir 4
2. Finalidad del proyecto 5
3. Antecedentes existentes 6
   3.1. Escalada 6
      3.1.1. Breve repaso histórico 6
      3.1.2. Tipos de escalada 7
      3.1.3. Herramientas 12
   3.2. Salvamento 19
      3.2.1. Breve repaso histórico y situación 19
      3.2.2. Tipos de rescate 21
      3.2.3. Herramientas 23
   3.3. Servicio militar 24
      3.3.1. Breve repaso histórico y situación 24
      3.3.2. Tipos de destacamento 25
      3.3.3. Herramientas 26
      3.4. Contexto cinematográfico y videojuegos 26
      3.4.1. *Star Wars* 28
      3.4.2. Batman 32
      3.4.3. Resident Evil 34
      3.4.4. Call of Duty 35
      3.4.5. Comparación de la ficción con la realidad 37
   3.5. Estudio de mercado 38
      3.5.1. Orientación del mercado 38
      3.5.2. Disposición del mercado 40
      3.5.3. Descripción de modelos existentes 41
      3.5.4. Comparación de precios y prestaciones 50
      3.5.5. Estipulación del precio del rifle gancho retráctil 52
4. Viabilidad 53
   4.1. Ventajas y desventajas 53
   4.2. Comparación frente la competencia 55

5. Procedimiento experimental y técnico 56
5.1. Opción escogida 56
5.1.1. 1º croquis del rifle gancho retráctil. 56
5.2. Cálculos 58
5.2.1. Escoger valores para trabajar 58
5.2.2. Cálculo de condiciones iniciales 59
5.2.3. Cálculos para diseñar el depósito de aire comprimido 66
5.2.4. Cálculos del gatillo 74
5.2.5. Cálculo del motor necesario 86
5.2.6. Cálculo de la batería 88
5.3. Simulación de tensiones y deformaciones 89
5.3.1. Gatillo 89
5.3.2. Depósito 93
5.4. Actualización del esquema del rifle gancho retráctil 97
5.4.1. 2º croquis del rifle gancho retráctil 97
5.5. Partes fuera del pre-diseño 102
5.5.1. Carcasa del rifle 102
5.5.2. Tapa tope del depósito 103
5.5.3. Conjunto del motor 104
5.5.4. Válvula del depósito 106
5.5.5. Maneta del rifle 108
5.5.6. Cuerda 110
5.5.7. Gancho y base al depósito 110
5.6. Croquis final del rifle gancho retráctil 111
6. Justificación de la elección adaptada 113
6.1. Mecanismo de eyección del gancho 113
6.1.1. Justificación del modelo escogido 115
6.2. Mecanismo de accionamiento 115
6.2.1. Justificación del modelo escogido 118
7. Estudio económico 119
7.1. Coste piezas para fabricar 119
7.2. Coste piezas para comprar 122
7.3. Coste humano 124
7.4. Coste Global 124

7.5. Peso del rifle gancho retráctil 125
8. Condiciones de uso, pasos de ejecución y planos 127
8.1. Pasos de ejecución 127
8.2. Condiciones de uso 129
8.3. Planos 130
8.3.1. Índice de planos 130
9. Implicaciones medioambientales 135
10. Agradecimientos. 136
11. Bibliografía 137

1. Objetivo que se pretende conseguir

El objetivo que se pretende llegar es poder construir un rifle que dispare un gancho con una cuerda atada a él y después, a través de un mecanismo incorporado en el rifle, hacer ascender al usuario a lo largo de la cuerda a una altura comprendida entre el punto de disparo y donde se haya anclado el gancho, de ahí lo de ser retráctil. De igual manera, también se podría descender a través de la cuerda.

He escogido este proyecto debido al vacío que hay en el mercado. Existen dos productos actualmente en el mercado y cada uno cumple una de las dos funciones del rifle gancho: una la de disparar el gancho y la otra la de ascender a través de la cuerda. Fuera del ámbito comercial sí que hay un prototipo de una universidad americana pero no es más que eso, un prototipo, en el cual se centran más en el modo de anclaje que en el funcionamiento del rifle.

Hay que recalcar que, debido a la complejidad del proyecto, aborda demasiados problemas y de diferentes conocimientos de ingeniería que no he cursado, por eso mismo gracias al consejo del tutor, hemos decido hacer un pre-diseño del utensilio centrándome en el sistema de disparo del gancho que incluye el mecanismo de eyección de este y el mecanismo de accionamiento. El mecanismo eyección será buscar una forma para que el gancho salga impulsado del cañón. El mecanismo de accionamiento será estudiar y diseñar un gatillo que accione el mecanismo anterior cuando lo aprietes.

2. Finalidad del proyecto

Este proyecto tiene la finalidad de poder hacer más fácil la escalada y reducir el tiempo de escalar. El utensilio está destinado a 3 tipos de públicos: los servicios de emergencia en el ámbito de rescate de montaña, los escaladores y servicio militar. Por eso mismo, el utensilio tiene la finalidad de facilitar el trabajo de escalada ya que en la mayoría de las situaciones en las que se encuentra este público son complicadas y difíciles de manejar donde una ayuda como la que ofrece un rifle gancho retráctil puede ser vital, como por ejemplo un grupo de salvamento de montaña cuando necesita transportar a un herido o cuando tiene llegar a una ladera de la montaña donde ha habido un accidente y un helicóptero no puede acercarse.

3. Antecedentes existentes

En este apartado primeramente se centra en la historia de la escalada, los tipos de escalada que hay y las herramientas que se utilizan. He elegido hablar de la escalada y sus principios debido que, a pesar de que el rifle gancho no refleja el "espíritu" de la escalada, es de donde ha evolucionado. De igual manera, es interesante ver las herramientas que utiliza un escalador para poder ver qué tipo de objetos pueden complementarse con el rifle gancho y dependiendo como, formar parte de su diseño.

Los siguientes puntos explican brevemente la historia de los servicios de emergencia (salvamento) y militar en el ámbito de montaña y de igual manera se comenta también los utensilios que utilizan. Se habla de estos servicios porque crecieron junto la escalada y es donde se refleja más esta necesidad de agilizar y facilitar el proceso de escalar.

Seguidamente, hay una contextualización cinematográfica comentando brevemente películas y videojuegos relevantes y esquematizando los rifles gancho que aparecen. En este mismo punto al final se comparará la realidad con la ciencia ficción.

Finalmente, hay un estudio de mercado que especifica a que público va orientado, una comparación de mercado y como divulgarlo comercialmente.

3.1. Escalada

3.1.1. Breve repaso histórico

La historia de la escalada se vincula a la del alpinismo, de hecho se trata de la evolución lógica del alpinismo. El alpinismo nació a principios del siglo XX como necesidad de conocimiento de los macizos alpinos, de ahí su nombre. Las

ascensiones se realizaban caminando hasta llegar a las paredes verticales de roca granítica y se ascendían de forma precaria hasta donde el clima, la orografía y la fuerza del alpinista permitían. Entonces, fue necesario desarrollar unas herramientas y técnicas para superar las dificultades que imponían las paredes de roca. De esta manera nació la escalada, estableciendo como concepto que lo más importante era llegar a la cima sin importar como.

Más tarde, en la década de los 70, en Estados Unidos nace una nueva forma de entender la escalada: se pasó al criterio que lo importante no era solo subir, sino como hacerlo. A partir de aquí se buscó la agilidad de los movimientos y nuevas técnicas de escalada, naciendo la escalada deportiva tal y como la conocemos hoy día. George Meyers, considerado un pionero en esta "nueva" técnica, publicó un libro llamado "escaladas en el Yosemite", donde recopilaba y describía este nuevo estilo de escalada en los 70.

Más adelante, nacen nuevos estilos de escaladas adaptándose a los nuevos tiempos.

La escalada en España, a principios de los años 80, se incorporó toda una nueva generación de jóvenes escaladores gracias a Meyers. Esta generación de escaladores españoles tuvo tal nivel de implicación en la escalada que diseñaron una nueva suela de goma en las botas de escalada, llamándolas pies de gato debido a su adherencia, ligereza y comodidad, donde hoy en día son esenciales en la escalada.

3.1.2. Tipos de escalada

- Escalada tradicional

La escalada clásica o tradicional se basa en escalar de la forma tradicional alpina, es decir, subir por una vía donde el primero de la expedición va instalando

los seguros. Estos seguros pueden ser anclajes naturales como artificiales. Los anclajes artificiales pueden ser recuperables como ahora clavos o también pueden ser fijos, como los tacos de expansión auto perforantes (Spits o parabolts). Estos últimos se utilizan para terrenos más resbaladizos y complicados, dando más seguridad de sujeción. En esta modalidad también se puede incluir la modalidad de escalada en hielo, donde aparte de utilizar las herramientas características de la escalada tradicional, se utilizan piolets, crampones y clavos específicos para el hielo.

- Escalada deportiva

La escalada deportiva utiliza como sistema de seguridad unos anclajes previamente fijos a la pared mediante sistemas mecánicos de expansión, como mosquetones o anillas anclados por spits o parabolts en la pared. Otros tipos de anclaje son los químicos: se hace un agujero en la pared donde dentro el agujero se puede colocar resina epóxica, expo-acrílica o de poliéster. Seguidamente se "enrosca" el anclaje de acero, que, una vez solidificada la resina, es tan resistente como un anclaje mecánico. Este tipo de anclaje químico no es característico de uno escalador, sólo se utiliza para preparar pistas de escalada deportiva u otras modalidades ya que necesita un rato de secado / endurecimiento.

Ilustración 1. Escalador en rocódromo

Se colocan estos anclajes porque permiten ampliar otras posibilidades de escalada en paredes rocosas que carecen de aristas o fisuras. Así mismo, estos

anclajes dan más seguridad que cualquier fisura o arista y por lo tanto deja concentrar al escalador en la técnica o en algunos pasos más complicados en la ascensión. Así pues, la escalada deportiva se caracteriza en reducir notablemente el riesgo del escalador a cambio de aumentar el nivel de dificultad. Generalmente esta modalidad busca zonas relativamente accesibles y con paredes no necesariamente muy altas equipando vías con diferente grados de dificultad. Normalmente, antes de equipar las vías, limpian la maleza y piedras sueltas o susceptibles a romperse, para ganar en seguridad.

Actualmente este tipo de escalada es la que se encuentra en los rocódromos, sólo que estos utilizan presas artificiales, es decir, piedras de resinas fijadas a la pared en la que puede ser roca natural o también artificial.

- Escalada artificial

El objetivo de la escalada artificial es disminuir la dificultad paso a paso y aumentar la seguridad según vas progresando. En ausencia de presas naturales, se colocan fijaciones adecuadas a la carga y condiciones de la roca en la que sujetan los estribos escalonados que sirven para ir ascendiendo al escalador. Es un tipo de escalada lenta y laboriosa, donde además se precisa utilizar mucho material. Constituye la única forma de llegar determinados lugares, siendo muy utilizado por ejemplo para los espeleólogos para explorar cuevas.

- Escalada en solo

Es la vertiente de la escalada que tiene el grado de peligrosidad más elevado, ya que la primera y principal característica de la escalada en solo es la de escalar en altura sin cuerda y ningún otro tipo de seguridad adicional. El escalador debe tener una forma física y técnica excelente, además de estar preparado

psicológicamente ya que paso a paso se bate entre la vida y la muerte. Por norma general, la mayoría que escalan en esta modalidad suelen basarse en el principio de progresión para reducir riesgos, es decir, hacen varios intentos con cuerda y aumentado la altura del trayecto antes de ascender en solo. Este método ayuda al escalador a conocer la técnica, el grado de esfuerzo y concentración que se requiere en la vía, así como la voluntad que ha de tener para completar la vía. También hay que decir, que para este tipo de ascensiones muchos escogen rutas muy por debajo de su nivel de dificultad a pesar de lo espectacular que le pueda parecer al profano.

A pesar de todas las precauciones que se pueden tomar, la escalada en solo se considera uno de los deportes más peligrosos, ya que el escalador se juega la vida en cada ascenso.

- Escalada Búlder

Búlder es una palabra adaptada del inglés *Boulder* que significa bloque, por lo tanto la traducción literal de esta modalidad sería escalada en bloque. Esta vertiente es una forma de escalada en solo en la que el escalador nunca sube lo bastante alto como para que una caída pueda suponerle problemas graves. Es decir, se sube un bloque de pocos metros, normalmente de 5 a 6 metros, asegurando la caída con un colchón en la base del bloque (llamado *crash pad*) y muy a menudo con un compañero atento a la caída. Esta modalidad se diferencia también en que no sólo puedes avanzar verticalmente sino también horizontalmente, haciendo estructuras más largas que altas. El búlder se puede hacer sobre roca o sobre una superficie artificial generalmente de madera contrachapada, a la que se le abren agujeros con un taladro. También se pueden construir de materiales plásticos resistentes. Principalmente se basa en que estas estructuras o bloques no sean muy altos para poder caer suavemente sobre el colchón.

- Escalada en psicobloc

Psicobloc es una derivación del Búlder, donde la principal diferencia es que se realiza en acantilados que tienen paredes con la inclinación suficiente como para no golpear en una de las caídas con algún saliente de la roca. En esta modalidad el agua es la protección pasiva. Al utilizar el agua como protección o amortiguadora, esta modalidad permite subir unos metros más (4 o 5 metros) que el búlder, siempre y cuando el escalador sea consciente de que si cae, a de caer de forma vertical ya que es la mejor forma de aprovechar la amortiguación del agua a bastante altura. Por eso mismo, a pesar de parecer una práctica bastante segura, por exceso de confianza no es raro ver tobillos, muñecas o costillas rotas debido a los golpes contra el agua.

Ilustración 2. Escaladora en psicobloc

3.1.3. Herramientas

- Equipo personal

Equipo básico que ha de llevar siempre encima el escalador.

- Arnés: elemento de seguridad donde se ata el usuario. hay de diferentes tipos, pero se ha demostrado que el arnés de cintura es el más seguro, que es el que se utiliza actualmente en la escalada. Este arnés tiene forma de cinturón con unos ligamentos en las piernas para repartir el peso y que no recaiga todo sobre la cintura.

- Pies de gato: calzado que utilizan los escaladores, normalmente por roca, así dichas porque son muy ligeras, flexibles y adherentes. Esto es debido a que la suela y bandas laterales y frontales incorporan una goma especial, que proporciona mayor agarre y precisión. Es fundamental que queden bien ajustados, aunque sean incómodos en un primer momento. Este ajuste es importante para ganar sensibilidad y poder notar los salientes de la roca.

Ilustración 3. Pies de gato

- Casco: elemento de seguridad que protege la cabeza del escalador. Se suelen hacer de materiales ligeros pero con bastantes capas amortiguadoras, comenzando por una primera capa de aluminio, continuada de plástico y finalmente un relleno de porexpán. Normalmente contiene pequeños agujeros para facilitar una ventilación.

- Martillo de escalador o piolet: se trata de un martillo ligero y versátil para el escalador. Tiene una forma peculiar debido a su versatilidad, ya que dispone hoja para agarrar, cabeza de martillo y agujero interior como llave para enroscar tacos. Actualmente cada vez se utiliza más el martillo con piolet, es decir, el piolet es una herramienta similar a un pico con dientes característico para la escalada en hielo, pero, para evitar cargar peso innecesario al escalador se diseñó una herramienta donde se unía el martillo y el piolet, sacándole la hoja para agarrar del martillo e introduciéndole el pico característico del piolet.

Ilustración 4. Piolet

- Crampones: es un complemento de las botas de escalada, especialmente diseñados para la escalada sobre hielo. Se trata de una suela que se ata por debajo de la bota. Esta suela contiene una especie de dientes muy largos y puntiagudos ideales para fijarse sin prácticamente esfuerzo en las paredes de hielo.

Ilustración 5.Crampones

- Cuerdas

- Cuerdas dinámicas: son las que se utilizan en la escalada para asegurar al escalador. Debido a sus características físicas permiten detener la caída inesperada de una persona. Constan de 9 a 11 mm de diámetro y lo recomendable es que tenga un máximo de 60 metros de largo ya que además sería llevar peso innecesario. Tiene un alto coeficiente de alargamiento.

- Cuerdas Semiestáticas: utilizadas para trabajos donde requiere que estar colgado. Debido a su bajo coeficiente de alargamiento, es incapaz de poder absorber una caída. Poco utilizadas en escalada sólo para aguantar grandes pesos pero con poco movimiento. Este tipo de cuerda es más utilizada para espeleología o salvamento, donde se deja colgar el usuario o herido.

- Cuerdas estáticas: utilizadas principalmente en tirolinas o puentes de cuerda. Peca de lo mismo que la semiestática, no puede absorber una caída pero tiene una gran fuerza y resistencia.

- Cordones, cintas o cuerdas simples: uso limitado, puede soportar poco esfuerzos, utilizado principalmente para ligar útiles o material, nunca para asegurar o como guía.

- Dispositivos aseguradores-descensores

Son piezas mecánicas que se utilizan para controlar la cuerda. Se han diseñado para mejorar la seguridad del escalador. Con el sistema de frenado correcto, un escalador “pequeño” puede parar la caída de un compañero más grande y pesado. Estos dispositivos actúan como un freno de fricción, así cuando un

escalador cae la caída es detenida durante la longitud de la cuerda. Se pueden diferenciar los siguientes tipos:

- Placa Sticht: fue el primer freno de cuerda, su nombre se debe a su diseñador Fritz Sticht. Este dispositivo consiste en una pequeña placa de metal con una ranura que permite pasar la cuerda mediante un mosquetón de seguridad y volver a salir. Este mosquetón es atado al asegurador, entonces en combinación del a placa y el mosquetón son capaces de bloquear la cuerda.

Ilustración 6. Placa Sticht

- Dispositivo tubular: tiene generalmente una forma tubular o rectangular. Es una evolución del concepto de la placa de Sticht. Tiene mayor área de superficie para disipar el calor. A más de la capacidad de crear ángulos más agudos, haciendo un mayor grado de fricción.

- Figura de ocho: dispositivo con forma de ocho, comúnmente utilizado como descensor. También se puede utilizar como asegurador pero no son muy populares debido a que tienen la tendencia a torcer la cuerda.

Ilustración 7. Figura de ocho

- Placa Guide: es básicamente un dispositivo de ocho con una placa incorporada, sólo que este si se utiliza como dispositivo de frenado asistido. Debido esta placa, como está en contacto con un segundo mosquetón (no el que se ata al arnés) que hace de pasante de la cuerda, cuando cae el escalador produce un bloqueo en el dispositivo que no permite pasar la cuerda.

- Dispositivo tubular de frenado asistido: dispositivo similar al tradicional dispositivo tubular sólo que dispone de dos bucles adicionales, uno situado en la parte trasera y el otro en la parte frontal del dispositivo. Cuando está conectado directamente a un punto de anclaje con un segundo mosquetón a través del mayor de los 2 bucles, se realiza una función de parada similar a la placa guide.

- Gri-Gri: o *rope grab* en inglés, es el dispositivo de frenado asistido más popular. El gri-gri frena la cuerda con un dispositivo de leva interior que aprieta la cuerda contra una pared interna. En el caso de una caída, esta leva aprieta más fuerte contra la pared del dispositivo y bloquea la caída.

Ilustración 8.Gri-Gri abierto y cerrado

- Dispositivo de auto-aseguramiento: estos dispositivos están diseñados para permitir la escalada en solitario donde el escalador lleve un sistema de freno bastante fiable. Este aparato bloquea automáticamente sin ninguna intervención cuando se coloca bajo carga suficiente, es decir, durante una caída. A pesar de ejercer presión constante contra la cuerda, dejan bastante maniobrabilidad al escalador.

- Mosquetones

Es un utensilio en forma de anilla, normalmente de acero. Constituye un equipo delicado en el que el usuario deposita su integridad física o la de otra persona. Existen varios tipos de mosquetones donde incrementan la seguridad a través

de incluir rosca o botón de seguridad donde se abre la anilla, pero todos tienen la misma funcionalidad.

- Fijaciones o anclajes

- Clavos: objeto delgado normalmente de acero que se clava en la pared para buscar un punto de anclaje. También se pueden decir anillas de anclaje ya que algunos en vez de tener una cabeza plana, disponen de un final de anilla para poder atar la cuerda o agarrarse con el mosquetón.

- Fisureros o empotradores: son piezas de metal utilizadas para escalar por fisuras o agujeros. Estos objetos se encajan en las fisuras de la roca en modo de anclaje, lo que permite establecer un punto de aseguramiento. la principal característica de los fisureros es que se encajan en la roca sin necesidad de ser martilleados.

Ilustración 9. Fisurero

- Fisurero de levas: también llamado *friends*, consiste en tres o cuatro levas montadas sobre un eje común o dos ejes adyacentes; al tirar de este eje se fuerza a las levas a separarse. Se utiliza tirando del gatillo (una pequeña anilla) para desplegar las levas. Este utensilio se introduce dentro de una fisura o agujero en la roca y se acciona el mecanismo para permitir que las levas

Ilustración 10. Fisurero de levas

se expandan. Después, se puede fijar una cuerda de escalada y mosquetón en su extremo, pudiendo soportar grandes esfuerzos. En caso de caída, si el fisurero de levas está bien colocado hará que esta tensión generada por la caída se convierta en presión sobre la roca y así dando más rigidez a la sujeción. Dadas las grandes fuerzas que se ejercen sobre la roca cuando un fisurero para una caída, es fundamental colocarlos en roca sólida y dura. La diferencia con los fisureros anteriores es que este necesita grietas más amplias.

- Spits o parabolts: son tacos de expansión auto perforantes. Requiere un tiempo de instalación mayor que cualquier otro dispositivo de anclaje pero son los seguros que ofrecen mejores garantías, ya que ofrecen una resistencia mayor y, en combinación con chapa, anillas o mosquetones, conforman un anclaje artificial con mayor eficacia que un fisurero. Para colocarlos, se tiene que perforar un agujero de unos 3 cm de profundidad previamente en la roca, utilizando la cabezada dentada del taco como broca y el martillo de escalador como percutor. Luego, se coloca la hembra en el agujero y seguidamente se le enrosca el macho que, mientras se enrosca a la hembra, ésta abre unas aletas laterales que se clavarán en la roca dando una alta resistencia. Normalmente, este tipo de anclaje se clava con una chapa con forma de L con dos agujeros, uno con el diámetro del taco y otro más grande para poder pasar la cuerda o mosquetón. Generalmente en la escalada clásica intenta evitar instalar anclajes de expansión, aunque se ven a menudo por paisajes delicados o difícilmente protegibles de forma muy natural. La diferencia entre los Spits y parabolts es el tipo de aleta que se coge en la roca cuando entra el macho, pero básicamente, son el mismo mecanismo.

3.2. Salvamento

3.2.1. Breve repaso histórico y situación

Aquí en España el departamento que se encarga del rescate de montaña es una unidad especial de la guardia civil, el GREIM (Grupo de Rescate e Intervención en Montaña). Es una unidad heredada de los antiguos grupos de esquiadores-escaladores de la guardia civil y creado en 1981 para realizar las labores de rescate en lugares de difícil acceso, entendiéndose éstos por zonas de montaña o aquellas zonas que por su dificultad orográfica o climatológica, requerían una especial preparación física y técnica, así como la utilización de medios técnicos adecuados.

Ilustración 11. Escudo del GREIM

Antes de la existencia del grupo de esquiadores-escaladores, los rescates eran realizados por voluntarios civiles, los que daban muestras de auténtico valor, abandonando sus trabajos y se trasladaban largas distancias por sus propios medios para poder ayudar en las emergencias que iban surgiendo. Por este motivo, las largas distancias, los medios de transporte y carreteras de aquella época hacían que la llegada de los socorristas voluntarios se demorara más de lo normal, siendo perjudicial para los accidentados. Entonces, la Federación Española de Montañismo, bajo la presidencia de Félix Méndez, así como los propios montañeros franceses, los que deseaban que la parte española de los pirineos existieran grupos de rescate preparados, impulsaron la fundación del grupo especial de rescate de la guardia civil . Así pues, en 1981 se reorganiza la unidad de montaña de la Guardia Civil con la formación de los GREIM y su distribución por todos los macizos montañosos de la geografía nacional. Posteriormente, se crea una escuela de formación para esta unidad especial. Y finalmente a los 90, se crea el cuerpo que se conoce actualmente formado por unos 250 guardias, preparados para cualquier situación, incluso con unidad de helicópteros. El éxito del servicio, llevó a que en el año 1992, la CISA (Comisión

Internacional de Socorro Alpino) reconoció el servicio de montaña de la guardia civil como unos de los 4 mejores del mundo, junto con Francia, Suiza y Austria.

En Cataluña, el 1 de diciembre de 1994 comenzó en la comarca de Osona el proceso de sustitución del Cuerpo Nacional de Policía y de la Guardia Civil por los *Mossos D'escuadra* en las funciones de orden público y seguridad ciudadana, quedando estos cuerpos exclusivamente para tareas relativas a las competencias exclusivas del Estado, como la expedición de los documentos oficiales de identidad, la inmigración, el control de fronteras o el terrorismo.. De este modo, a finales de 2007 se creó UIM (Unidad de Intervención en Montaña), un departamento de los *Mossos D'escuadra* para sustituir al GREIM de la guardia civil en la sus tareas de rescate en montaña. A pesar de ser un cuerpo relativamente joven, la UIM ha podido demostrar estar al nivel del GREIM llevando a cabo numerosos rescates en muy buenos resultados y con un corto tiempo de respuesta.

Paralelamente al GREIM y la UIM, los cuerpo de bomberos se encarga de los rescates urbanos pero también tienen jurisdicción, y los requerimientos físicos y técnicos, para poder llevar cabo rescates en montaña (incluso fluviales). Al igual que la guardia civil o los *Mossos*, los bomberos tienen un consorcio especial dedicado plenamente a la guardia forestal y de montaña, tanto para prevenir incendios como rescates alpinistas. A diferencia del GREIM o la UIM, los bomberos actúan de forma autonómica, es decir, sólo existe este departamento en las comunidades que lo requieren, ya que cada comunidad regula sus funcionarios y servicios. Del mismo modo, el GREIM y la UIM se sitúa en las cordilleras y / o montañas con más movimiento de gente y los bomberos en las montañas o rutas forestales autonómicas con menos movimiento, ya que a nivel local tienen más conocimiento del terreno y pueden llevar a cabo actuaciones más rápidas.

Como contexto histórico del cuerpo de bomberos, sólo hay que decir que es uno de los cuerpos más antiguos del mundo, ya que la fecha del primer cuerpo de bomberos se data en la época de julio César (100a.c. hasta 44a.c.), donde en

la gran capital de Roma ya sufría de grandes incendios poniendo más de una vez la integridad de la ciudad en peligro, requiriendo de un cuerpo especializado para atender estos incendios antes de que acabaran con toda la ciudad.

Todos los equipos de rescate disponen de un especialista médico para poder atender, como mínimo, de primeros auxilios a la persona socorrida y poder hacer un pre - diagnóstico antes de llegar a un hospital y ganar tiempo al médico, donde más de una vez puede significar la vida o la muerte del accidentado.

También hay que destacar que el ejército del aire dispone de brigada de emergencias, pero normalmente es para uso militar, para retirar heridos del combate o mover heridos de campamento.

3.2.2. Tipos de rescate

Si hablamos de rescate de montaña, podemos diferenciar dos tipos de rescate, el aéreo y e terrestre.

- Rescate aéreo

El rescate aéreo es requerido cuando se dan situaciones de auxilio a gran altura, donde un grupo terrestre tiene más dificultad de llegar o simplemente porque tienen un tiempo de llegada más largo. Este tipo de rescate normalmente es llevado a cabo a través de helicópteros, ya que es el vehículo aéreo que ofrece más maniobrabilidad y además pueden estar en un punto prácticamente fijo en el aire, un rasgo que los caracteriza. También, en las operaciones de búsqueda de excursionistas o escaladores extraviados, se utiliza el medio aéreo debido a que tiene un mayor rango de visión y rapidez que cualquier medio terrestre. Por el contrario, no se puede utilizar en cualquier situación climatológica; en días de

fuertes vientos, lluvias o nevadas hacen muy difícil la dirección de estos vehículos y pueden costar la vida del propio grupo de rescate.

La manera de actuar de este tipo de rescate es, una vez localizado el accidentado, el helicóptero se acerca en la medida de lo posible al herido y el grupo de salvamento desciende del vehículo por una cuerda, y si hay pared rocosa, paralela a ella, haciendo lo que es conocido como rappel. Seguidamente el especialista médico atiende al herido y una vez tratado dentro lo posible, la aseguran con arneses o una camilla (si es muy grave) y lo suben al helicóptero.

En el último año en España, concretamente en Cantabria, se han empezado a cobrar los rescates de montaña aéreos que no incluyan emergencia médica, debido al gran número de falsas alarmas o simplemente excursionistas o escaladores noveles que se han perdido por la falta de experiencia y, que por ahorrarse el acompañamiento de un profesional o guía experto, han marchado solos de expedición. Esto se debe a que este tipo de rescate y concretamente el transporte, es muy costoso.

- Rescate terrestre

El rescate terrestre es requerido cuando se dan situaciones de auxilio a poca altura, a pie de monte o caminos rurales. Consta de coches todo terreno preparados para servicios de urgencias médicas y lugar suficiente para transportar al grupo de salvamento y al herido o heridos. A pesar de que es el rescate más "lento" tiene como contrapartida que puede actuar en cualquier situación climática a diferencia que el rescate aéreo. El grupo de rescate tiene el equipo de escalada suficiente para poder alcanzar sin distracciones al lugar del herido si se encuentra a cierta altura de la montaña o barranco inaccesible por un helicóptero, ya sea por la frondosidad del bosque, clima, etc.

Del mismo modo que el rescate anterior, atienden al accidentado en la manera de lo posible, la aseguran y lo suben o bajan (según la situación). Este tipo de rescate es más complicado ya que no dispone de una cuerda que pueda atar al herido directamente al vehículo y por lo tanto tienen que ir con mucho más cuidado.

3.2.3. Herramientas

El grupo de salvamento comparte el mismo equipo que lleva un escalador, aparte de los utensilios necesarios para socorrer:

- Escalera de cuerda: esta escalera que se caracteriza por ser de cuerda, da facilidad para bajar del helicóptero por terrenos no tan afilados. No recomendable utilizarla en fuerte vientos ya que, si se utiliza puede que una fuerte ráfaga de viento empuje al usuario con bastante fuerza contra la pared de roca. también ocupa muy poco sitio de almacenamiento ya que al ser de cuerda se puede recoger y plegar.

- Juego de eslingas: cuerdas reforzadas con mosquetones, ideal para coger camillas sanitarias desde un helicóptero. Permite una ligera inclinación vertical para poder subir un poco la cabeza del herido y bajar las piernas. También es compatible para coger de 2 a 3 personas.

- camilla sanitaria: camilla preparada para poder atar al herido sin que se caiga. Normalmente se dispone de distintas posiciones, hasta totalmente horizontal como vertical; casos como accidentados en espeleología

Ilustración 12. Camilla sanitaria

necesitan sacar el herido por agujeros muy cerrados y la única manera es poner la camilla en vertical.

- Multiplicador: un sistema de engranajes y poleas que puede estar ligado al coche de rescate o helicóptero. También puede ser portátil (con manivela) con fácil instalación sobre pared rocosa relativamente lisa. Ideal para subir los heridos en camillas o compañeros que puedan estar llevando al herido.

3.3. Servicio militar

3.3.1. Breve repaso histórico y situación

En España, el ejército de tierra es el que se encarga de las incursiones militares en montaña, donde la unidad especial es adiestrada por la EMMOE (Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales), ubicada en Jaca, Huesca, por su proximidad a los Pirineos. Este departamento no sólo se encarga de enseñar sino también del estudio y experimentación de los procedimientos de las unidades y los medios, tanto de montaña como de operaciones especiales.

Todo comenzó en 1945 una vez finalizada la 2º guerra mundial, donde se vio la importancia que adquirieron las tropas de montaña, haciendo necesario crear un centro de aprendizaje. Así pues, ese mismo año se crea la primera escuela militar de montaña ya en Jaca, con el fin de estudiar las unidades de montaña y sus métodos a la hora de ver qué armas eran las más prácticas. En 3 años, ya se crea un diploma de aptitudes sólo adquirible en la escuela, con todo un reglamento heterogéneo, uniforme, armamento y tácticas militares. El perfeccionamiento del profesorado se incrementó con la internacionalización de la escuela, recibiendo instructores y alumnos extranjeros así como enviando profesores y patrullas a cursos y campeonatos celebrados en otros países. Esta

continuada actividad permitió que el centro comenzara a ser conocido en otros países.

Más adelante, en el año 57 dada su profesionalidad y refinamiento en las tácticas de montaña, se decide formar un nuevo destacamento conocidos como guerrilleros o boinas verdes, GOE (Grupo de Operaciones Especiales). Por eso mismo, al poco tiempo cambió el nombre de escuela militar de montaña a EMMOE, Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales, el cual actualmente aún conserva.

Actualmente constan más de 1800 alumnos no sólo pertenecientes al servicio militar, sino también a guardias civiles, armada, ejército del aire, policía nacional e incluso de países extranjeros.

3.3.2. Tipos de destacamento

Como se ha comentado en el punto anterior, el servicio militar consta de dos destacamentos especializados en montaña: la unidad de montaña y los boinas verdes.

- Unidad de montaña

Unidad del ejército de tierra totalmente destinada a montaña; especializada en tácticas en montaña y preparada tanto física y técnicamente para desarrollarlas. Tiene conocimiento con todo lo relativo a esquí, alpinismo y escala, aparte de instrucción militar. Tienen equipo especializado de escalada de última generación así como de equipo armamentístico. Su función es defender los sitios montañosos como saber atacar en montaña.

- Grupo de operaciones especiales

El grupo de operaciones especiales son las unidades de operaciones especiales del ejército de tierra de España, denominados boinas verdes o guerrilleros, ya que inicialmente estaban destinados al combate de guerrillas. Pero, actualmente, su función es de misiones de infiltración y reconocimiento por cualquier medio para vigilancia, observación o ataques concretos, siempre en pequeños grupos, entre 12 o 16 hombres como máximo y siempre detrás de las líneas enemigas. Otro tipo de misiones que pueden llevar a cabo son las misiones conocidas como NEO: *Non-combate Evacuation Operation*, o en castellano como operaciones de evacuación de no combatientes. Consisten en la ayuda o extracción de compatriotas en países normalmente en conflicto, tanto por su evacuación inmediata como puesta a resguardo.

3.3.3. Herramientas

Las herramientas que utilizan estas unidades del ejército de tierra son, cuando la misión requiere escalar, las mismas que las descritas anteriormente sólo que al ser unidades de ejército disponen modelos de última generación, es decir, con una mejor física de estos (si se puede) y una calidad de materiales mejores. Pueden llevar complementos para poder fijar las armas o material de campaña en la espalda o cintura, pero no son relevantes ni influyen a la hora de escalar.

3.4. Contexto cinematográfico y videojuegos

He decidido hacer este punto porque me parece interesante reflejar que la idea de pistola gancho retráctil no es algo novedoso en cuanto a ficción ya que lleva

varios años entre nosotros tanto en películas, comics o videojuegos. Y aun así, no haya un producto comercial o al menos conocido que entre en la definición de pistola o rifle gancho retráctil.

El mundo cinematográfico tiene una historia relativamente corta pero, a la vez, muy ancha. A partir de los años 50 que se dio libertad de expresión y carta blanca a los directores y guionistas, han surgido miles de estilos y categorías de películas, variando en su temática, contextualización, trama e incluso en sus maneras de dirigir y filmar. Del mismo modo, el cine ha ido evolucionando al paso del tiempo, adaptándose a las nuevas generaciones, tanto en la forma de hablar, efectos especiales dirección, etc. Pero siempre ha soltado la imaginación (siempre que haya un productor visionario detrás), llegando a desarrollar ideas que hace unos años parecían inconcebibles, como los drones u ordenadores y teléfonos portátiles. Así pues, en el cine se han visto pistolas ganchos retráctiles donde hasta relativamente poco se creía más ficción que realidad. Pero cada vez se vuelve más un hecho real, ya que es empiezan a ver prototipos y herramientas con mecánicas similares o parciales a lo se necesita pudiendo completarse, pues hoy en día se tienen los medios para poder hacerlo, aunque no sean parecidas en aspecto y tamaño a las mostradas en el cine.

El mundo de los videojuegos nació en los 90, con la aparición de los primeros ordenadores de sobremesa, es decir, ordenadores útiles para el uso cotidiano, con juegos muy diferentes a los de las salas de juegos, comenzando a ver juegos en 3 dimensiones en vez de dos. De igual modo que el cine, al estilo de los videojuegos se ha ido adaptando y mejorando gráficamente en el paso del tiempo. Al igual que el cine, o en el mejor en un grado superior, en los videojuegos se suelta totalmente la imaginación y aquí es donde encontramos los videojuegos e historias más fantasiosas e imaginativas, con todo un repertorio de historias distintivas con todo un universo detrás. Por lo tanto, aquí también encontramos varios videojuegos donde, no hace falta que sea futurista, encontramos este utensilio de escalada para ayudar al usuario frente a las dificultades del videojuego.

A continuación, se hablará de las películas y videojuegos más relevantes que utilizan la pistola gancho o similar, esquematizando el arma.

3.4.1. *Star Wars*

La doble trilogía más conocida del mundo, guion e idea original por George Lucas, narra las aventuras y desgracias en una galaxia muy lejana. Estas películas son de carácter futurista, donde repercutieron en gran medida en el mundo del cine y el espectador; La primera película fecha 1977, *Star Wars: una nueva esperanza*, donde a pesar del poco futuro que diagnosticaban a la película los amigos directores de George Lucas y no mencionar su bajo presupuesto, tuvo un gran impacto en el espectador debido a que daba una nueva manera de ver el cine, la ciencia ficción y un golpe de aire fresco después del maratón de películas de western y espagueti western que sufrió a los 60 Hollywood. La siguiente trilogía que la estrenaría 16 años después de la última película de la anterior trilogía (*Star Wars: el retorno del jedi, 1983*) en 1999 con el título de *Star Wars: la amenaza fantasma*. Generó mucha expectación, más que la anterior trilogía, pero tuvo una mucha peor acogida de los medios y de los fans, donde abusa de los efectos digitales y, además, cambió conceptos de la anterior trilogía hacia una dirección donde desprestigiaba la trilogía original, haciendo que los "*real fans*" rechazaran y criticaran mucho esta última trilogía.

Pues, en la primera película de 1977, los famosos *stormtroopers* o soldados de asaltos imperiales, conocidos por su característica armadura blanca y su gran falta de puntería, muestran de manera pasiva un pequeño gancho en el cinturón de campaña que más adelante en los libros de descripción en imágenes, nos dice que este gancho se puede poner al rifle láser imperial (blaster conocido comúnmente) mediante un adaptador y utilizarlo en conjunto como un rifle gancho pero no retráctil. Pero en la segunda entrega de la trilogía original *El*

imperio contrataca, 1980, luke para derrotar los famosos robots cuadrúpedos del imperio AT- AT, sí utiliza una pistola gancho retráctil.

Ilustración 13. luke ascendiendo para destruir el AT-AT des de dentro

Luego, en la siguiente trilogía volvería a utilizar este concepto para la guardia real de un planeta dicho Naboo, donde las pistolas de estos soldados tienen un segundo cañón adaptado para poder poner el gancho y ascender de forma automática a través de la cuerda. .

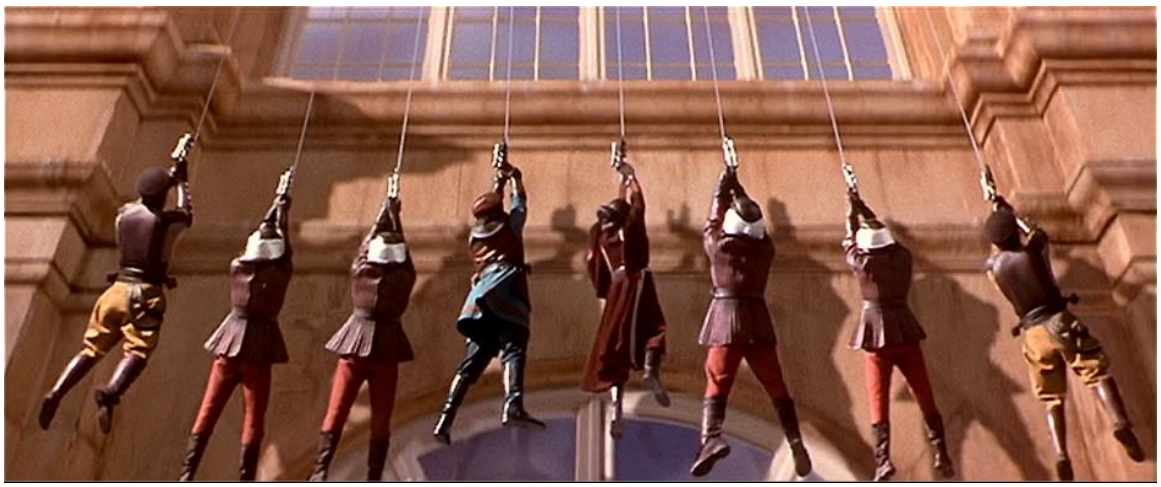


Ilustración 14. Guardia real de naboo utilizando la pistola gancho

También hay que decir, que el universo de Star wars, debido a su fama, se ha ido expandiendo mediante novelas, juegos de mesa y cómics, donde más de una vez utilizan este mecanismo y de hecho, es una herramienta totalmente corriente para cualquier facción y no sólo característica de un tipo de soldado o ejército.

- Esquema y descripción de las armas

Primero veamos la herramienta que utiliza Luke para ascender:

Ilustración 15. Esquema pistola gancho utilizada por luke

Como vemos, esta arma se caracteriza por no tener gancho, sino un imán muy potente en su extremo. Esto es una contra medida, como los imperiales utilizan naves y vehículos metálicos con este imán es más fácil quedarse enganchado sobre una superficie lisa que con un gancho.

El sistema es muy intuitivo: se comprime aire, se acciona el gatillo y el proyectil con el imán sale disparado. Después, una vez sujeto, el motor hace ascender al usuario a través de la cuerda.

La pistola gancho de la guardia real de Naboo:

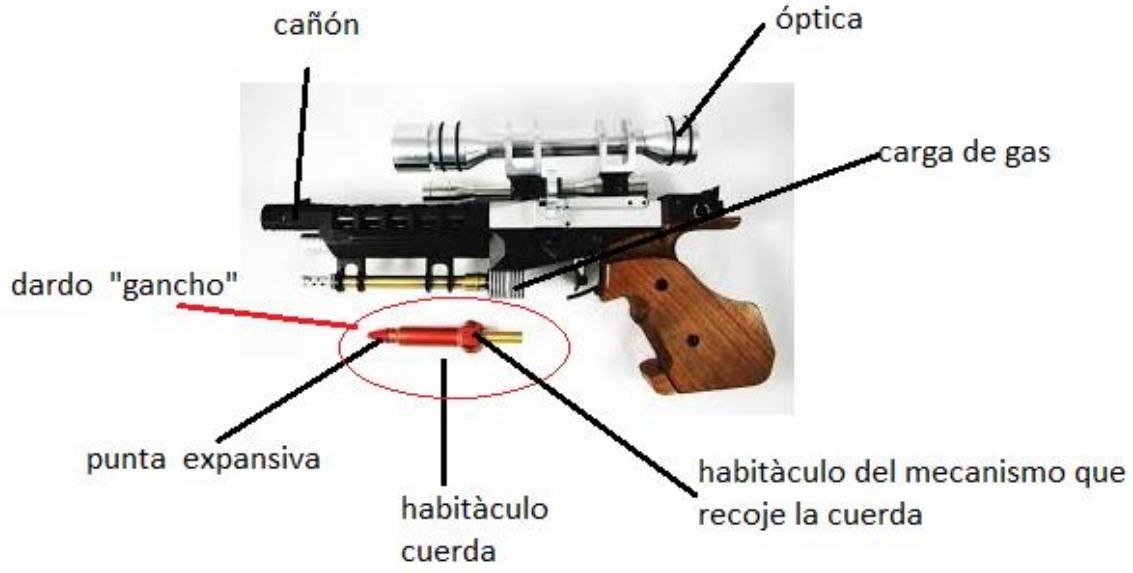


Ilustración 16.Esquema pistola gancho de Naboo

Como se ha comentado anteriormente, vemos que el arma tiene dos cañones. Uno para su función de blaster y el otro para el dardo “gancho”. Se le ha llamado así porque, a pesar de parecer un complemento armamentístico como uun proyectil explosivo, es en realidad el gancho del utensilio. Está formado por una punta que al entrar en contacto con algo rígido se expande y se queda clavada con una fuerza suficiente para aguantar una persona. A demás, dentro de este proyectil tan pequeño se encuentra la cuerda y el mecanismo que la contrae (el cual no es especificado).

El sistema se basa de la siguiente manera: se enrosca el dardo gancho en la punta del segundo cañón (que es lo que hace que la cuerda se quede fijada al arma) y se pone una carga de gas al final del cañón. Al accionar el gatillo se libera el gas e impulsa el dardo y cuando este impacta, se clava la punta expansiva. Finalmente, el sistema de recogida en el dardo hace ascender al usuario a través de la cuerda.

3.4.2. Batman

Batman es uno de los personajes más icónicos de DC cómics y el antihéroe más veces trasladado a la pantalla. Batman trata de la doble vida de Bruce Wayne en una ciudad ficticia llamada Gotham, que es afligida constantemente por robos y asesinatos. Bruce es un rico de la ciudad apenado desde pequeño por la muerte de sus padres por un robo frustrado. Por eso decide combatir el crimen ocultando su identidad bajo una armadura con forma de murciélago, de aquí su nombre en inglés: *Bat* - murciélago - y *man* -home-.

Ilustración 17. batman utilizando el bat-hook

Su primera viñeta fecha de 1939, con una joven compañía llamada Detective comics, que posteriormente se llamaría DC cómics. Al tiempo, al ver la buena recepción de los cómics, una productora compró los derechos para hacer la serie de televisión de Batman en el año 66. A pesar de tener muchos seguidores, recibió muchas críticas ya que no mostraba el verdadero espíritu de Batman de los cómics; en la serie tenía un tono más burlesco y filantrópico que de persona afligida e introvertida. Más adelante, pasaron a la gran pantalla bajo la dirección de Tim Burton, donde supo plasmar la ciudad de Gotham y la personalidad de Batman. Luego volvió a decaer con las dos películas dirigidas por Joel Schumacher, donde pasaron inadvertidas por el mundo del cine. En 2005, Christopher Nolan coge la dirección de la franquicia y le da un lavado de cara al personaje, dándole un tono más realista a Gotham y al personaje; este Batman de Christopher Nolan es la que ha acogido la mejor crítica de toda la filmografía del antihéroe, donde la trilogía de este director entre dentro de las mejores películas y trilogías de superhéroes hasta el momento. Finalmente, en 2016, Zack Snyder estreno la

última película del superhéroe, Batman Vs Superman, donde vuelve a reiniciar al personaje pero claramente una imitación del Batman de Nolan.

Así mismo, Batman ha tenido varios videojuegos donde todos ellos han tenido historias independientes donde han conseguido meter al fan dentro de la piel de Bruce Wayne, de una manera muy bien adaptada de los cómics.

La pistola gancho, o Bat-hook como se nombra en el universo de Batman, es uno de los utensilios preferidos y más utilizados por Batman, dándole la facilidad de trasladarse rápidamente entre los altos edificios de Gotham.

- Esquema y descripción del útil

Obviamente, al tener tantas versiones y ser un personaje con muchos años de recorrido, se han dispuesto una gran variedad de Bat-hook. Por eso mismo, se ha escogido para esquematizar el bat-hook del batman de Nolan:

Ilustración 18. Bat-hook

Como podemos ver en la imagen dispone de doble cañón para poder ser más rápido. De esta manera solo tiene que cargar el arma cada dos disparos en vez de por cada disparo.

El mecanismo se basa en poner la carga de cápsulas de gas (vienen varias) y automáticamente el arma carga los cañones con estas. En el momento que se acciona el gatillo, la válvula actúa y dispara el gancho. Seguidamente, el motor recoge la cuerda y el arma de la misma forma expulsa automáticamente la capsula de gas gastada y la recarga con otra del cargador. De esta manera, si hay 6 capsulas en el cargador (se supone ya que no se concreta), cada vez que dispara solo a de reponer gancho y únicamente en el caso de sea irrecuperable.

3.4.3. Resident Evil

Resident Evil es una saga de videojuegos y posteriormente de películas. La trama principal gira bajo el mismo conflicto: la amenaza bioterrorista, un peligroso virus se ha propagado por error o intencionadamente por la corporación Umbrella. Este virus al infectar humanos los transforma en zombis o infectados.

El primer videojuego de la saga se creó en Japón en 1996 con el nombre de biohazard y cuando llegó a Estados Unidos lo rebautizaron con Resident Evil. Posteriormente, debido a su gran fama como videojuego de terror y juego de disparos conocido comúnmente como shooters, aparte de continuar con una saga de videojuegos, en 2002 hicieron el gran salto al mundo del cine con la primera película sobre el juego. Tuvo buena aceptación entre los fans y los consumidores del cine de acción y terror.

Referente al utensilio, se trata de una pistola gancho retráctil igual que las anteriormente comentadas con una estética diferente.

- Esquema y descripción del útil

La pistola tiene la siguiente forma:

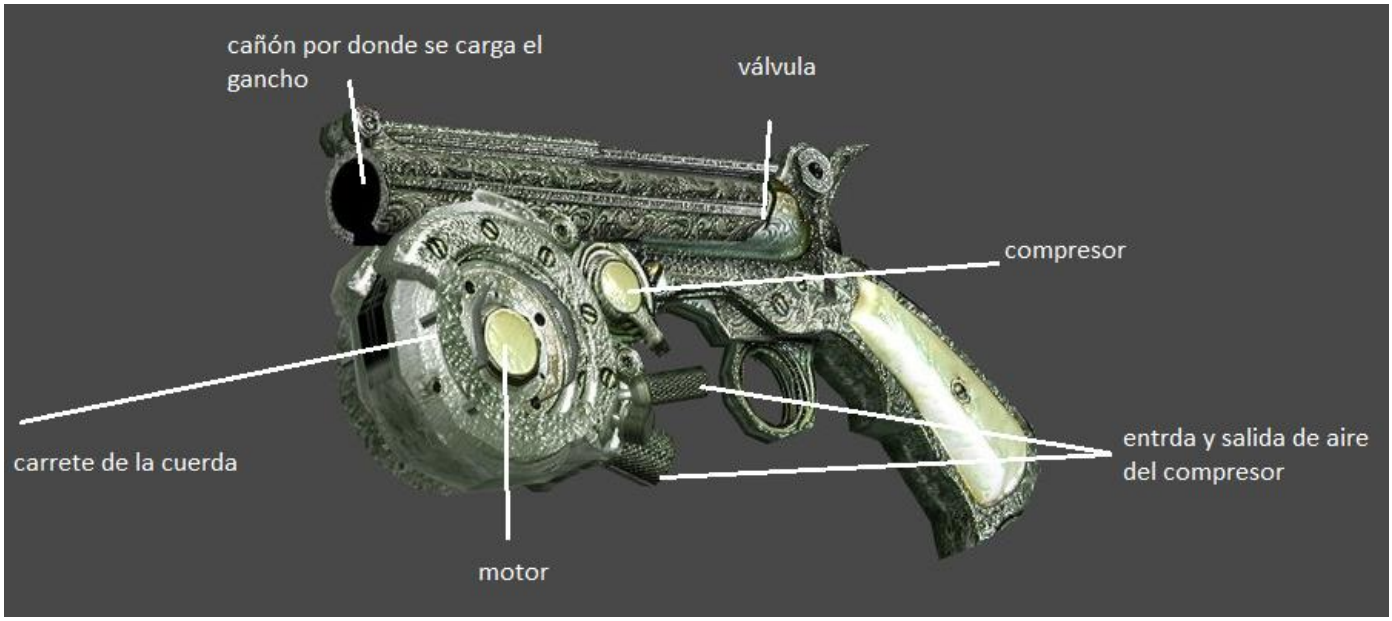


Ilustración 19. Pistola gancho de resident evil

Primero se carga el gancho y seguidamente el compresor carga la válvula. Cuando se acciona el gatillo, la válvula empuja al gancho el cual sale disparado conjuntamente la cuerda que a la vez sale del carrete. Después, el motor interno del carrete actúa y recoge la cuerda dentro del carrete haciendo ascender al portador.

3.4.4. Call of Duty

Saga de videojuegos que entran en la categoría de shooters, basados primeramente en recreaciones de las campañas y batallas de la 1º y la 2º Guerra Mundial, pero, al estancarse y ver que la gente quería más, se expandieron en la guerra fría, Irak, Afganistán y finalmente tirando hacia una trama futurista, donde ya el usuario puede llevar servo-armaduras (armaduras futuristas donde

son prácticamente máquinas, dando más agilidad y fuerza al usuario, aparte de protección), jet packs, etc. Del mismo modo, hay un utensilio con forma de brazalete que cumple con la función de pistola gancho retráctil donde ayuda al usuario a desplazarse a diferentes niveles. Este juego se caracteriza por poder jugar online por equipos contra otros jugadores.

La franquicia del videojuego la tienen compartida dos compañías: infinity ward y Activision, donde cada compañía se encarga de sacar un juego cada dos años, así pudiendo producir un juego de la saga cada año. La primera publicación data de 2003, donde trataba de la 2º guerra mundial. Posteriormente, debido a su gran acogida empezamos a basar sus juegos en escenarios futuristas, como ya se ha comentado.

El utensilio con gancho retráctil es incorporado en el juego *Call of Duty : Avanced Warfare*, 2014 donde la trama ya toma un rumbo futurista.

- Esquema y descripción del útil

Esquema de las partes del brazalete:

Ilustración 20. Brazalete con gancho retráctil de call of duty

Aunque el juego no especifica que partes componen la herramienta podríamos asegurar que funciona de una manera muy similar por no decir igual que las anteriores. La única diferencia es que esta herramienta no tiene forma de pistola o rifle sino que se asemeja a un brazalete cogido al antebrazo, donde los botones de accionamiento se encuentran al final de la palma de la mano, casi llegando a la muñeca.

3.4.5. Comparación de la ficción con la realidad

Como hemos visto, los artilugios anteriores aun parecer que tengan un funcionamiento lógico y sobretodo ser muy estéticos en verdad no son para nada funcionales. Todos constan de un motor o compresor el cual no detallan como

lo alimentan, porque obviamente, se necesita corriente es decir, una batería para que estos funcionen.

De igual modo, para poder levantar el peso de una persona y más a través de una cuerda se requiere de un motor de mucha potencia y, por lo tanto de un tamaño más grande que los mostrados anteriormente. De la misma manera, aunque supongamos que el motor o compresor tenga una batería interna se trataría de una batería de muy baja capacidad la cual no podría alimentar el motor con toda la potencia que necesitaría.

Por eso mismo, se llega a la conclusión que aun parecer que tengan un esquema lógico y tamaño pequeño y cómodo, con la tecnología actual sería imposible reproducir estos modelos. Y aun así algún día teniendo dicha tecnología, sería muy poco probable ya que seguirían faltando partes indispensables para hacerlos funcionar.

3.5. Estudio de mercado

En este punto se definirá el producto en el mercado: para que tipo de público va dirigido y como llegar a él. A demás, se describirán y se hará un estudio de mercado con las herramientas que utilizan un mecanismo similar o parte de lo que necesitaría la pistola gancho, que a la vez podría ser útil para poder estudiar su mecanismo y si se puede, implementarlo en nuestro utensilio.

3.5.1. Orientación del mercado

Aunque anteriormente ya se ha mencionado para que público va dirigido, en este apartado se especificará a qué público puede alcanzar el producto en cuestión:

- Servicios públicos de seguridad

Es decir, los grupos de salvamento anteriormente mencionados. Son los principales consumidores ya que son los que trabajan en las condiciones por las que se ha creado el utensilio.

- Ejército

Aún ser un servicio público, trabaja para finalidades diferentes que el servicio de seguridad. De todas maneras, el destacamento de montaña se encuentra en situaciones totalmente competentes para el producto.

- Servicios privados

En este apartado se puede incluir las escuelas y clubes de escalada y montañismo. Es cierto que es una herramienta muy útil para un escalador o alpinista, pero éste busca subir de forma segura pero con sus propias manos sin esfuerzos ajenos a él ya que perdería el encanto tanto del alpinismo como de la escalada. Por eso mismo, se conviene mejor tratar con los clubes y escuelas privadas de escalada y alpinismo para ofrecerles un utensilio que pueda ayudar en alguna situación difícil, ya sea en una clase o excursión o prueba llevada a cabo por la escuela o club. También se podría incluir a equipos de investigación espeleológica.

También podríamos incluir el consumidor ajeno; aquel individuo que puede encontrar otra utilidad al producto donde cumpla sus necesidades.

Como se puede ver, se trata de un abanico muy cerrado pero de consumidores potenciales con recursos.

3.5.2. Disposición del mercado

Al ser un utensilio para un público muy cerrado no se necesitarán muchos puntos de venta, de hecho, sus puntos de venta serían más bien reducidos por no decir nulos. La verdadera estrategia para este producto es a través de comerciales y pagina web.

Habrían pocos puntos de venta debido a que el precio elevado que tendrá el utensilio y el público tan reducido que tiene que pocas tiendas querrían tenerlo en stock. Posiblemente, sólo grandes multinacionales cogerían un pequeño stock en caso de que aumentase su público.

En el ámbito comercial a través de agentes comerciales posiblemente es el más interesante y eficaz. Primero, deberían empezar hablando con los servicios públicos de seguridad de montaña, hacerles exposiciones del producto con vídeos y simulaciones reales. De este modo, al ver que es un producto útil, podrían pedir al estado suficientes para repartir a todos los dispositivos de seguridad del país. Del mismo modo, para el destacamento militar de montaña y guardia civil puedes ser un utensilio muy útil como se ha mencionado anteriormente. También, una vez alcanzado el servicio público, se puede empezar a trasladar agentes comerciales en el ámbito privado en escuelas o clubes de escalada y alpinismo por ejemplo. Además, pueden incluirse equipos espeleológicos aunque muchas veces sean financiados por el estado.

Obviamente, de igual modo que se logra a nivel nacional también se puede buscar a nivel internacional repitiendo punto por punto, poniendo especial atención a los países nórdicos como Suiza o Noruega, ya que son países montañosos y con mucho dinero.

A través de una página web se puede llegar a aquel pequeño consumidor totalmente ajeno, a comunidades de escaladores o servicios públicos que quieren el utensilio para uso propio donde aún no han tenido contacto con un comercial. También, la venta a otros países o centros privados no conocidos. Del mismo modo, puede servir como punto de referencia, tanto para dudas, información y contacto, ya sea con el servicio técnico como con los comerciales.

3.5.3. Descripción de modelos existentes

A continuación se expondrán y explicarán los utensilios que comparten parte de la funcionalidad de un rifle gancho retráctil, ya que como se ha comentado anteriormente solo hay un prototipo existente que cumpla todas las funciones del gancho retráctil pero no está en el mercado, el cual también se explicará brevemente.

- Arpón mecánico

El arpón mecánico consta de un mecanismos para disparar la flecha basado en la tensión de una goma de látex puro; dicho de una manera tosca, es una mezcla entre un tirachinas y una ballesta. Está formado por las siguientes partes reflejados en la imagen siguiente:

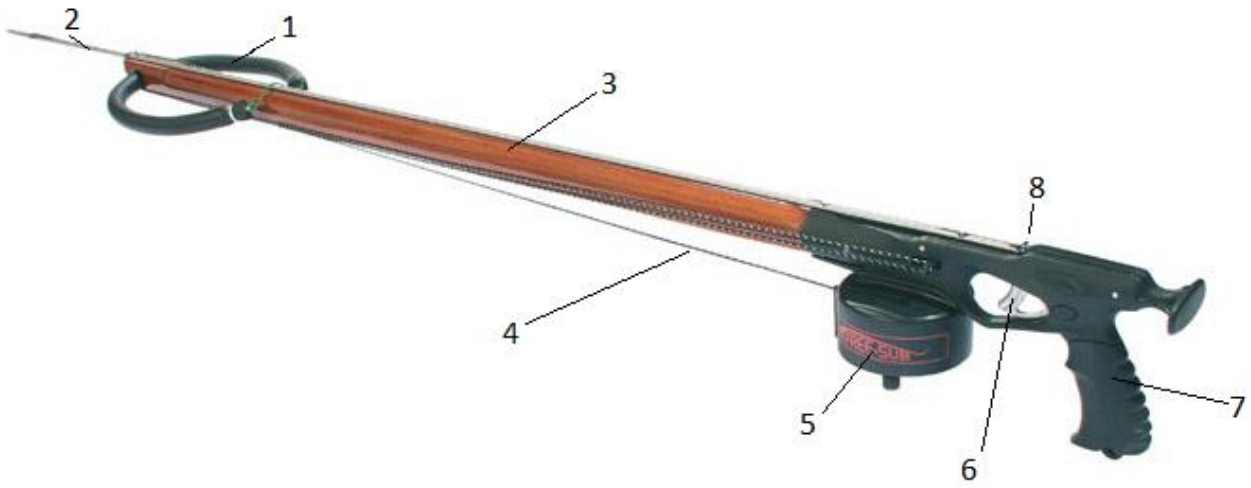


Ilustración 21 Arpón fusil Cherokee Ocean de cressi.

1. Goma tensora
2. Flecha o arpón
3. Mástil
4. Cuerda
5. Rodillo
6. Gatillo
7. Empuñadura
8. Percuto

El mecanismo es muy sencillo: primero se tensa la goma; esta se encuentra fija de un extremo al final del mástil, entonces ésta se tensa por el otro extremo hasta encajar el final de la goma con el percutor. Seguidamente, se coloca el arpón en el perfil del mástil hasta llegar al percutor. Después se hace juego con la cuerda para dar margen al arpón a salir y que no se colapse el carrete a la hora de dar cuerda. Cuando se acciona el gatillo hace que el percutor suelte la goma y esta impulsa el arpón saliendo disparado. Una vez lanzado el arpón o flecha, el carrete tiene un sistema de manivela para recoger la cuerda que va atada al arpón.

El modelo elegido es fusil Cherokee Ocean del fabricante italiano Cressi. Unos de los mejores y más modernos del mercado y precio más equilibrado. El precio medio es € 280, donde puede incrementar su precio según el acabado.

- Rifle gancho de aire comprimido, modelo 1

Se trata de un rifle gancho en toda regla sin ser retráctil, contiene un sistema neumático con aire comprimido para impulsar el gancho con la cuerda. No consta de ningún sistema de recogida, así que la cuerda se tendría que recoger manualmente. Consta de las siguientes partes:

Ilustración 22.Rifle gancho TAIL de Batelle

1. Gancho
2. Válvula
3. Caja donde se encuentra la cuerda
4.empunyadura
5. barómetro
6. Cuerda
7. Culata

Este mecanismo consiste en liberar el aire comprimido (previamente cargado con un tanque de aire) a una cámara de potencia que contiene un embolo y un resorte, donde este aire al expandirse comprime al embolo y a su vez el resorte. Al accionar el gatillo, se abre el conducto de la cámara de potencia al cañón dejando pasar el aire. Entonces, el muelle o resorte se libera y mueve a gran velocidad el embolo y este a su vez empuja al aire que pasa directo al cañón, donde en este reposa el mástil del gancho (que es la parte del gancho que se encuentra dentro del mecanismo). Entonces, bajo la fuerza del aire comprimido por el pistón, el mástil se ve obligado a atravesar el cañón a alta velocidad. El dispositivo dispone de culata debido a que tiene un gran retroceso.

En el gancho va atada la cuerda que una vez sale disparada, sale de la caja de forma libre. Para la caja ya se busca una forma ancha para que ejerza una fricción mínima sobre la cuerda o al menos no la obstaculice al salir.

El fabricante de este tipo de rifle gacho es *Battelle*, el cual llama a su modelo *Tactical Air Initiated Launch* (TAIL). Su coste con más de 4 repuestos tanto para gancho, cuerdas, seguros, etc, más una caja para guardarlo y 3 cuerdas diferentes es de 6000 €. No se vende individualmente, pero viendo el coste de los repuestos de manera individual se saca un valor aproximado de unos 3000 euros. También hay que decir, que han utilizado los mejor materiales para ofrecer una buena resistencia además de se pueda utilizar en agua.

- Rifle gancho de aire comprimido, modelo 2

La diferencia de éste modelo con el anterior es que el sistema es mucho más sencillo: se trata de un mecanismo de impulsión muy parecido al de un cohete sólo que con una capsula de aire comprimido. Al igual que el anterior, se trata de un rifle gancho en toda regla pero sin ser retráctil. Consta de las siguientes partes:

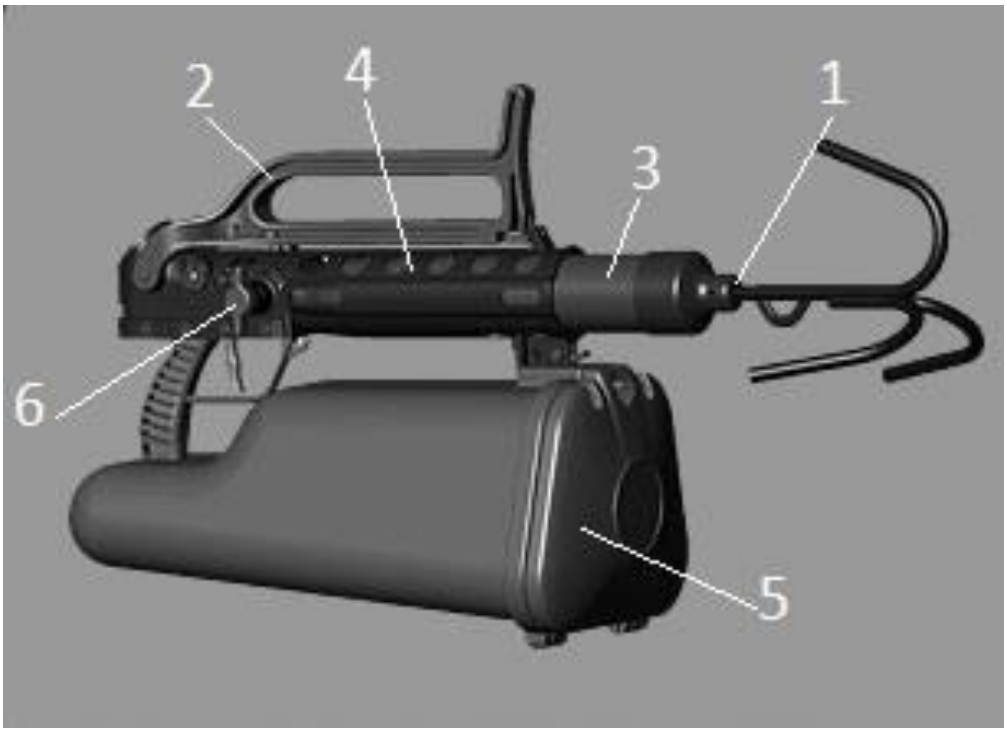


Ilustración 23. Rifle gancho de Rescue Solution International

1. Gancho
2. Culata desplegable
3. Depósito de aire comprimido
4. Mástil
5. Caja de la cuerda
6. Maneta que abre el depósito

El mecanismo es el siguiente: se coloca el proyectil dentro del cañón o mástil. Este proyectil es un depósito de aire comprimido (a alta presión) donde en el

extremo que queda fuera del cañón tiene un gancho adaptado. Una vez dentro, a través de un mecanismo de muelles una pinza /pestaña agarra el depósito para evitar que se escape una vez se abre la llave de paso del depósito. Seguidamente, se abre el depósito con la maneta lateral y mediante un tapón estanco en la boca del depósito dentro del mástil evita que se escape la presión. Cuando se acciona el gatillo hace que la pestaña suelte el depósito y este sale disparado con el gancho.

De la misma manera que el anterior, también dispone de culata para el retroceso, ya que se basa en un mecanismo de acción-reacción.

Este modelo es fabricado por *Rescue Solutions International* y el nombre del modelo *ALM ResQmax*. Su precio oscila los 5000€ y 6000€ pero igual que el modelo anterior se vende por packs con varios recambios, cuerdas y 2 depósitos. Si restamos el precio de e los accesorios y recambios se quedaría alrededor de un 3500€. También está hecha para poderla utilizar en el agua. Este fabricante dispone de varios modelos, con diferentes grados de fuerza y ganchos pero todos se basan en el mismo mecanismo.

- Ascendedores/ descendedores eléctricos

Los ascendedores/ descendedores cumplen una parte del mecanismo de un rifle gancho retráctil: mediante un batería y un motor conectado a un engranaje hacen posible que el usuario pueda deslizarse a través de la cuerda.

Partes:

1. Polea que guía la cuerda al salir
2. Mango
3. Caja donde se encuentra el engranaje que coge la cuerda
4. batería e inversor de corriente
5. Palanca cambio de dirección
6. Servomotor
7. Cuerda.
8. orificio de entrada de la cuerda

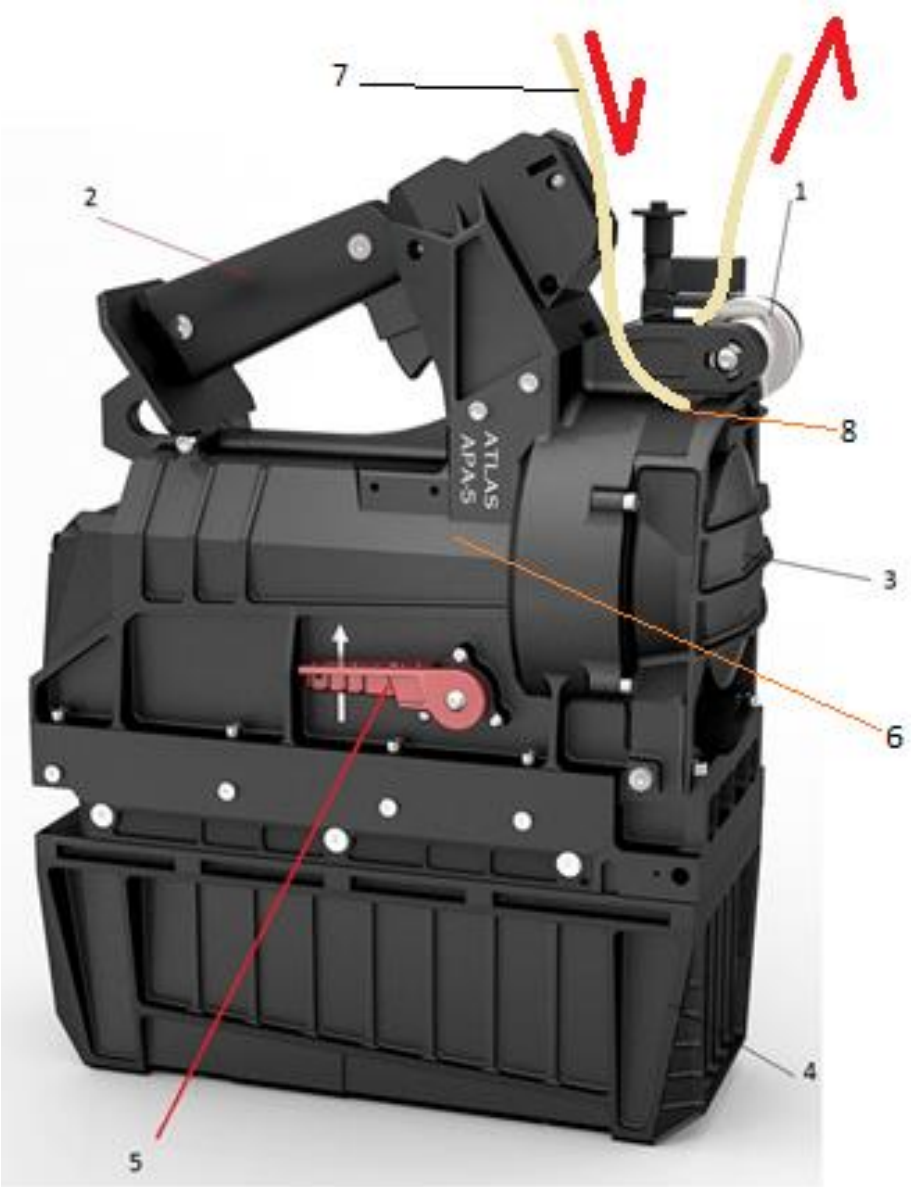


Ilustración 24. ascendedor de Atlas Devices

El mecanismo se basa en que una batería alimenta un motor el cual el eje de este está conectado a un engranaje. Donde verdaderamente este engranaje hace la función de una polea en relación con la cuerda. Uno de los problemas a resolver de este dispositivo era conseguir un motor que cumpliera las prestaciones necesarias en corriente continua para conectar directo a la batería. Pero los motores que únicamente puedan cumplir estas prestaciones son los servomotores asincrónicos, es decir, de corriente alterna. Pero, a grandes problemas grandes remedios: cogieron el servomotor, una batería de ion-litio (más caras pero siendo mucho más pequeñas que las de plomo teniendo la misma capacidad) y un inversor de corriente de onda completa adaptada al utensilio.

Otro gran problema el cual solucionaron muy bien era como sujetar la cuerda. De una manera muy simple pero eficaz, copiaron el funcionamiento del Gri-Gri (rope Grab), una herramienta de escalador quela utilizan como sistema de frenado asistido, el cual se trata de una leva que presiona la cuerda cuando esta nota la tensión de una caída, como se ha descrito en el apartado 3.1.3 herramientas dela escalada. Pues para este dispositivo en vez de coger un tercio de un circulo (lo que abarca la parte ancha de la leva al frenar del *rope grab*) utilizan un engranaje/polea dentada, es decir un circulo y mediante una caja que presiona la cuerda contra el engranaje hacen que este coja la cuerda y no la deje escapar. En verdad, no se trata de un círculo cerrado completamente, sino de en un círculo semicerrado dando unos pocos grados sin recoger sobre el arco de la polea para dar suficiente margen a la cuerda para entrar y salir y no se enrolle con ella misma. Por lo tanto, da la suficiente fuerza para que este engranaje actúe como polea sobre la cuerda y pueda girar sobre ella sin que se escape.

Hay dos compañías que fabrican estos ascendedores : *AtlasDevices* y *ActSafe.* El modelo que se ha escogido para hacer el esquema es el APA-5 de *AtlasDevices* el cual tiene un precio de unos 5000 €. Este fabricante tiene otro modelo, El APA-3 un modelo anterior al APA-5, con menos capacidad pero más barato, tiene un precio de unos 4500€.

El otro fabricante *ActSafe*, dispone de 4 modelos, dos de estándar que varían en la relación de peso admisible y carga, otro modelo de gasolina y otro con una batería de gran capacidad, dispuesto para aguantar más peso. Los modelos estándar son *ACX Power Ascender y ACC Power Ascender,* cuestan alrededor 4000€, igual que el modelo de gasolina *PMX ascender*. El modelo *tactical ascender* que sería el de batería de mayor capacidad cuesta unos 5500€.

- Prototipo de pistola gancho retráctil

Primeramente, hay que decir que hay muy pocos datos sobre el por no decir nada, únicamente un artículo y un escueto video donde no explican ni cómo funciona ni su partes, solo una pequeña demostración. El artículo hace referencia a la universidad de los estudiantes BYU (Brigham Young University) y da el enlace al video comentado. También comenta de manera muy superficial que la punta del gancho tiene un tipo de resina que se solidifica con la luz violeta. Entonces a través del video se puede deducir que la punta del gancho contiene una especie de cápsula con esta resina, el cual está hecha de un material relativamente frágil para una vez el gancho choque se rompa. De esta manera, la resina se esparce, reacciona a la luz violeta y se solidifica con el objeto que se encuentra anclado el gancho, dando seguridad más que suficiente de anclaje.

Aun así, en el video se puede ver que tiene un motor en la polea que aguanta el peso y que salen unos cables a una mochila que lleva detrás el usuario que asciende, donde podemos asegurar que se encuentra la batería. Para el sistema de disparo del gancho, únicamente se ve un tubo que actúa de guía y nada más, no se puede deducir el procedimiento.

3.5.4. Comparación de precios y prestaciones

En la siguiente tabla se matizan las características y precios de los productos comentados anteriormente:

producto	precio (€)	peso (Kg)	Alcance máximo en: horizontal/vertical (m)	recorrido con peso máximo (m)	prestaciones
Arpón *Cherokee*	280	4	20/-	X	· sumergible
Rifle gancho *TAIL*	4000	5	120/75	X	·utilizable en agua(pero no sumergible) · peso admisible de 800 Kg · cuerda de 100 m
Rifle gancho *ALM resQmax*	3500	5,5	100/50	X	· utilizable en agua (pero no sumergible) ·peso admisible de 650 Kg · cuerda de 200 m · gancho intercambiable
Ascendedor APA-5	5000	10	X	400	· peso admisible 230 Kg . sumergible · posibilidad de control remoto Wireless ·asciende y desciende
Ascendedor APA-3	4500	12	X	250	·peso admisible de 150 Kg · utilizable en agua (pero no sumergible) · posibilidad de control remoto con cable ·asciende y desciende
Ascendedor *Tactical Ascender*	5500	15	X	200	·peso admisible de 350Kg · sumergible · posibilidad de control remoto Wireless ·asciende y desciende
Ascendedor *ACX Power Ascender*	4000	12	X	200	· peso admisible de 120 Kg · utilizable en agua (pero no sumergible) ·asciende y desciende · posibilidad de control remoto Wireless
Ascendedor *ACC Power Ascender*	4200	15	X	120	· peso admisible de 180 Kg · utilizable en agua (pero no sumergible) ·asciende y desciende · posibilidad de control remoto Wireless
Ascendedor PMX *Power Ascender*	4200	14	X	150	· peso admisible de 250 Kg · utilizable en agua (pero no sumergible) ·asciende y desciende ·modelo de gasolina ,capacidad del depósito 0,65L

Tabla 1. Estudio de mercado

3.5.5. Estipulación del precio del rifle gancho retráctil

Abajo se expone una tabla donde estipula un precio para poder hacer una pequeña idea del valor que tendrá nuestro producto a través la combinación de los mecanismos de disparo del gancho y los mecanismos para ascender mostrados anteriormente:

		Mecanismo para ascender por la cuerda	
		Eléctrico	**Gasolina**
Mecanismo de disparo del gancho	**Rifle Arpón**	6000€	5000€
	Rifle gancho con mecanismo del modelo 1	9000€	8500€
	Rifle gancho con mecanismo del modelo 2	8500€	8000€

Tabla 2. Estipulación de precios

4. Viabilidad

A continuación se hará un listado de ventajas y desventajas que podría tener nuestro producto y después se comparará frente la competencia.

4.1. Ventajas y desventajas

Antes de realizar una comparación con la competencia hemos de definir claramente las ventajas y desventajas de nuestro producto y así ver desde un punto más objetivo y ver si es viable.

- Ventajas

- El utensilio consta de dos funciones muy útiles, descritas varias veces anteriormente: la primera el disparo gancho y la segunda la capacidad de poder ser retráctil, es decir, poder levantar la herramienta y el usuario.

- Materiales de alta calidad, tanto como para el cuerpo de la herramienta como para sus complementos.

- Como lo más viable será hacerlo eléctrico, constara de una batería intercambiable y recargable. Esta batería es la que da energía al motor que se encarga de mover la cuerda.

- La posibilidad de no sólo ir en una dirección sino en ambas y así no sólo permite mover en unos solo sentido de ascenso sino también de descenso.

- Mecanismo intuitivo y seguro. Un mecanismo fácil de aprender y utilizar, además de disponer de seguro. Como la opción más viable será con aire comprimido a alta presión, es importante tener el mecanismo bajo un seguro. Del mismo modo, el motor sólo se podrá accionar una vez quitado el seguro.

- Posible cambio de gancho a disparar: se trataría a hacer diferentes ganchos adaptados a las diferentes situaciones.

- Desventajas

- Posiblemente sea un utensilio pesado, ya que debe disponer del cuerpo del arma, gancho, batería, motor, cuerda y mecanismo para disparar el gancho. También hay que decir, que se buscará que sea lo menos pesado posible y tratar de repartir el peso con el hombro, de una manera ergonómica.

- Por lo tanto, al ser un utensilio pesado también implica aparatoso, ya que se combina todo en un mismo fusil donde en ciertas situaciones puede resultar incómodo.

- Caro, ya que dispone de dos mecanismos a la vez implica las partes de ambos, que ya de por si son costosas, a más de tener que hacer un cuerpo del arma resistente para aguantar todas estas partes, es decir, utilizar posiblemente como material el aluminio antes que el plástico.

- Del mismo modo, al tener estos dos mecanismos y reducirlos a un mismo espacio, su construcción es más complicada y, por tanto, más costosa.

4.2. Comparación frente la competencia

Este producto tiene la verdadera ventaja de poder reunir dos funciones muy útiles frente a la gran mayoría de situaciones que los otros productos sólo pudo lograr en combinación entre ellos. De esta manera, al ofrecer el disparo del gancho y a la vez poder ser retráctil, da versatilidad y a nivel comercial una ventaja absoluta en verso la competencia.

Referente al precio, obviamente sería un producto más caro pero al compararlo en conjunto no lo sería más que los productos de otras empresas con el ascendedor y el gancho juntos ya que en nuestro caso sólo habría una empresa benefactora en vez de dos, aligerando su precio. Por tanto, aunque sea más caro, son dos útiles que en la mayoría de casos se deben utilizar en conjunto, en cambio nuestro rifle gancho retráctil tendría las dos funciones en uno y teniendo un precio global seguramente más barato.

La única desventaja es su peso, ya que consta de varias partes relativamente pesadas haciendo que en conjunto sea un utensilio muy pesado, entre 17 y 20 kg si nos basamos en estudio de mercado anterior. Si lo comparamos con la competencia con los dos utensilios tendrían un peso bastante aproximado, pero estos parten con la ventaja de que cada utensilio tiene la mitad del peso, por lo tanto, utilizas uno, disparas el gancho, dejas este y a continuación utilizas el otro producto, el ascendedor eléctrico. Aun así en nuestro producto se buscará repartir el peso equitativamente con un apoyo en el hombro o culata aliviando bastante la herramienta y que no recaiga todo el peso en los brazos y manos.

5. Procedimiento experimental y técnico

En este punto primero se dirá que opción se ha decidido escoger para hacer el rifle gancho retráctil. Se proporciona un croquis con las primeras ideas y después se procederá a los cálculos profundizando en las partes que se centra este pre-diseño. Después se proporciona un último croquis con la idea final del rifle gancho retráctil. Finalmente se hablará brevemente de las partes que se encuentran fuera del pre-diseño.

5.1. Opción escogida

Para el rifle gancho retráctil hemos decidido utilizar el mecanismo del modelo 2 de rifle gancho conjuntamente con un ascendedor eléctrico. Es decir, el depósito de aire comprimido estará unido al gancho y cuando se abra el depósito, salen propulsados conjuntamente. Después, mediante una polea, motor y una batería que están recogidos en una caja aguantando al usuario, hacen ascender o descender a este a través de la cuerda atada en el gancho.

Entonces, el pre-diseño se basara en el diseño del depósito y del gatillo. El resto de componentes se definirán de manera superficial para ver la idea final más clara y así poder hacer un estudio económico más realista.

5.1.1. 1º croquis del rifle gancho retráctil.

A continuación se proporciona el primer croquis que se esquematizó para la división de las partes y funcionamiento. Este croquis no representa al modelo final, solo es para mostrar la primera idea del modelo.

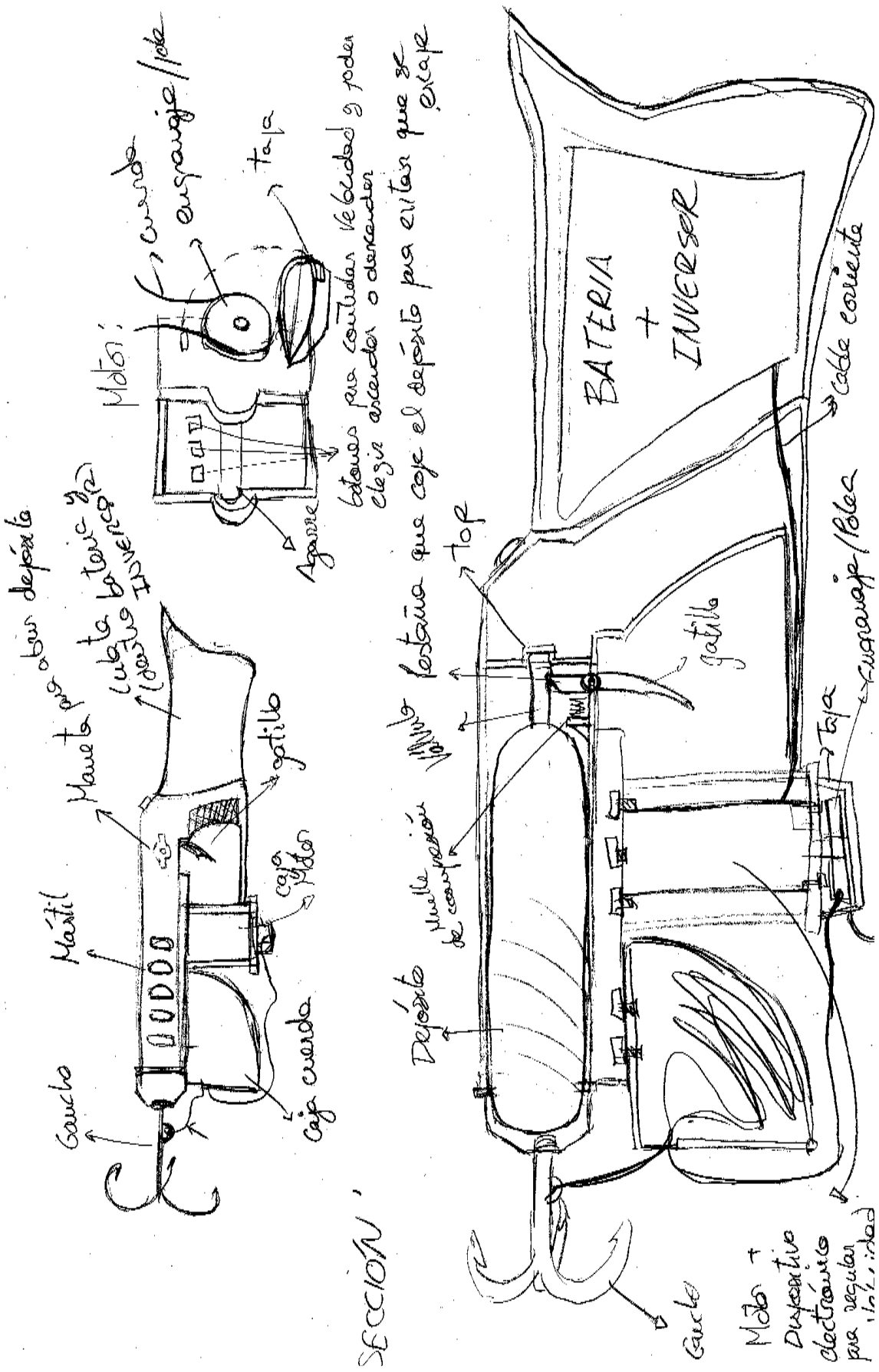


Ilustración 25. Rifle gancho retráctil

5.2. Cálculos

5.2.1. Escoger valores para trabajar

Inicialmente se ha de estipular la distancia a la que se quiere que el gancho llegue. Por tanto, se ha de ver en cada situación y ver que longitud ha de recorrer y estipular una longitud media, tanto en horizontal como en vertical.

- Distancia a recorrer

A continuación se proponen diversas situaciones en las que se podría encontrar el rifle gancho retráctil sacando medidas aproximadas que tiene que recorrer en cada situación:

- Rescate marítimo: en caso de encontrarse en una barca a nivel de agua, la herramienta debe ser capaz de poder llegar a la cubierta de los barcos, incluso de los grandes buques. La altura media de los buques es sobre los 25 m. La distancia horizontal en este caso no es muy relevante ya que puedes hacer rescate desde muy cerca de los buques, siempre y cuando no se interponga delante del barco o detrás de los motores. Cierto que es un tipo de rescate que no se ha nombrado anteriormente pero esta es una de las pocas situaciones de las cuales el nuestro producto puede sacar provecho en agua.

- Rescate en escalada: en este caso, la altura puede variar según la dificultad de cada rescate y localización del accidente. Pero, como un escalador / alpinista puede recorrer grandes distancias en vertical, lo ideal es procurar zonas de media / larga distancia aseguradas entre 30 y 60 metros en vertical. Por lo que se refiere a la longitud horizontal, dependiendo del terreno puede ser más fácil o menos acercarse a la zona ideal de disparo. Así que tomando como un difícil paso debido a una gran frondosidad boscosa o gran deslizamiento por lluvia o paso de un río o torrente, se considera una distancia entre los 50 y 80 metros.

- Rescate de montaña: aunque posiblemente no sea el enfoque de la herramienta, puede procurar conexiones entre acantilados y grietas que se dan en las grandes montañas o los valles con grandes paredes. También puede procurar un enlace al otro lado de un gran río o lagos relativamente pequeños. Por tanto, en este caso se requiere una longitud horizontal de mínimo 200 metros.

- Rescate urbano: aquí principalmente se debe tener en cuenta la altura de un edificio, es decir, la distancia verdaderamente relevante es la vertical. Debido a que hay todo tipo de edificios, se toma una altura bastante consolidada para los peores casos que serían los edificios más altos que constan de unos 50 metros. Igual que en el rescate en el mar, el rescate urbano no es para donde está enfocado el producto, pero de igual manera el gancho puede afrontar esta situación en un terreno urbano.

Así pues, la situación estándar para el útil requiere un máximo de 55 metros en vertical y un mínimo 100 metros en horizontal.

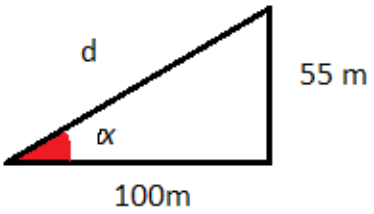
5.2.2. Cálculo de condiciones iniciales

Sabiendo las distancias a las que ha de llegar el gancho, deducimos que se tratara de un tiro parabólico. Primero se expondrán los cálculos en caso ideal y después en caso real es decir, con fricción del aire.

- Tiro parabólico en caso ideal

El caso ideal del tiro parabólico se trata de un movimiento sin fricción del aire.

Primeramente, se deduce el ángulo que forman las distancias a recorrer en vertical y horizontal:



$$\sin\alpha = 55/d$$

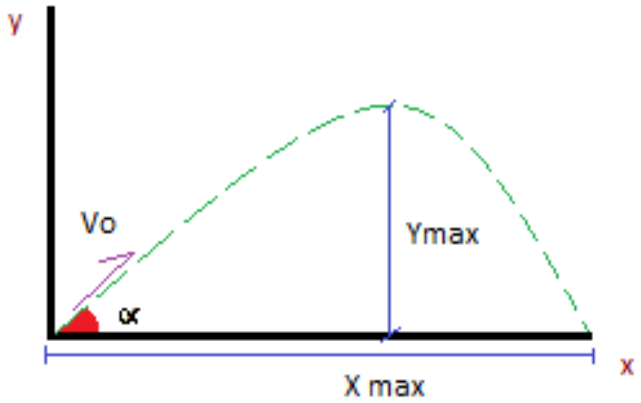
$$\cos\alpha = 100\ /d$$

$$\text{Tan}\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{55}{100}$$

$$\tan^{-1}\frac{55}{100} = \alpha \longrightarrow \alpha = 28{,}8108\ º$$

$$\sin\alpha = 55/d \longrightarrow d = 55/\sin\alpha \longrightarrow d = 114{,}1271\ m$$

Seguidamente, se procede a utilizar las fórmulas del tiro parabólico para saber la velocidad inicial:



$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\alpha$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha$$

$$y_{max} = 55\ m$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

$$x = v_{0x}\,t \quad (2)$$

Condiciones de y_{max} : v_y = 0 m/s, entonces:

$$0 = v_{0y} - gt \longrightarrow t = \frac{v_{0y}}{g} \quad (3)$$

Substituimos (3) en (1):

$$y_{max} = \frac{v_{0y}^2}{2g} \longrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{y_{max} \cdot 2 \cdot g}{(\text{sen}\,\alpha)^2}} \longrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{55 \cdot 2 \cdot 9{,}81}{(\text{sen}\,28{,}8018)^2}}$$

$$v_0 = 68{,}1643\ m/s$$

Condiciones para saber x_{max}: y = 0 m, por tanto:

$$0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \longrightarrow t = \frac{2v_{0y}}{g} \quad (4)$$

Substituimos (4) en (2):

$$x_{max} = v_{0x} \cdot \frac{2v_{0y}}{g} \longrightarrow x_{max} = \frac{2v^2 \cdot \text{sen}\,\alpha \cos\alpha}{g} \longrightarrow x_{max} = \frac{v^2 \cdot \text{sen}\,2\alpha}{g}$$

$$x_{max} = \frac{68{,}1643^2 \cdot \text{sen}\,57{,}6036}{9{,}81} \longrightarrow x_{max} = 399{,}92\ m$$

Finalmente en condiciones ideales:

$$v_0 = 68{,}1643\ m/s$$

$$x_{max} = 399{,}92\ m$$

$$y_{max} = 55\ m \quad y \quad x = 100\ m$$

- Tiro parabolico en caso real

En el caso real la fricción del aire actua sobre el cuerpo. Para deducir fórmulas, aplicamos la ley de Newton pero primero definimos la fórmula de la fuerza de fricción del aire :

$$Fr = b \cdot v = \frac{1}{2} \cdot Cp \cdot p \cdot A \cdot {v_o}^2$$

Cp = coeficiente de forma aerodinámica = 0,82

A = área sección transversal = $= \pi r^2 = \pi 0{,}06^2$ m^2

p = densidad del aire = 1, 225 Kg/ m^3

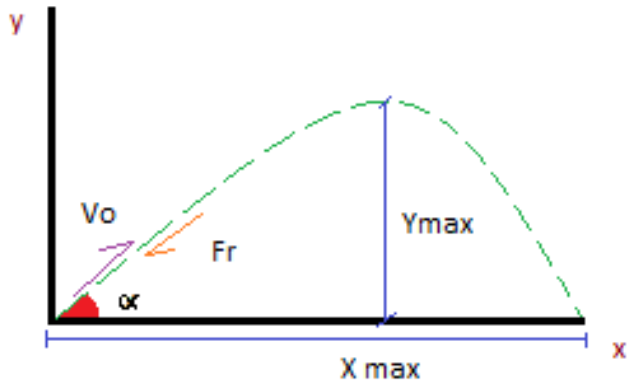
$$b = \frac{1}{2} \cdot Cp \cdot p \cdot A \cdot v = 0.5 \cdot 0.82 \cdot 1.225 \cdot \pi . 0.03^2 \cdot 68{,}1643 = 0.09$$

El coeficiente de forma escogido es el de un cilindro. Como el gancho es un perfil circular con una muy pequeña sección que frenar en el aire, se cuenta el depósito

de aire como el objeto mayor a frenar. Entonces, si tiene una forma de cilindro alargado, su coeficiente de forma aerodinámico es definido como 0,82.

Para el área transversal entonces se toma la sección del cilindro. Se ha escogido un radio de 3 cm ya que, comparando con otros depósitos del mercado y el del rifle de *Rescue solution International* van de 4 a 6 cm de diámetro, por lo tanto, en el peor caso sería de 6 cm de diámetro es decir 0,03 m de radio.

La densidad del aire en condiciones ambientales normales (1 atm i 20 ºC) es de 1,225 Kg/m^3.



$$\begin{cases} ma_x = -mFr_x \\ ma_y = -mg - mFr_y \end{cases}$$

Desarrollamos las fórmulas del eje X resolviendo las EDOs, donde deducimos la ecuación del movimiento y la velocidad:

$$m\frac{dv_x}{dt} = -mbv_x \longrightarrow \int \frac{1}{v_x}\, dv_x = \int -bt\, dt$$

$$\ln v_x = -bt + k \longrightarrow v_x = ke^{(-bt)}$$

Si $v_x = v_{ox}$, $t_o = 0$ entonces $K = V_{ox}$, queda que: $v_x = v_{0x}e^{(-bt)}$ (5)

$$\frac{dx}{dt} = v_{0x}e^{(-bt)} \longrightarrow \int dx = \int v_{0x}e^{(-bt)}\,dt \longrightarrow x = \frac{-v_{0x}}{b}e^{(-bt)} + k$$

Si $x_0 = 0$, $t_0 = 0$ entonces $k = \frac{v_{0x}}{b}$, queda que: $x = \frac{v_{0x}}{b} - \frac{v_{0x}}{b}e^{(-bt)}$ (6)

Desarrollamos las fórmulas en el eje Y resolviendo las EDOs, donde deducimos la ecuación del movimiento y la velocidad:

$$\frac{dv_y}{dt} = -g - bv_y \longrightarrow \frac{dv_y}{dt} + bv_y = -g \begin{cases} v_{y\,homogenia} = ke^{-bt} \\ v_{y\,particular} = -\frac{g}{b} \end{cases}$$

$$v_y = v_{y\,homogenia} + v_{y\,particular} \longrightarrow v_y = ke^{-bt} - \frac{g}{b}$$

Si $v_y = v_{oy}$, $t_o = 0$ entonces $k = v_{0y} + \frac{g}{b}$, queda que: $v_y = (v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} - \frac{g}{b}$ (7)

$$\frac{dy}{dt} = (v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} - \frac{g}{b} \longrightarrow \int dy = \int (v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} - \frac{g}{b}\,dt$$

$$y = -\frac{1}{b}(v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} - \frac{g}{b} + k$$

Si $y_0 = 0$, $t_o = 0$ entonces $k = \frac{1}{b}(v_{0y} + \frac{g}{b})$, queda que:

$$y = \frac{1}{b}(v_{0y} + \frac{g}{b})(1 - e^{-bt}) - \frac{g}{b}t \quad (8)$$

Una vez con todas las fórmulas desarrolladas, se procede a calcular la altura máxima con fricción con la velocidad inicial del caso ideal para ver si es válida:

Condiciones para y_{max} es que $v_y = 0$ m/s, sustituimos en (7):

$$0 = (v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} - \frac{g}{b} \longrightarrow (v_{0y} + \frac{g}{b})e^{-bt} = \frac{g}{b} \longrightarrow \frac{v_{0y}\,b}{g} + 1 = e^{bt}$$

$$bt = \ln(\frac{v_{0y}\,b}{g} + 1) \longrightarrow t = \frac{1}{b}\ln(\frac{v_{0y}\,b}{g} + 1) \quad (9)$$

Después sustituimos (9) en (8) y obtenemos que:

$$y_{max} = \frac{v_{0y}}{b} - \frac{g}{b^2}\ln(1 + \frac{bv_{0y}}{g})$$

Sustituimos valores:

$$y_{max} = \frac{68{,}1643 \sin 28{,}8108}{0{,}09} - \frac{9{,}81}{0{,}09^2}\ln(1 + \frac{0{,}09 \cdot 68{,}1643 \sin 28{,}8108}{9{,}81})$$

$$y_{max} = 45{,}96 \text{ m}$$

Como se puede ver, en caso real la fricción del aire reduce la distancia prácticamente en 10 metros menos que el ideal. Iterando, con un valor de 76 m/s nos da la altura máxima real de 56 metros aproximadamente:

$$y_{max} = \frac{76\,\text{sen}\,28{,}8108}{0{,}09} - \frac{9{,}81}{0{,}09^2}\ln(\,1 + \frac{0{,}09 \cdot 76\,\text{sen}\,28{,}8108}{9{,}81}\,)$$

$$y_{max} = 56{,}10\ \text{m}$$

Por tanto, la distancia máxima en horizontal será alrededor de los 400 m si se trabaja con la velocidad de 76 m/s.

Finalmente, en condiciones reales:

$$v_0 = 76\ m/s$$

$$x_{max} = \ 400\ m$$

$$y_{max} = 56{,}10\ m \ \ y \ \ x = 101m$$

5.2.3. Cálculos para diseñar el depósito de aire comprimido

Primeramente, la presión la elegimos basándonos en productos similares, concretamente en los del fabricante *Rescue Solution International*, donde sus depósitos utilizan presiones entre 200 y 300 bares. La variación de esta presión se debe al tipo de diseño de depósito o cápsula que quieras, donde los depósitos con menos bares podrían ser de aluminio y los de grandes presiones de acero

de carbono, variando sus dimensiones, características y sobre todo precio. Para nuestro caso, se ha escogido una presión de 250 bares en acero de carbono.

Sabiendo la presión, a través del teorema de Laval sobre mecánica de fluidos y cohetes a reacción, relaciona la fuerza con la presión en la boca de salida del depósito:

$$F = 2\pi r^2 \Delta P$$

La fuerza se trata de la fuerza de impulso que se crea primeramente al abrir el depósito, ya que la fuerza va disminuyendo hasta vaciarse por completo. Por tanto, la fuerza de impulso se define como $m \cdot a$ en un intervalo de tiempo de 0,2 segundos que es el valor real del principio de fuerza de impulso en depósitos de fluidos comprimidos. El 2 que multiplica es el coeficiente de las paredes de salida; se toma un valor general debido a que las paredes no suelen contar con gran espesor y más cuando el fluido utilizado es el aire.

La masa, al igual que en los casos anteriores, se utiliza el peor caso que en esta situación será la masa más alta. Comparando los depósitos de aire comprimido del mercado del tamaño aproximadamente requerido para este tipo de mecanismo está entre 0,5 y 1 kg. Para el gancho, de igual manera oscilan entre 0,8 y 1,5kg. Por tanto, en el peor caso la masa total del proyectil será de 2,5 kg.

El incremento de presión se trata de la diferencia de presión absoluta entre dentro y fuera del depósito. Cuando se calcula con presiones absolutas, se toma como valor 0 la presión atmosférica que es 1 atm, que es 1,013 bar, es decir prácticamente 1 bar. Por tanto, en este caso el incremento de presión será igual a la presión que queremos dentro del depósito. Para aplicarla se debe pasar a unidades del sistema internacional, a Pa:

$$250\ bar \cdot \frac{10^5\ Pa}{1\ bar} = 2{,}5 \cdot 10^7 Pa$$

La r es el radio que tendrá la boca a la salida del depósito, el cual es la incógnita que se quiere saber:

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2{,}5 \cdot \frac{76}{0{,}2} = 950\ N$$

$$r^2 = \frac{F}{2\pi \Delta P} \longrightarrow r = \sqrt{\frac{950}{2\pi \cdot 2{,}5 \cdot 10^7}} \longrightarrow r = 0.0025\ m$$

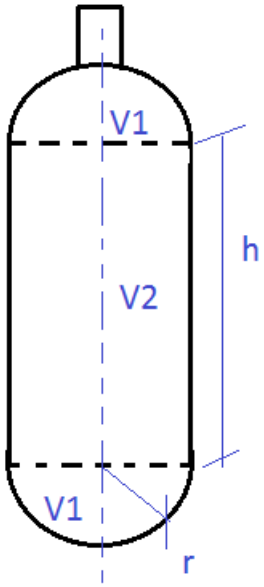
Seguidamente se calcula el caudal para poder saber el volumen del depósito:

$$Q = S \cdot v = \pi r^2 \cdot v = \pi \cdot 0{,}0025^2 \cdot 76 = 0{,}00149\ m^3/s$$

Sabiendo que como mínimo requiere de 0,2 segundos para la fuerza de impulso, requerirá al menos el triple de tiempo para el vaciado y poder proporcionar esta fuerza inicial, entonces:

$$0{,}6\ segons \cdot \frac{0{,}00149\ m^3}{1\ segon} = 0.000895\ m^3$$

Después, se divide el depósito en partes geométricas más fáciles de calcular y mediante iteraciones, se llega a los siguientes valores:



$$v_1 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 0{,}03^3 = 0.000113\ m^3$$

$$v_2 = h\,\pi \cdot r^2 = 0.23 \cdot \pi \cdot 0{,}03^2 = 0.00065\ m^3$$

$$v_t = 2v_1 + v_2 = 2 \cdot 0.000113 + 0.00065$$

$$v_t = 0.000876\ m^3$$

El volumen es prácticamente igual al teórico. Además, este poco volumen que falta se llenará con la hueco del cuello que no se ha contado al ser una parte prácticamente irrelevante a nivel de volumen. Los valores por tanto de dimensionamiento interno del depósito son:

h= 23 cm r= 3 cm v_t= 0.000876 m^3

Se ha escogido esta forma debido a que viene definida por el código de ASME (código de calderas y recipientes a presión emitido por la sociedad americana de ingenieros mecánicos) en división 8, subdivisión 1 y en el código español ITC MIE-AP7 referente a botellas y botellones para gases comprimidos, norma 2, punto 6: diseño . Ambos códigos se pueden consultar en los anexos. Los códigos determinan que para recipientes de alta presión se 'debe procurar formas cilíndricas, esféricas o semiesféricas. Esto es debido a que soportan mucho

mejor las altas tensiones, como se va a demostrar seguidamente cuando busquemos el espesor del depósito.

Para saber el espesor que requiere el depósito o la cápsula se aplica la teoría de membrana en depósitos de pared delgada sometidos a presión, en la que considera que no hay esfuerzos cortantes ni momentos en ningún punto de la envolvente, por tanto, todos los esfuerzos que se producen son normales, donde admite una repartición uniforme de tensiones.

Si se aísla una sección de un depósito encontraríamos el perfil de la imagen 26, donde:

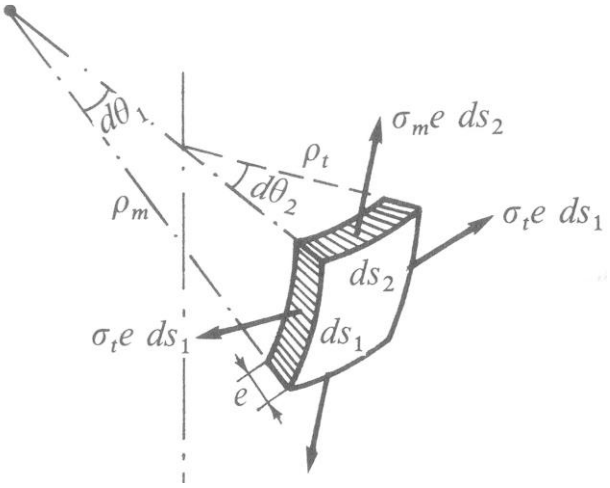


Ilustración 26, sección depósito

- Pm = es el radio de curvatura del meridiano de la superficie media.

- Pt = es el radio de curvatura de la sección normal perpendicular al meridiano.

- σ_m = tensión meridiana.

- σ_t = tensión circunferencial.

Entonces, a través de la teoría se deduce la ecuación de Laplace:

$$\frac{\sigma_m}{p_m} + \frac{\sigma_t}{p_t} = \frac{P}{e}$$

Donde P es la presión interior y *e* el espesor. Y analizando las condiciones de equilibrio de la parte inferior de la envolvente, despreciando el peso del líquido ya que es un gas, tenemos que:

$$\sigma_m \cdot 2\pi r \cdot e = P \cdot \pi r^2 \quad \longrightarrow \quad \sigma_m = \frac{Pr}{2e}$$

Entonces, viendo esto, vemos que la parte esférica (V1) requerirá un espesor y la parte cilíndrica (V2) otro. Por eso mismo, con el teorema de Von Mises de la tensión equivalente escogeremos el espesor más grueso que salga del cálculo de las dos superficies. Entonces, para saber que espesor es requerido, se necesita escoger un material y mediante su límite elástico y haciendo iteraciones deduciremos un espesor. En este caso, se ha escogido acero al carbono SA-134 A283C, que en la ley europea es el acero ENC35 C35R. Se ha escogido este acero debido a sus buenas características y está dentro de la lista del código ASME sección II subsección A, material ferroso para depósitos a presión. En el código español está definido en ITC MIE-AP7, Norma 2, punto 5: materiales. Ambos códigos se encuentran en los anexos. La tensión máxima para este acero es 350 MPa.

Espesor escogido después de iterar: 0,004 m = 4 mm

Seguidamente se justifica el espesor escogido:

Para el volumen 2, la parte cilíndrica es $p_m = \infty$ y $p_t = r$ por lo que la ecuación de Laplace se reduce a:

$$\frac{\sigma_t}{r} = \frac{P}{e} \longrightarrow \sigma_t = \frac{Pr}{e} \longrightarrow \sigma_t = \frac{2{,}5 \cdot 10^7 \cdot 0{,}03}{0{,}004} \longrightarrow \sigma_t = 187{,}5\ MPa$$

Y la tensión meridiana:

$$\sigma_m = \frac{Pr}{2e} \longrightarrow \sigma_m = \frac{2{,}5 \cdot 10^7 \cdot 0{,}03}{2 \cdot 0{,}004} \longrightarrow \sigma_m = 93{,}75 MPa$$

Tensión equivalente y ley de Von Mises:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_m^2 - \sigma_t \sigma_m} = \sqrt{187.5^2 + 93.75^2 - 187.5 \cdot 93.75} = 162{,}4\ MPa$$

$$\sigma_{eq} < \sigma_u \longrightarrow 162{,}4\ MPa < 350\ MPa$$

Por el volumen 1, la parte semiesférica donde por este caso $p_m = p_t = r$ donde se verifica por simetría, $\sigma_m = \sigma_t = \sigma$. Entonces, la ecuación de Laplace se reduce a:

$$2\frac{\sigma}{r} = \frac{P}{e} \longrightarrow \sigma = \frac{Pr}{2e} \longrightarrow \sigma = \frac{2{,}5\cdot 10^7 \cdot 0{,}03}{2\cdot 0{,}004} \longrightarrow \sigma = 93{,}75\ MPa$$

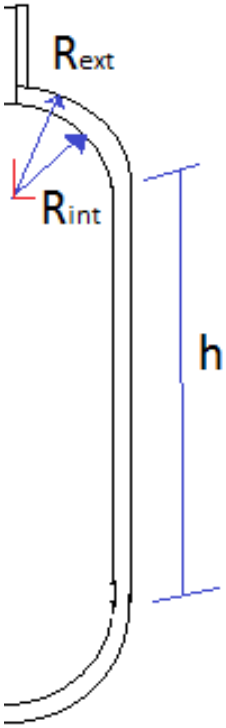
$$\sigma = \sigma_{eq} = 93{,}75 MPa$$

$$\sigma_{eq} < \sigma_u \longrightarrow 93{,}75\ MPa < 350\ MPa$$

Vemos que la tensión equivalente en el peor de los dos casos está a la mitad del límite elástico del material (162,4 MPa) proporcionando un factor de seguridad de 2 sobre el depósito. Esto es debido porque es un depósito a alta presión y se necesita asegurar que las paredes del depósito aguanten esta presión y no exploten en las manos de nadie ya que podría ser mortal. Además es un factor de seguridad marcado por el código ASME y el código español, en lo apartados comentados anteriormente en el diseño del recipiente.

Entonces, con un espesor de 4 mm no se supera el límite elástico del material, estando dentro del factor de seguridad 2.

Las dimensiones finales del depósito son:



h= 23 cm

R_{int}= 3 cm

R_{ext}= 3,4 cm

V= 0.000876 m^3

5.2.4. Cálculos del gatillo

Para el gatillo se ha escogido el sistema más simple posible, al igual que el diseño, debido que contra más sencillo menos errores dará tanto en su construcción como ejecución.

Primeramente, hay que decir que la válvula tendrá una figura con rampa para encajar con uno de los brazos del gatillo y hacer de tope para que no salga disparado el depósito una vez abierta la llave de paso que deja salir el aire comprimido.

Por lo tanto, deducimos que el gatillo o mejor dicho el cuerpo del gatillo, tendrá como mínimo 3 brazos, uno como tope / sujeción del depósito (a través de la

válvula), un segundo brazo para ofrecer la fuerza opuesta mediante un resorte de tracción a la que ofrece el depósito abierto. Y un tercero que será el gatillo que hará bajar el tope y dejar escapar el depósito por el mástil del fusil, la parte propiamente dicha gatillo.

Dimensionamiento escogido por el cuerpo del gatillo:

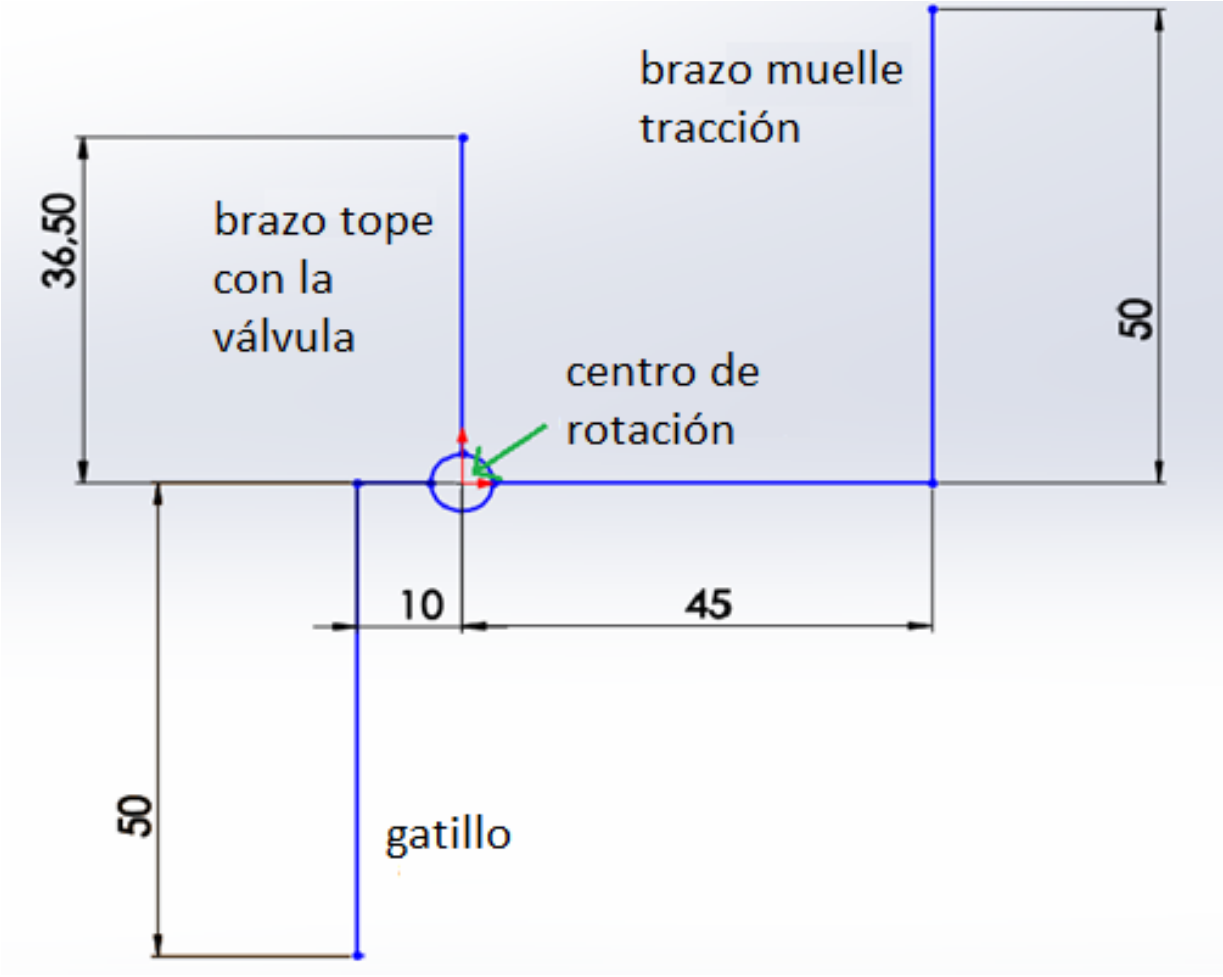


Ilustración 27. Dimensiones gatillo

La distancia del brazo tope se deduce que debe tener una longitud mayor al radio del depósito (34mm) más unos milímetros para dar juego a la sujeción.

Seguidamente, se calcula la relación de fuerzas para deducir qué fuerza de resistencia debe ofrecer el muelle a tracción, sin contar la fuerza del accionamiento del gatillo.

Esquema de fuerzas:

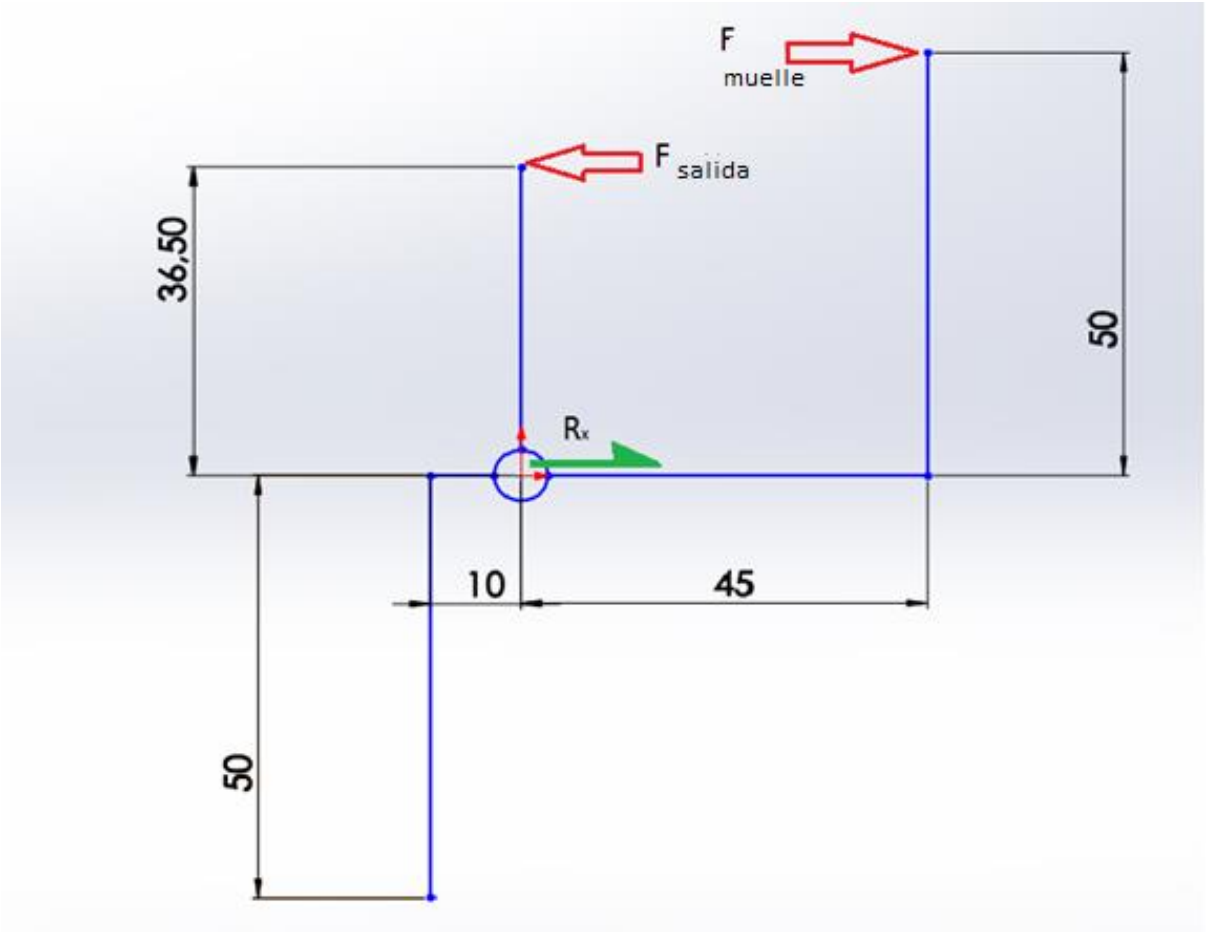


Ilustración 28 esquema de fuerzas del gatillo

Como en el centro de rotación es por donde estará fijado el cuerpo, éste le dejará girar libre pero ofrecerá resistencia a los desplazamientos, como este caso que se crea una fuerza de reacción contraria a la fuerza de salida en el eje X, denominada Rx.

Por lo tanto el momento creado por el muelle debe ser:

$$M_{salida} < M_{muelle}$$

Por este motivo en el brazo del muelle tiene una mayor longitud, para ofrecer un mayor momento con menos fuerza. Pero para poder resolver el problema, se tratará como un sistema estático, es decir, la suma de fuerza y momentos igual

a cero. Después, se incrementará el valor dado de la fuerza del muelle para que esta pueda alcanzar sin problemas la de salida.

En el cálculo del depósito hemos calculado la fuerza necesaria de salida, que era 950 N, sabiendo esto podremos deducir la fuerza que debe ejercer el muelle en un sistema estático; el centro de rotación será llamado como punto R.

Primero, hacemos sumatorio de momentos en el punto R para eliminar la incógnita de la reacción Rx y así tener una ecuación con una sola incógnita, la fuerza del muelle:

$$\sum M_R = 0$$

$$F_{salida} \cdot 36{,}5 = F_{muelle} \cdot 50 \longrightarrow F_{salida} \cdot \frac{36{,}5}{50} = F_{muelle}$$

$$F_{muelle} = 950 \cdot \frac{36.5}{50} = 693{,}5\ N$$

Después, para saber el valor de la reacción hacemos el sumatorio de fuerzas en el eje X:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{salida} = F_{muelle} + R_x \longrightarrow F_{salida} - F_{muelle} = R_x$$

$$R_x = 950 - 693{,}5 = 256{,}5\ N$$

Sabiendo estos valores, en especial el de la fuerza del muelle, ampliamos su valor para asegurarnos de que hace la fuerza suficiente para que el depósito no salga disparado. El valor escogido es 718 N; son prácticamente 15 N más de fuerza, es decir, 1,5 kg más que ejerce sobre el brazo y el cual crea mayor momento a tener mayor distancia, una fuerza más que suficiente para asegurar el sistema. Este valor no es escogido al azar sino que es un valor predefinido por el fabricante del muelle que se ha decidido utilizar, se podría haber cogido más o menos N pero con el muelle elegido, en la posición de un 15% de desplazamiento, la tracción que crea el resorte es de 71,8 DaN que son 718 N; como se ha dicho anteriormente, más que suficiente para aguantar el sistema. Perfil del muelle: 91 milímetros longitud (desde puntos de agarre), K = 47, 4 N / mm.

El muelle se deja tensado al 15% de longitud (que son 16 milímetros más sobre muelle sin esfuerzos) para dar juego a la hora de cargar ya que como se colocará de manera horizontal, no dejaría rotar el brazo hacia abajo, es decir, cuando se da la situación de cargar el depósito. El movimiento hacia arriba no hay problema que es cuando se acciona el mecanismo para disparar, como se ve en la siguiente imagen:

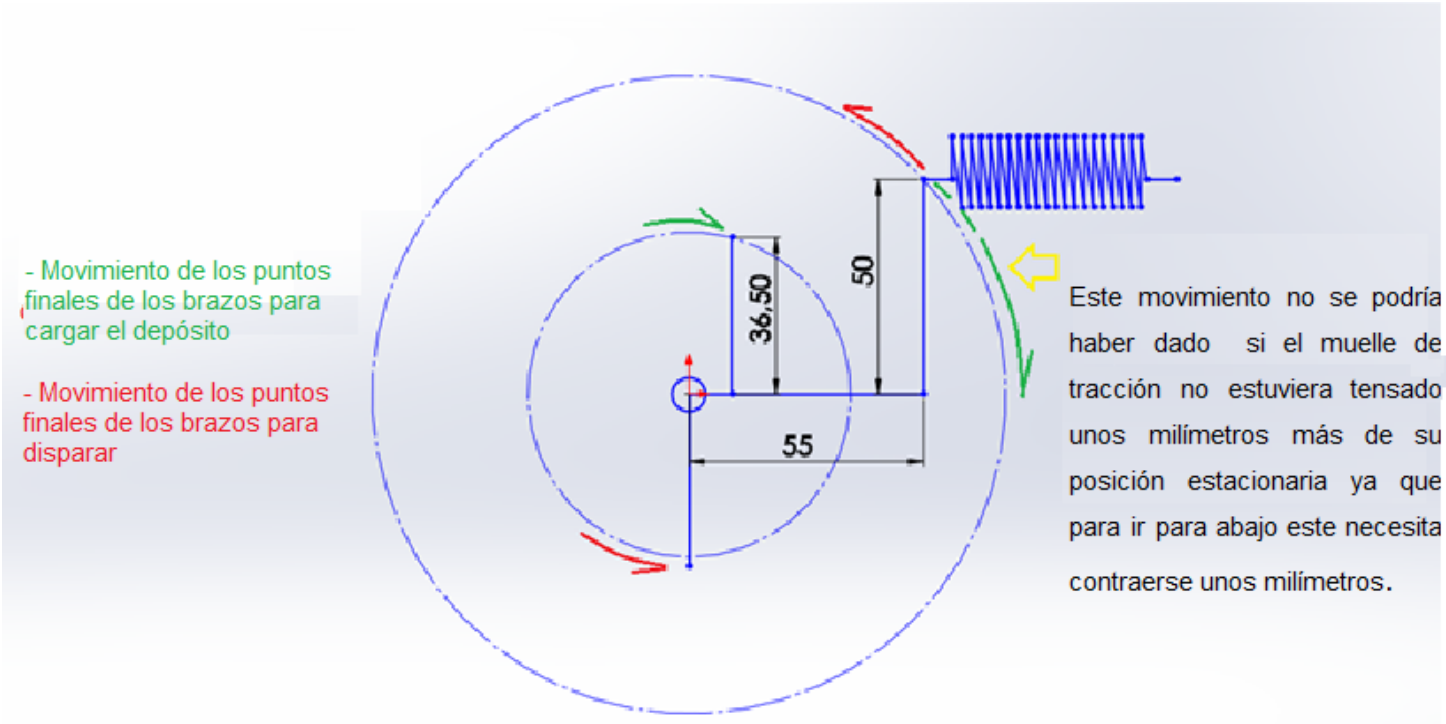


Ilustración 29.movimiento de los brazos

Este movimiento no se podría dar si el muelle de tracción no estuviera tensado unos milímetros más de su posición estacionaria ya que ir para abajo este necesita contraerse unos milímetros.

Por ello, para asegurarse que cuando se carga el brazo que hace tope vuelve hacia atrás y coge la válvula y de esta manera al depósito, se dispone de un muelle de compresión que sólo actuará para cargar la botella y asegurarse de que la coge bien.

Por lo tanto, se pondrá al final del brazo del muelle de tracción un muelle de compresión para crear un momento contrario únicamente cuando cargue. Así pues, en la posición inicial del resorte de compresión (sin esfuerzos) será en la posición de cargado del rifle. Así, cuando el depósito presione el brazo de tope hará comprimir esta muelle y luchará contra esta fuerza generada por el resorte de compresión. De este modo, quedaría el siguiente perfil simplificado:

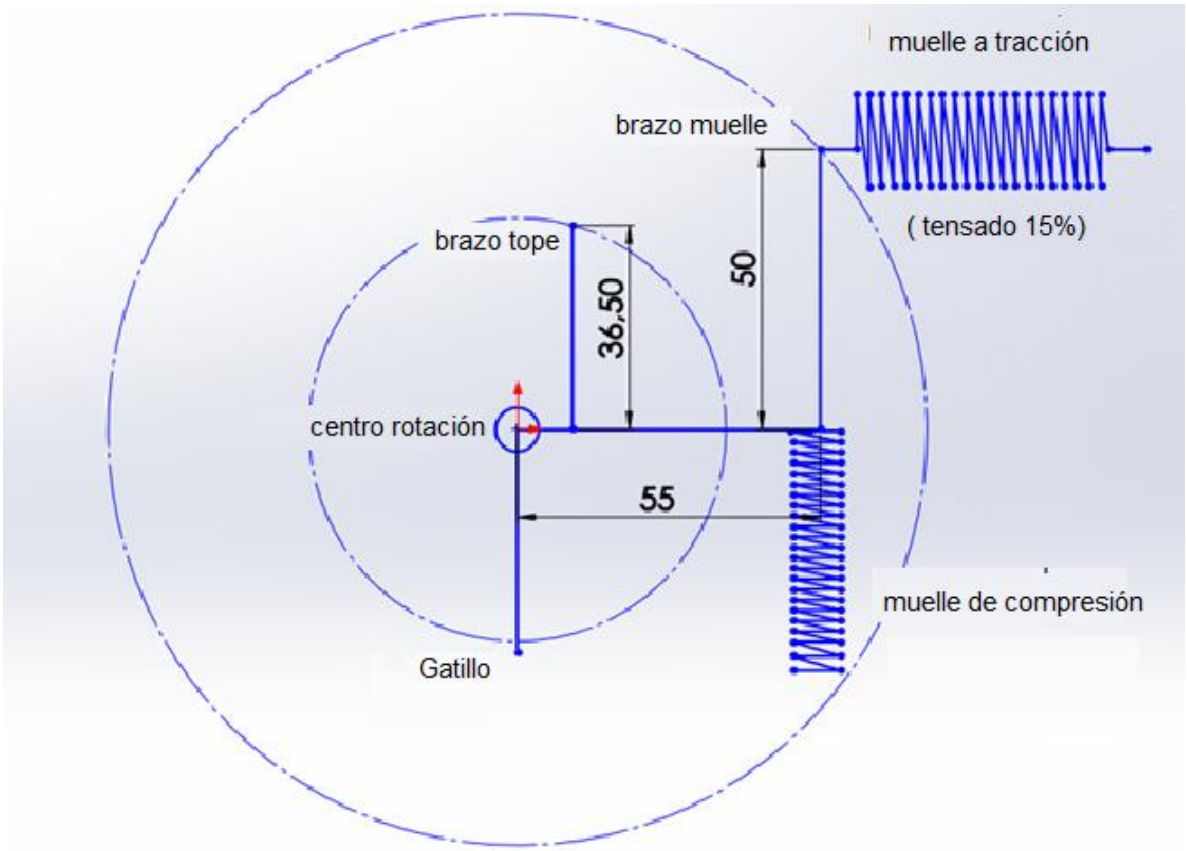


Ilustración 30.Esquema con los resortes

Por lo tanto, ahora se calcula la fuerza del muelle a compresión que necesitamos de la misma forma con la fuerza que dará cuando se comprima un 15%. Por eso, también debemos tener en cuenta la fuerza que ejerce el usuario al cargar, la cual se ha tomado 20 N, unos 2 kg aproximadamente, fuerza suficiente y que no requiere demasiado esfuerzo para una persona.

Esquemas de fuerzas:

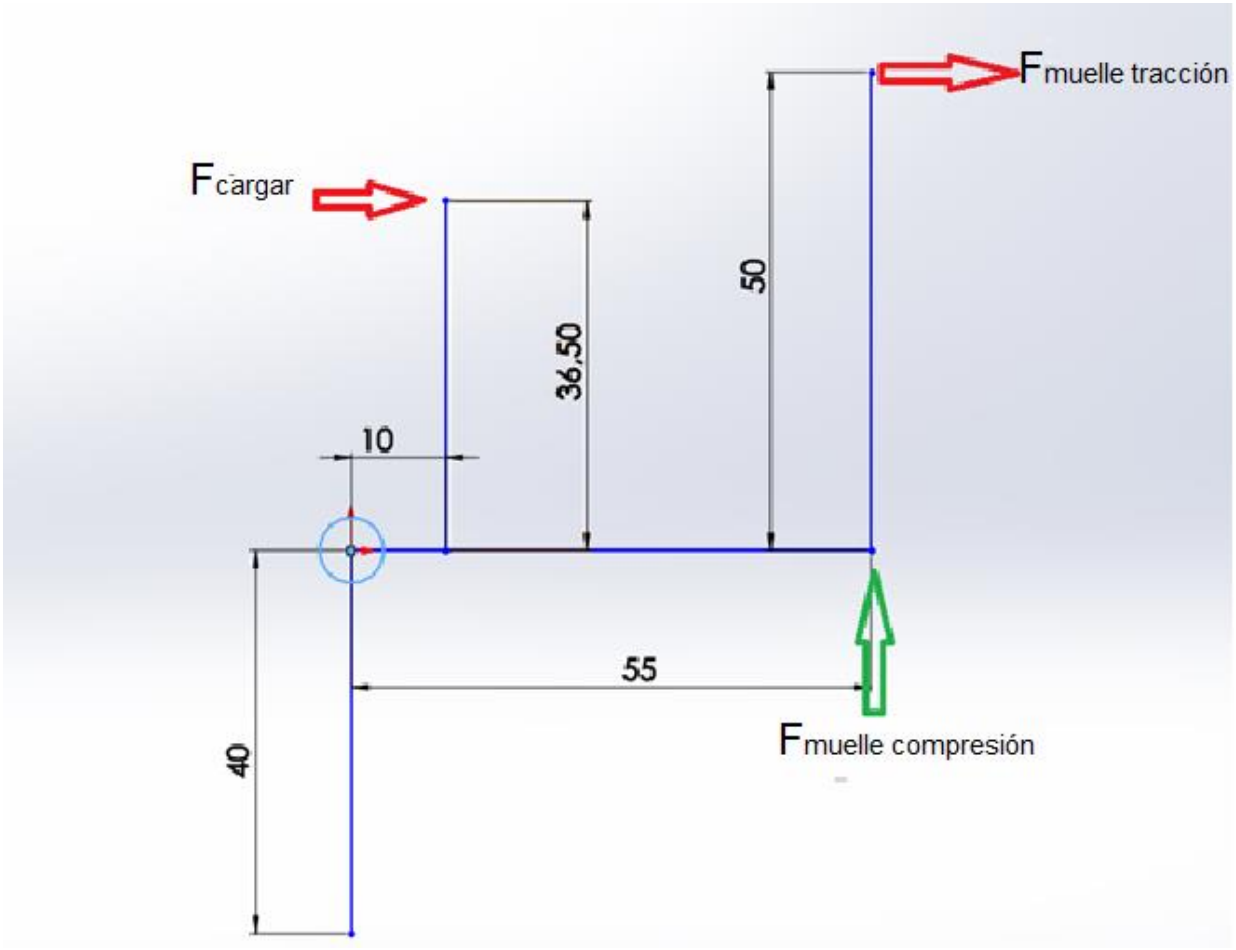


Ilustración 31. Esquema fuerzas para cargar

Primero, hacemos sumatorios de momentos en el punto R para eliminar la incógnita de la reacción Rx y así tener una ecuación con una sola incógnita, la fuerza del muelle:

$$\sum M_R = 0$$

$$F_{cargar} \cdot 36{,}5 + F_{tracción} \cdot 50 = F_{compresión} \cdot 55$$

$$F_{compresión} = \frac{20 \cdot 36{,}5 + 718 \cdot 50}{55} = 666\ N$$

Como podemos ver, requiere un muelle con menos fuerza ya que crea un mayor momento sobre el centro de rotación. Por lo tanto se ha escogido un muelle de un valor que al 15% de compresión ejerza 710 N, longitud de 10 cm y con una K = 47,22 N / mm, valores definidos por el fabricante, el resorte más aproximado al valor buscado.

Por tanto, ahora se calcula el valor más real de las fuerzas ejercidas por los muelles. Iterando con el *solidworks* se ha dimensionado el perfil de tope de la válvula para llegar este punto estático del muelle a tracción y 15% de compresión del otro resorte. Se ha llegado a unos valor muy aproximados a los que se buscaba (ilustración 32). El muelle de tracción prácticamente está en la posición inicial sin esfuerzos y la de compresión prácticamente en un 15% comprimida.

Los 20 N para cargar es la fuerza mínima para cargar, después, mediante se comprima el muelle y la de tracción deje de ejercer fuerza, resultará un poco más difícil pero tampoco en una gran medida, pues el desplazamiento, como se ve en la siguiente imagen, con dos muelles no llegan una a comprimirse al 15% y el otro no acaba de volver su posición estática:

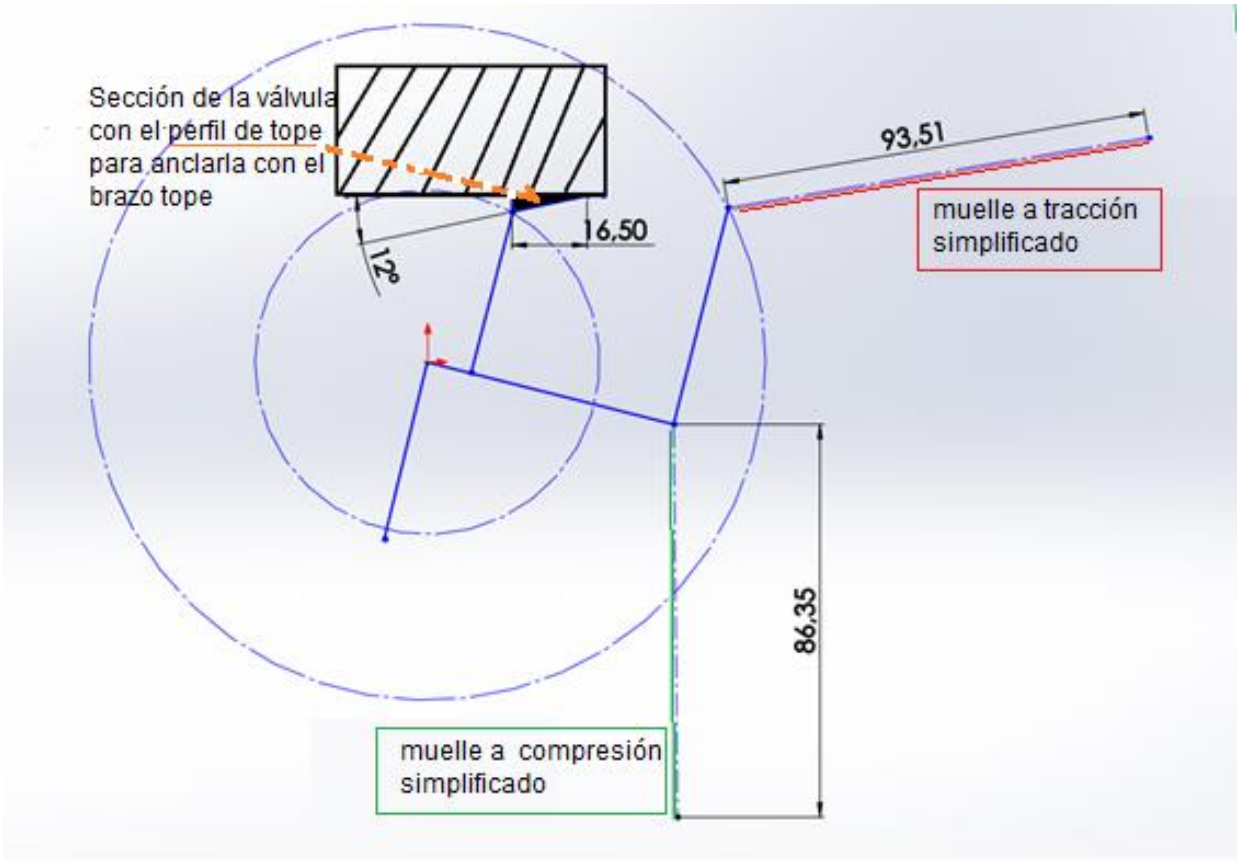


Ilustración 32. Interacción de los muelles

Vemos las fuerzas que hacen cada resorte con estas elongaciones:

Muelle de compresión:

$$F = (100 - 86{,}35) \cdot 47{,}22 = 645\ N$$

Muelle de tracción:

$$F = (93{,}51 - 91) \cdot 47{,}4 = 119\ N$$

Es decir, el resorte de compresión que vence perfectamente al de tracción. Cierto que están inclinados, pero al ser unos ángulos tan pequeños no resultan fuerzas significativas y más la fuerza de tracción al ser bastante más pequeña.

Se deduce por tanto que en el último punto del perfil con rampa de la válvula con el brazo tope se ejerce esta fuerza de compresión de 645 N, que parecido al resultado anterior (666 N) necesitará en este último punto una fuerza mínima de carga de 20 N aproximadamente, y así al superarlo finalmente encajan el brazo tope con la válvula y por tanto se queda cogido el depósito. El perfil que se le ha dado el brazo tope extruido consta de suficiente pendiente para que el último punto del brazo tope toque con el último del perfil tope de la válvula y no dé errores al encajar:

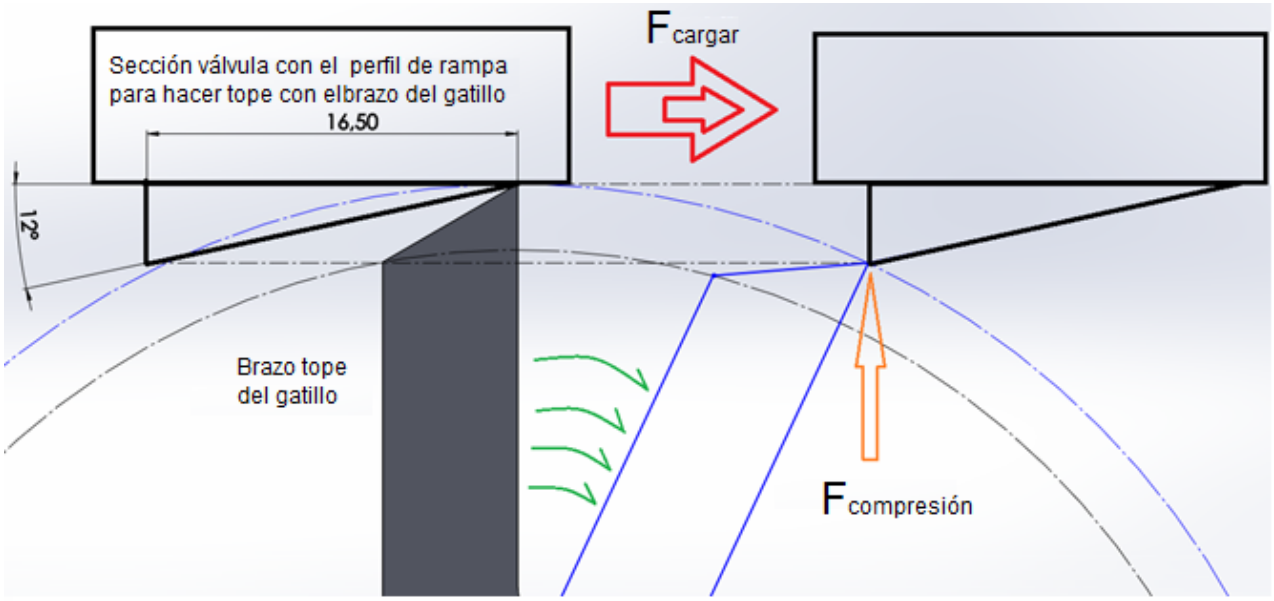


Ilustración 33. Esquema de carga del depósito.

Después, actúa la fuerza del muelle de tracción donde la válvula no deja que gire gracias al tope con rampa. Esto nos lleva a calcular la fuerza para accionar el gatillo.

A continuación, se plantea el sistema de fuerzas para saber qué fuerza mínima de accionamiento necesita el gatillo para dejar salir el brazo de la válvula y soltar el depósito.

Primero se plantea el sistema de fuerza para saber qué fuerza mínima de accionamiento necesita el gatillo para dejar salir el brazo de la válvula y soltar el depósito. En este caso, el muelle de compresión ya no actúa.

Esquema de fuerzas queda de la siguiente forma:

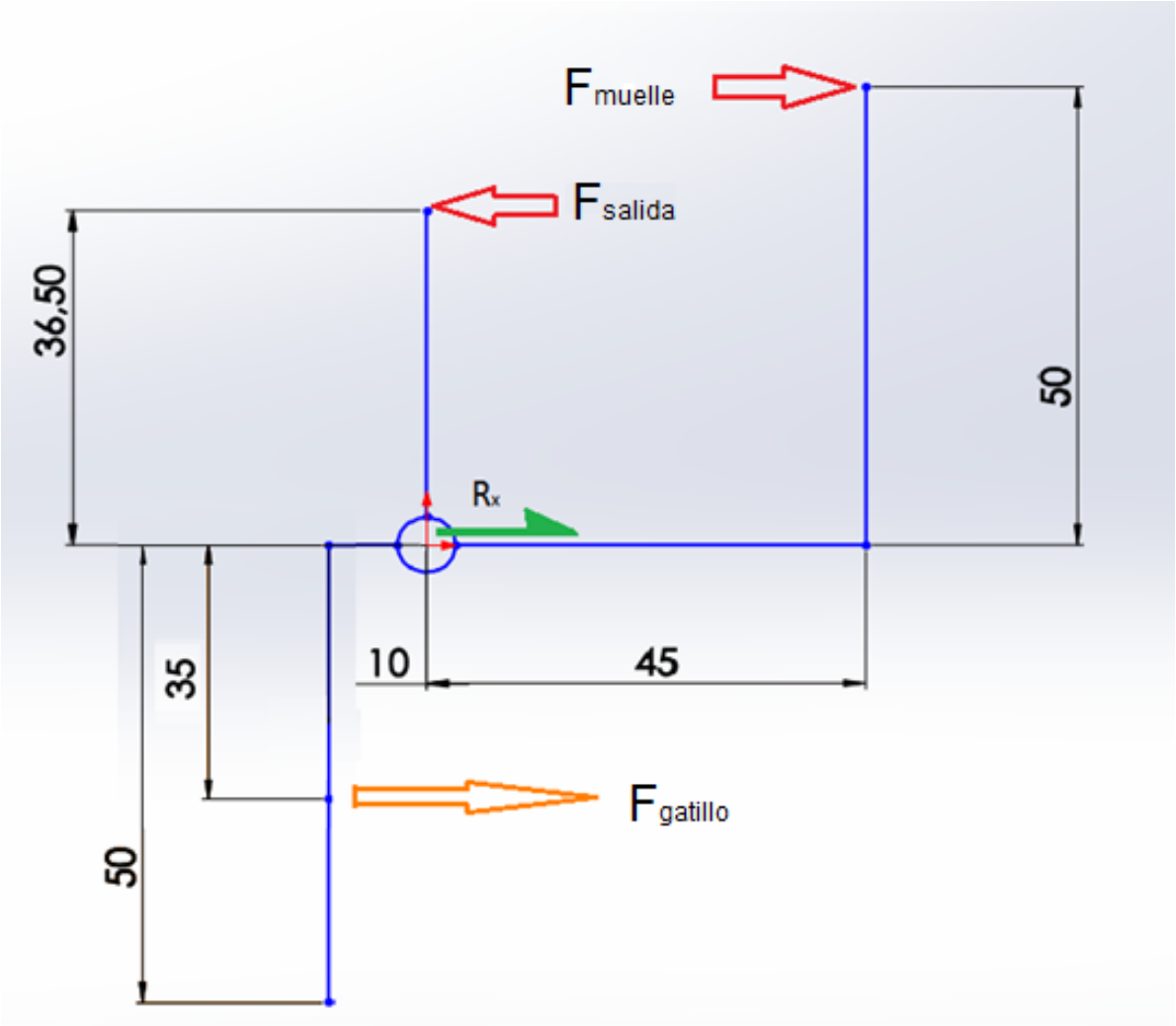


Ilustración 34. Esquema de fuerzas para accionar el gatillo

De la misma manera que antes, el momento creado por el gatillo debe ser superior a la suma de momentos de la fuerza del muelle y de salida. Por lo tanto,

volveremos a calcular el sistema en estático y la fuerza del gatillo que dé como resultado del sistema será la fuerza mínima de accionamiento.

El gatillo se diseñara teniendo en cuenta que se pueda accionar con dos dedos, por lo tanto, se podría calcular como carga repartida, pero como a través del dedos no se reparte de manera uniforme la fuerza y ambos no aprietan con la misma fuerza, se ha elegido calcular en el peor caso, sólo sobre un punto. Pero, eso sí, no en el centro del gatillo, ya que una parte queda cubierta por la carcasa del gatillo. Entonces se ha decidido coger una distancia por debajo del medio del gatillo, es decir, cogiendo una distancia de 35 mm sobre el centro de rotación en vez de 25 mm que sería la mitad del gatillo.

$$\sum M_R = 0$$

$$F_{salida} \cdot 36{,}5 \; + \; F_{gatillo} \cdot 35 \; = \; F_{muelle} \cdot 50$$

$$F_{gatillo} = \frac{718 \cdot 50 - 950 \cdot 36{,}5}{35} = 35 \; N$$

Seguidamente para saber el valor de la reacción hacemos el sumatorio de fuerzas en el eje X:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{sortida} = \; F_{gatell} + F_{molla} + R_x \quad \longrightarrow \quad F_{sortida} - \; F_{gatell} - F_{molla} = R_x$$

$$R_x = 950 - 718 - 35 = 197 \; N$$

Como podemos observar, la fuerza que hay que ejercer sobre el gatillo se de 35 N, es decir, 3,5 kg aproximadamente, fuerza suficiente que pueden ejercer dos dedos.

5.2.5. Cálculo del motor necesario

Este apartado es necesario para saber qué precio tendrá el motor que necesita la herramienta. Es necesario para hacer el estudio económico posterior y a la vez para poder deducir el peso del utensilio.

Primeramente, para saber qué motor necesita nuestro utensilio, deben darse unas condiciones iniciales las cuales debe soportar:

- Masa: la masa que se ha elegido es de 220 kg. Este valor es escogido así porque la herramienta pueda soportar el peso de dos personas (sin cargo extra aparte del rifle gancho) o el de una persona y una camilla o también una persona cargada.

- Longitud: aquí se trata de la altura o distancia máxima que podría alcanzar el cuerpo con la masa anterior. Se ha escogido un valor de 200 metros. Este valor se debe a que, como se ha comentado en un apartado anterior, la distancia mínima es unos 100 metros, por lo tanto se da el doble de su distancia por si se necesita subir o recorrer una distancia más larga o subir y bajar varias veces dependiendo del caso, así dando más agilidad al usuario y no sólo alcanzar una distancia posiblemente demasiado justa.

- Velocidad: la velocidad a la que se quiere que se mueva la cuerda, es decir, la velocidad de ascenso (o descenso) o de recorrido. Como en muchos de los casos se dará en situaciones peligrosas o al menos

complicadas, cargados o con posibles heridos, se ha escogido un valor relativamente pequeño para dar una velocidad lenta pero segura para el usuario, a 15 cm/s. Por lo tanto de aquí deducimos que la distancia anterior alcanzará en 1.333,33 segundos, alrededor de 22 minutos.

Entonces queda que:

M= 220Kg L=200 m V=0,15m/s t= 1333,33 s

Sabiendo estos valores, podemos deducir la potencia del motor que necesitamos. Los rpm del motor no serán importantes ya que se regularán para poder alcanzar la velocidad que se quiere de ascenso, ya que el motor necesario será un servomotor el que se puede programar sus revoluciones por minuto. Además de poder cambiar el sentido de giro (para poder ascenso y descenso). A parte que un motor con la potencia requerida ofrecerá una alta velocidad de giro, la cual no es preocupación ya que en este caso es necesaria una baja y como es programable, los rpm no son un inconveniente.

Primero deducimos la fuerza:

$$F = M \cdot g = 220 \cdot 0{,}81 = 2158{,}2\ N$$

Después el trabajo:

$$W = F \cdot l = 2158{,}2 \cdot 200 = 431640\ J$$

Y finalmente la potencia requerida:

$$P = \frac{W}{T} = \frac{431640}{1333{,}33} = 323{,}73\ w$$

Así pues, la hora de escoger motor para el estudio económico, se tomará uno de una potencia mínima de 325W. Pero, para mayor facilidad de mercado, se ampliará a 400W y así también poder alcanzar los otros componentes electrónicos del utensilio, ya que este tipo de motor son de corriente alterna y se necesitará un inversor de corriente para poder pasar la corriente de la batería de corriente continua al motor: Aunque este inversor no gastará demasiada potencia pero aun así la requiera.

5.2.6. Cálculo de la batería

De igual modo que para el motor, estos cálculos sólo se hacen para saber el valor final del producto a la hora de hacer el estudio económico y del mismo modo, su peso final.

Por lo tanto, para saber qué batería necesitamos, debemos calcular la capacidad que requiere y por ello tenemos que saber a cuantos en voltios debe trabajar: se ha escogido 12 V ya que no requiere una gran potencia y buscamos una batería asequible en peso y tamaño, aunque tenga un cableado más ancho. Una batería de 24V requiere cables más pequeños y por lo tanto pasan menos amperios, disminuyendo su capacidad necesaria pero aumentando el tamaño de la batería, cosa que no interesa.

Así que, primeramente, debemos saber la energía o trabajo requerido, que se ha calculado en el apartado anterior: 431.640 J. Pasamos de Jules a wh:

$$431640\ J = 431640\ Ws \cdot \frac{1h}{3600s} = 119{,}9\ Wh$$

Seguidamente calculamos la capacidad necesaria para la batería:

$$C = \frac{W}{V} = \frac{119{,}9}{12} = 10\ Ah$$

Así pues, para poder hacer un estudio económico más real y poder sacar un valor más aproximado del producto deberemos escoger una batería de 12 V y 10 Ah de capacidad mínima; se deberá tener en cuenta el inversor de corriente pero tiene un gasto mínimo de capacidad. También, que este inversor sea de 12 V del lado de corriente continua.

Es recomendable coger una batería de ion-litio ya que, como se ha comentado anteriormente, a pesar de ser más cara la relación de peso y tamaño comparada con una de plomo de la misma capacidad las de litio son más ligeras y pequeñas. Por eso mismo, las marcas de ascendedores que hemos visto usan las baterías de ion-litio en sus productos.

5.3. Simulación de tensiones y deformaciones

Mediante el *SolidWorks simulations*, se ha calculado y hecho un esquema de las tensiones sobre los cuerpos especialmente susceptibles para ver si su pre-diseño es viable a cara al diseño.

5.3.1. Gatillo

El material escogido para definir el cuerpo del gatillo es el acero ST-32. Se trata de un acero de medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta

templabilidad con buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Se suministra en platinas pre-enduradas y pre-maquinadas. Tiene una alta resistencia a la tracción y un límite elástico de 620 MPa. Aparte de ser relativamente fácil de mecanizar y soldar.

Por eso mismo, ya que es una parte importante del utensilio he decidido poner este material para no tener problemas de mecanizar la forma diseñada y aguante todos los esfuerzos ejercidos.

- Simulación de tensiones

Con el perfil ya diseñado del gatillo mediante SolidWorks, se ha calculado si todo el cuerpo del gatillo respondía bien a las tensiones causadas por el muelle de tracción y la del depósito una vez abierta la llave de paso; este procedimiento se llama las tensiones de Von Mises ya que te calcula la tensión equivalente en todo el cuerpo:

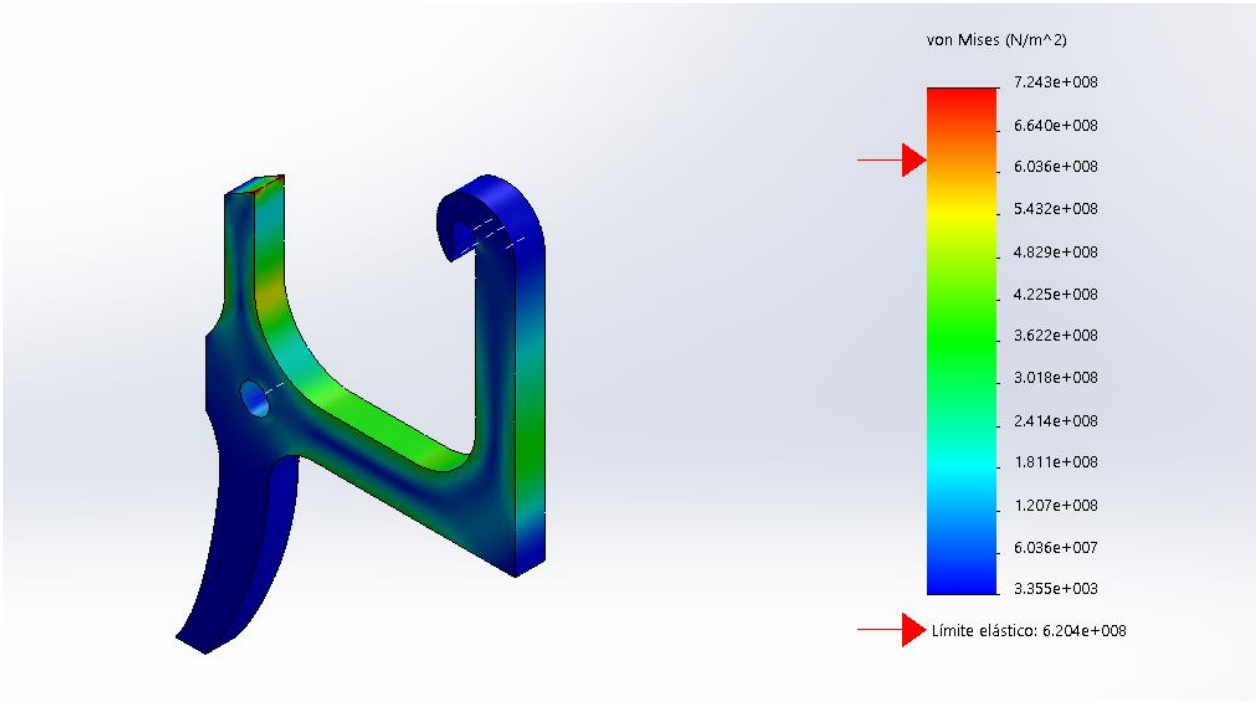


Ilustración 35.simulación de tensiones en el gatillo

Como podemos ver, el material sometido a estas cargas las aguanta perfectamente. Las únicas zonas críticas son las esquinas finales del brazo tope que tocan hasta el último momento con la válvula, aguantando grandes tensiones. Aun así, el resto del cuerpo no tiene ningún tipo de sobre tensiones ni zonas relativamente altas al límite elástico.

Hay que decir, que las zonas que más sufren son los "pies" de los brazos ya que tienen que aguantar los momentos generados por las fuerzas. De igual modo que el centro del brazo que va del centro de giro y el brazo del muelle de tracción.

También podemos observar que sobre el centro de giro casi no caen esfuerzos, justo como se ha comprobado en el cálculo de reacciones, una fuerza de reacción bastante más pequeña que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y contando que puede girar, por eso da unas bajas tensiones.

- Simulación de deformaciones unitarias

De igual manera que las tensiones, mediante el *SolidWorks simulations* se ha podido hacer una simulación de las deformaciones unitarias sobre el cuerpo del gatillo, es decir, el cambio de longitud de cada punto del gatillo al ejercer una fuerza externa sobre él.

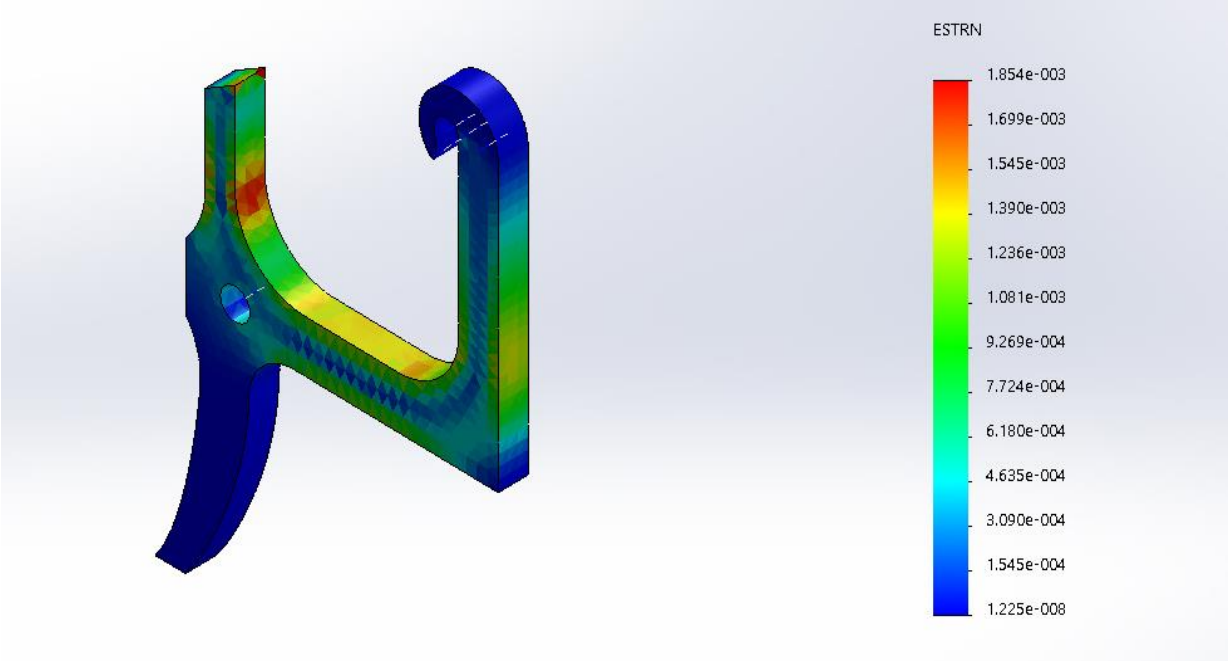


Ilustración 36simulación de deformaciones unitarias al gatillo

Tal y como se puede ver en la imagen superior, las deformaciones unitarias en el cuerpo del gatillo se dan justo donde se dan las mayores tensiones; esto es debido porque, como dicta la ley de Hook:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Donde:

- σ es la tensión.

- E es el módulo de Young o el límite elástico.

- ε es la deformación unitaria.

Por tanto, se deduce a través de la fórmula de Hook que la tensión es directamente proporcional a la deformación, así pues el gráfico de deformaciones unitarias aumentarán las deformaciones según se aumenta la tensión en esa unidad. Por eso mismo, justo en la base de los brazos que es

dónde se aplica el mayor momento es donde el cuerpo sufre más y se dan más deformaciones unitarias.

Como se puede ver, la base o "pie" del brazo tope es donde sufre más deformaciones, aun así no debe ser preocupante ya que las tensiones en esa zona están bastante por debajo del límite elástico.

La única desventaja para este tipo de mecanismo sería la fatiga, pero por ese motivo ya se ha escogido un buen material con buenas cualidades para poder aguantar la fatiga sin problemas.

5.3.2. Depósito

El material elegido para el depósito es el acero al carbono SA-134 A283C, debido a sus buenas características y está dentro de la lista del código ASME sección II subsección A, materiales ferrosos para depósitos a presión; es el código internacional para el diseño y la manufactura de depósitos a presión. El límite elástico para este acero es 350 MPa.

- Simulación de tensiones

Al igual modo que el gatillo, mediante *SolidWorks simulations* se ha calculado la simulación de esfuerzos sobre el depósito:

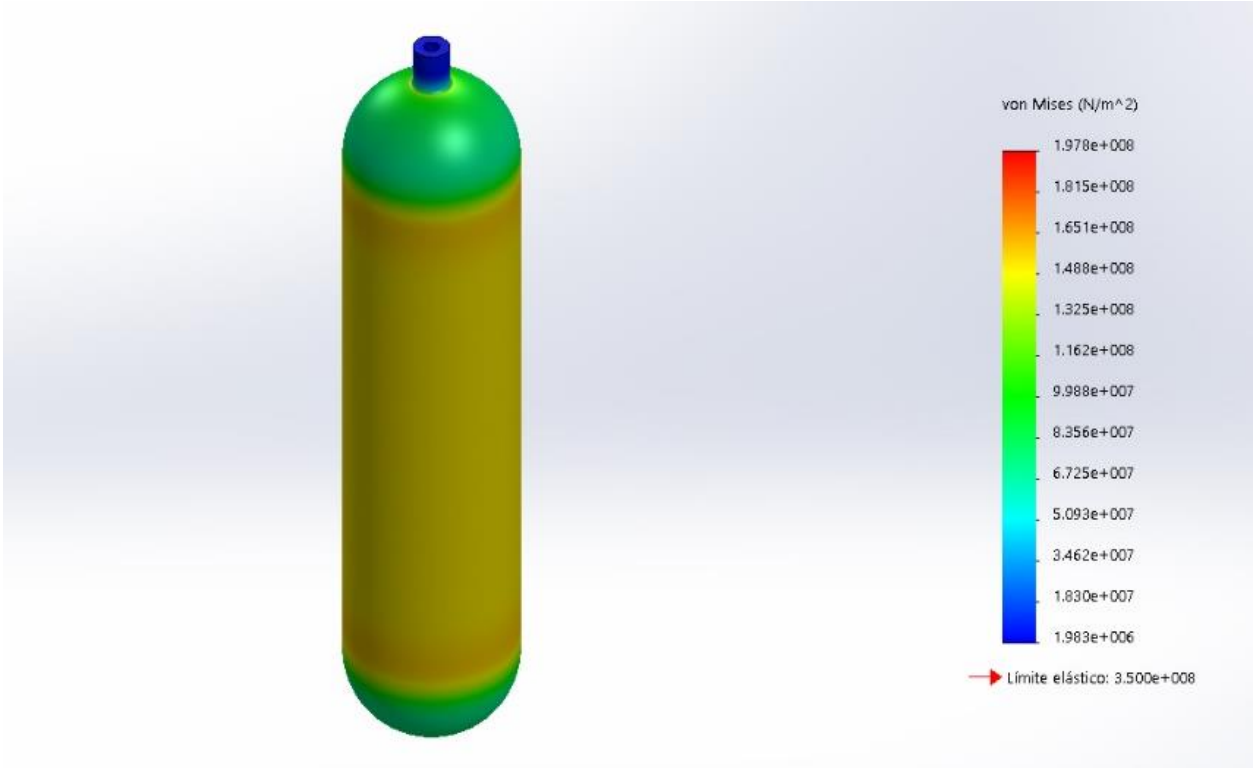


Ilustración 38. Simulación de las tensiones en el depósito

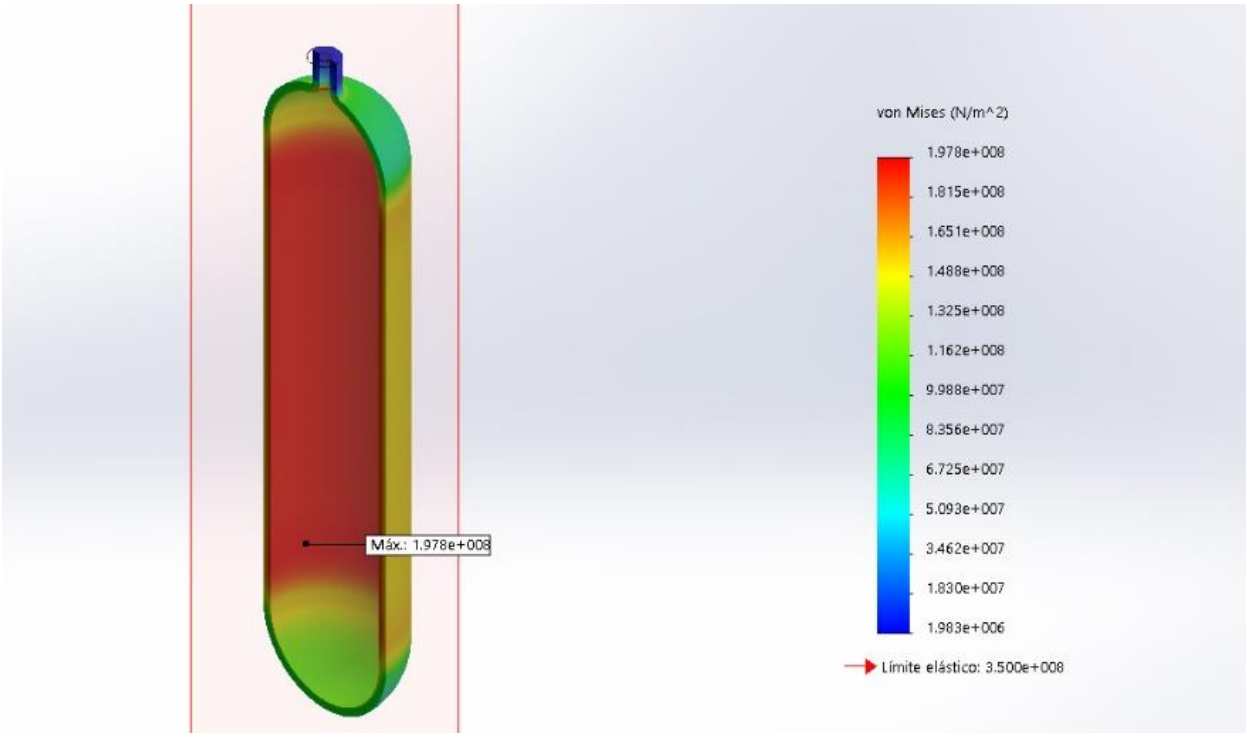


Ilustración 37. Sección del depósito simulado

La tensión máxima en la simulación es de 197MPa, algo superior la tensión equivalente teórica calculada en el apartado 5.2.3, con un valor de 162,5MPa. Esta diferencia es por el mallado del sólido en la simulación, con un mallado más pequeño, se acercaría más al valor teórico. Aun así, el cálculo teórico es bastante fiable.

Como se puede ver, cumpliendo el código de ASME el depósito aguanta las tensiones internas sin problemas. Obviamente, como la fuerza viene de dentro, la parte interior recibirá más tensiones que el exterior, tal y como se refleja la diferencia de color en las imágenes de la parte de dentro y de fuera. De igual manera, como hemos calculado en el apartado para saber el espesor necesario, la zona semiesférica tolera mejor las tensiones que la cilíndrica, que ya hemos visto que es gracias a su geometría.

También podemos observar que en la boca del depósito apenas actúan tensiones esto es debido a que la válvula refuerza esta zona aportándole mucha más rigidez.

- Simulación de las deformaciones unitarias

Simulación de las deformaciones unitarias al depósito:

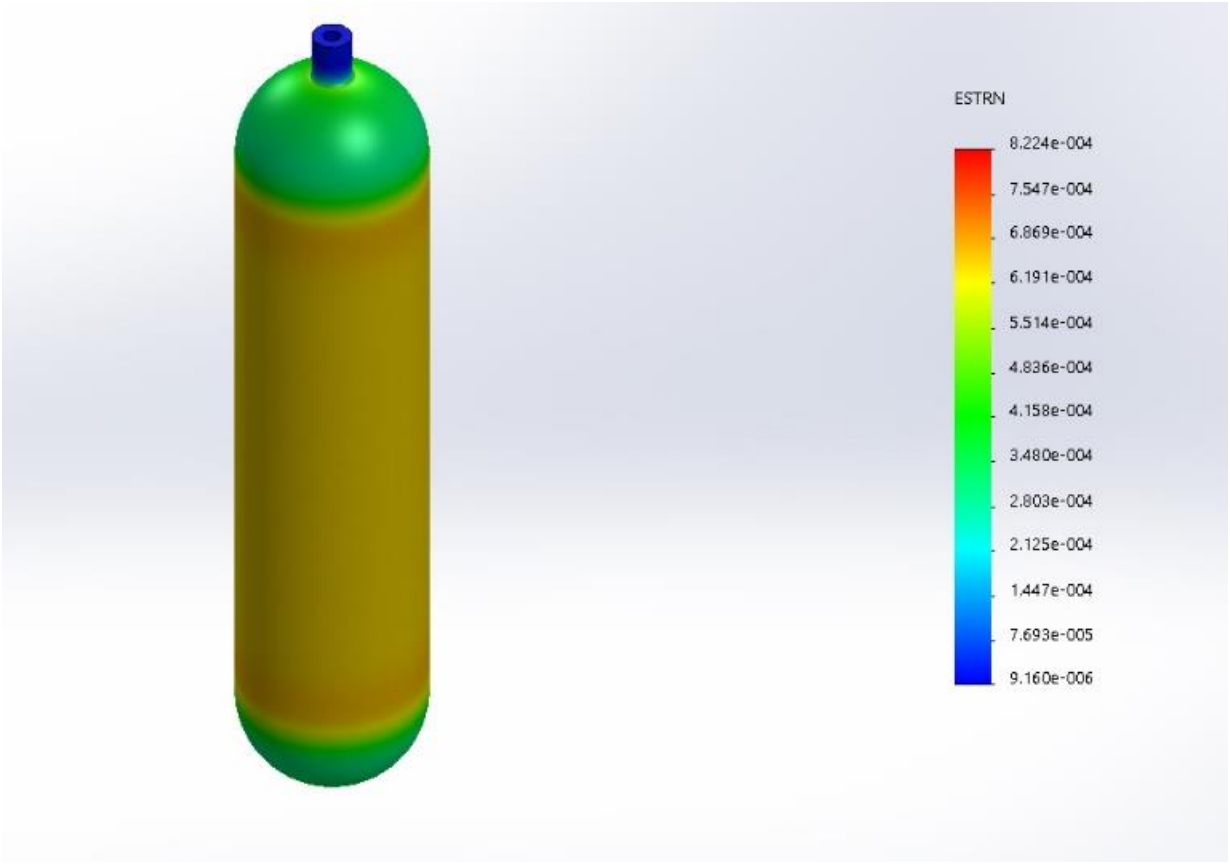


Ilustración 40.simulación deformaciones unitarias en el depósito

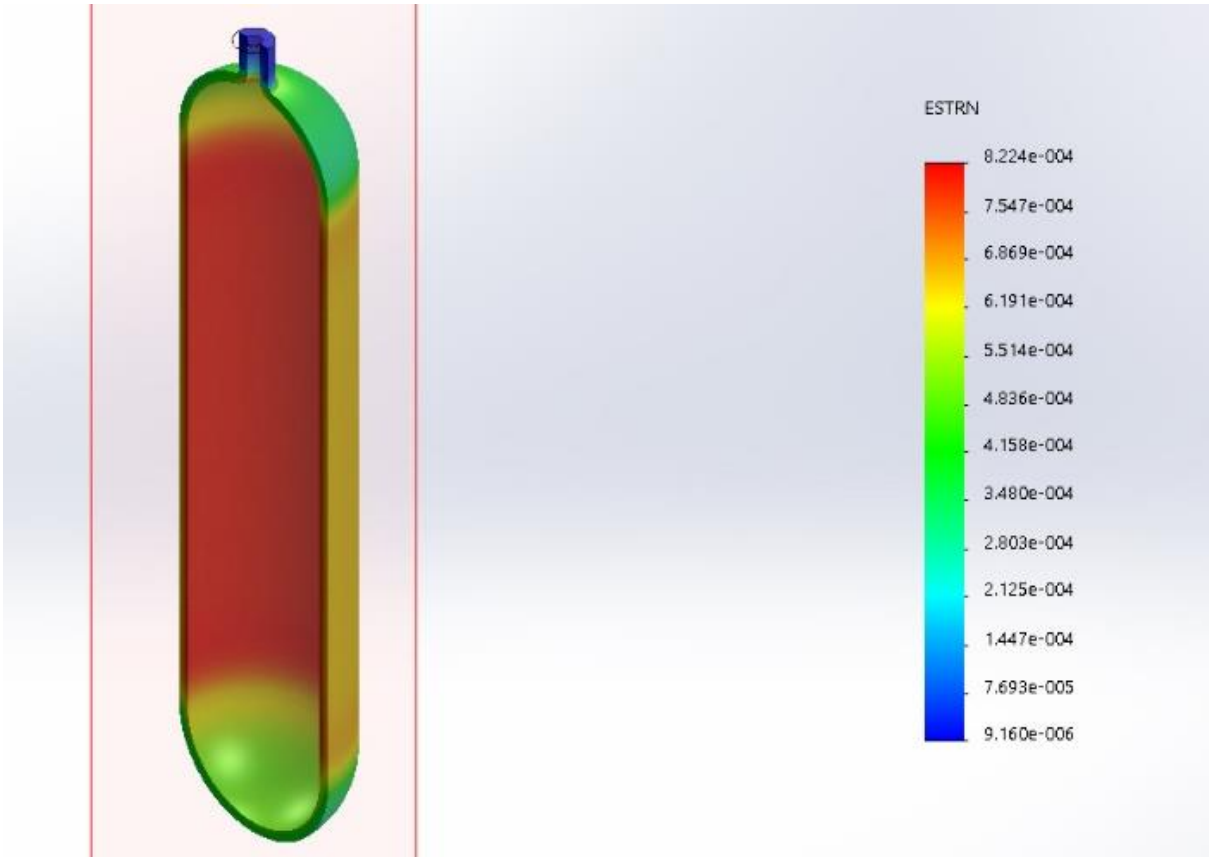


Ilustración 39. Simulación deformaciones unitarias de la sección del depósito

De igual manera y tal y como se ha explicado en la simulación de deformaciones del cuerpo del gatillo, las deformaciones unitarias son directamente proporcionales a las tensiones, por eso da un esquema muy parecido al de la simulación de tensiones anterior. De igual modo, la parte interior sufre más deformaciones que la par exterior del depósito.

5.4. Actualización del esquema del rifle gancho retráctil

Los croquis que se presentan seguidamente iban a ser el aspecto final del proyecto con la forma final del depósito y del gatillo, pero debido a unos problemas de diseño de la carcasa del rifle que dificultaban el montaje y desmontaje de este, como se especificará en el siguiente apartado, este croquis no será el modelo final, al menos la parte de la carcasa del rifle. De la misma manera, este modelo tampoco se tendrá en cuenta para el estudio económico.

5.4.1. 2º croquis del rifle gancho retráctil

El croquis consta de 4 planos de las distintas partes del utensilio:

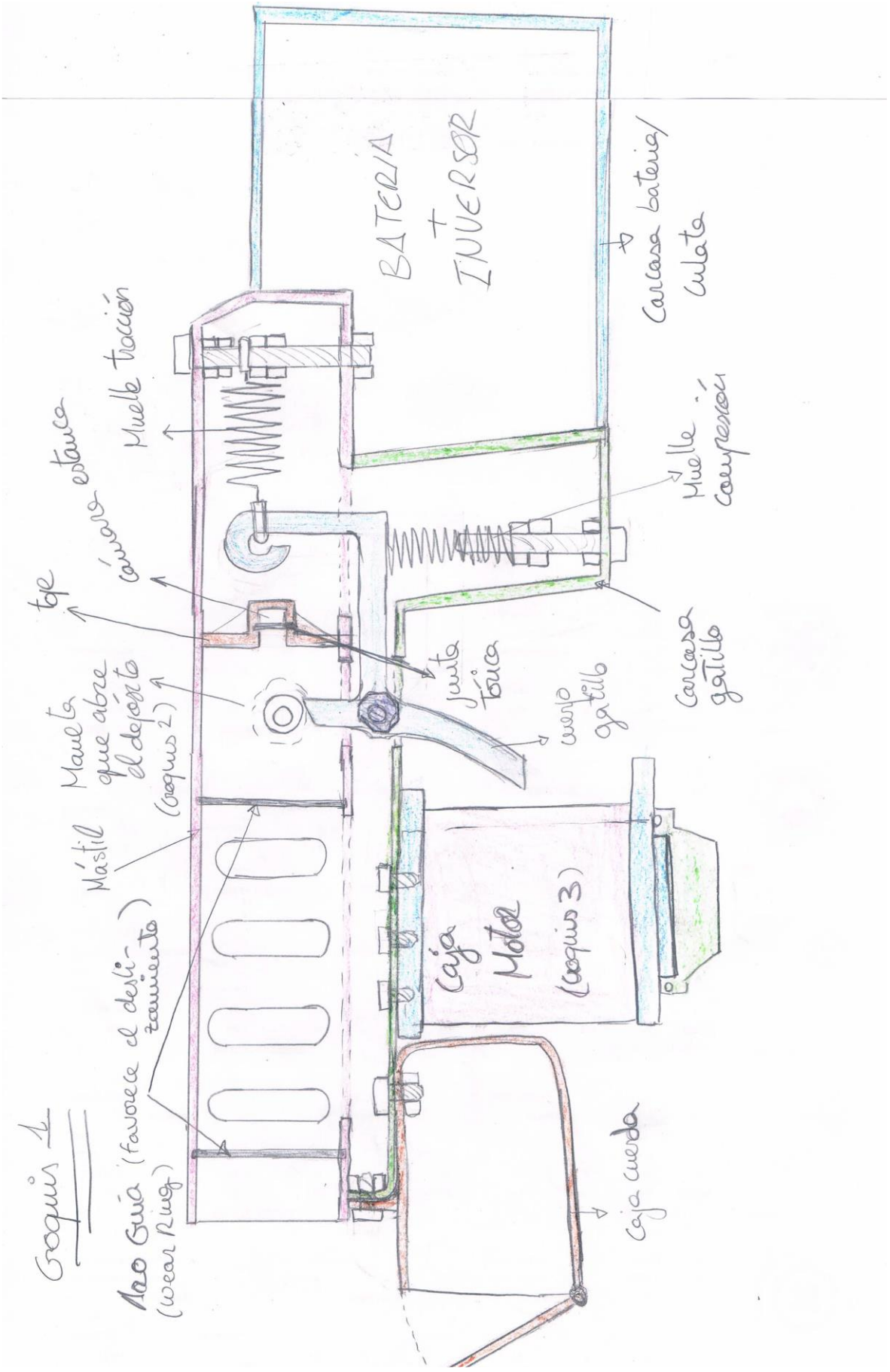


Ilustración 41. Plano 1

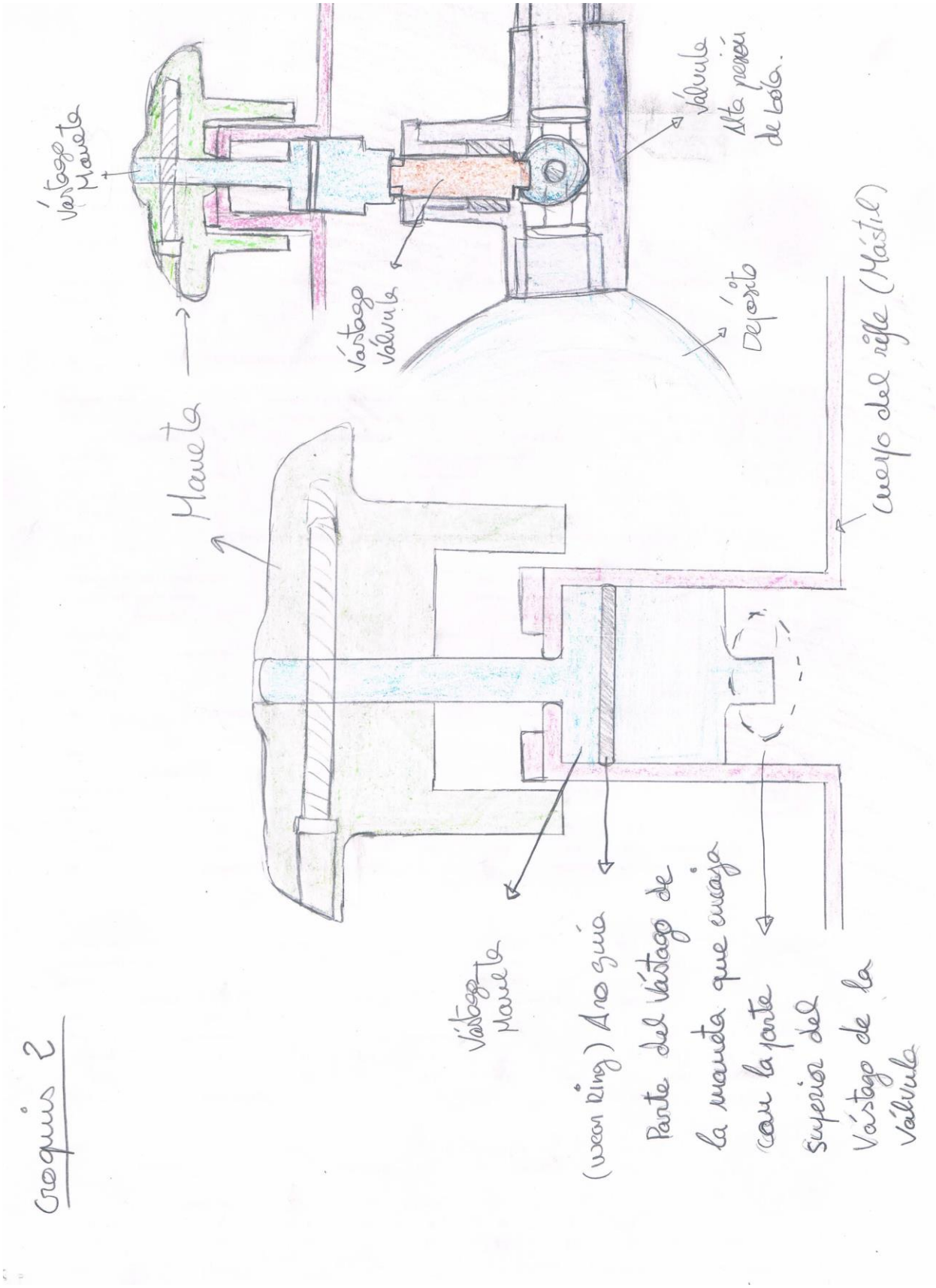


Ilustración 42. Plano 2

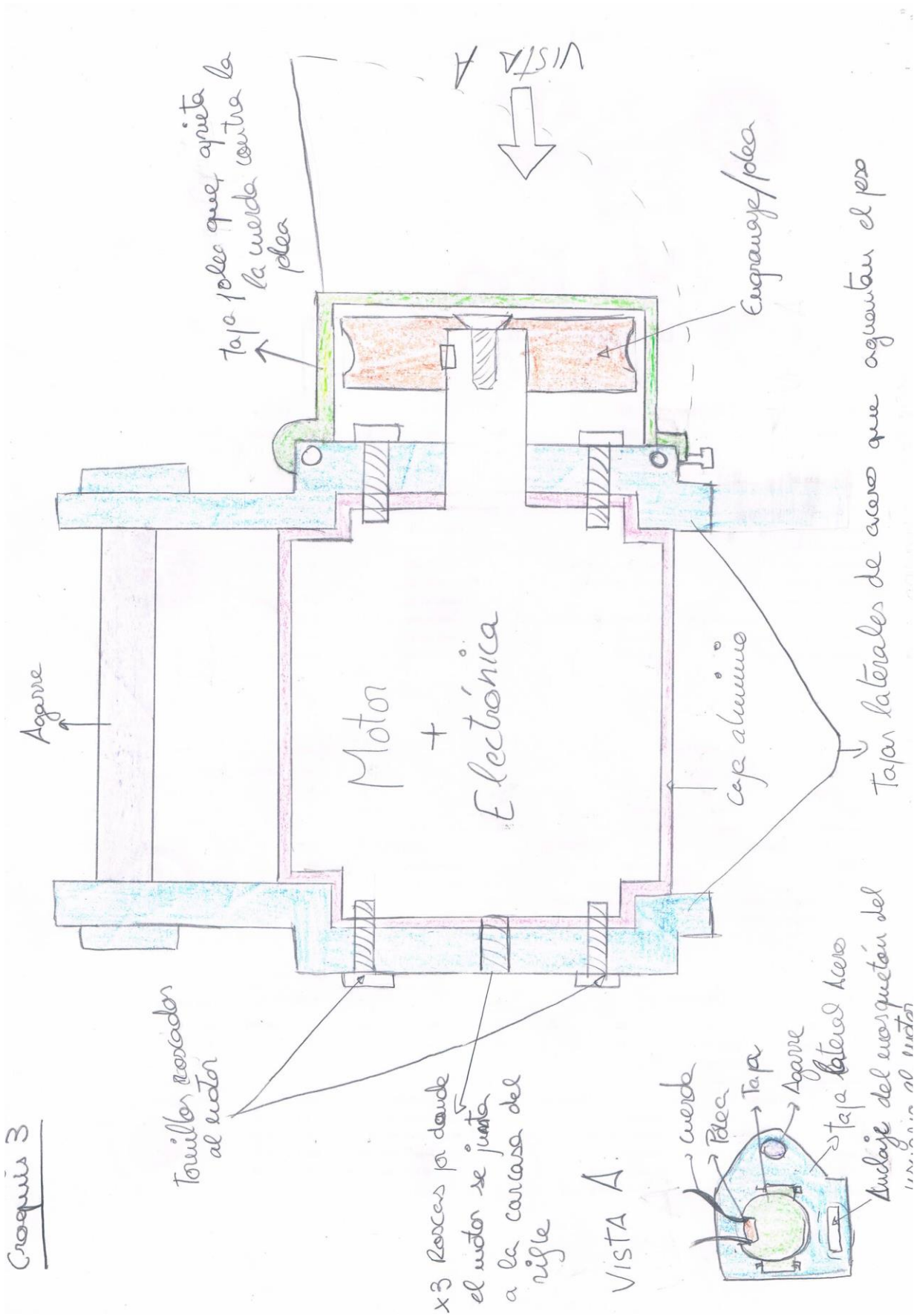


Ilustración 43.plano 3

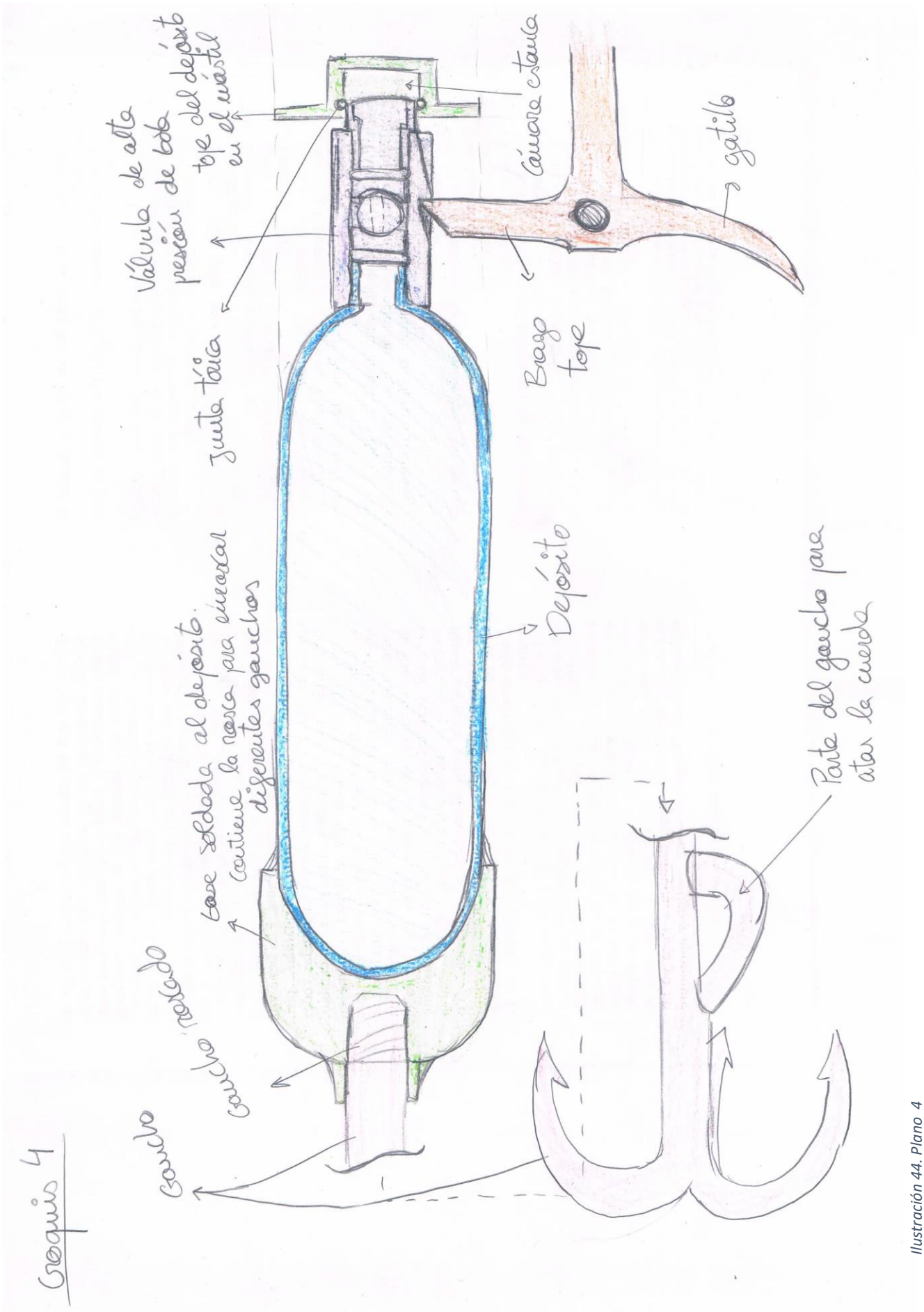


Ilustración 44. Plano 4

5.5. Partes fuera del pre-diseño

En este apartado se matizará brevemente como funcionarán las partes que no entran el pre-diseño, aparte de especificar de qué material estarán formados y su proceso de fabricación para más adelante poder sacar un estudio económico realista.

5.5.1. Carcasa del rifle

En un principio iba constar de 5 partes: una el màstil a partir de un tubo cortado. Dos partes más que serían las dos caras que formarían la carcasa del gatillo con el soporte para el motor y la caja la cuerda. Y las dos últimas partes que serían las dos caras que formarían la carcasa de la batería y culata del rifle. Todas estas partes iban a ir soldadas en el conjunto final pero vimos finalmente que para montar el mecanismo sería una tarea complicada. Y no solo eso, sino que también daría problemas al desmontarlo si se necesitaba cambiar o reparar alguna pieza interna.

Entonces llegamos a la conclusión que se haría en 4 partes sin soldar, sino colladas entre sí: dos partes que serán la cara de cada lado del màstil más la carcasa del gatillo. Y las otras dos serán las dos caras de la carcasa de la batería que irá encajada con el conjunto de las dos anteriores y después colladas entre ellas mediante tornillos. De esta manera, solo hay que desenroscar los tornillos para abrir el rifle y poder cambiar o reparar alguna pieza interna.

Todas las caras se harán mecanizando bloques de aluminio.

En el apartado 5.7 se presenta el croquis final del rifle gancho retráctil con la carcasa modificada.

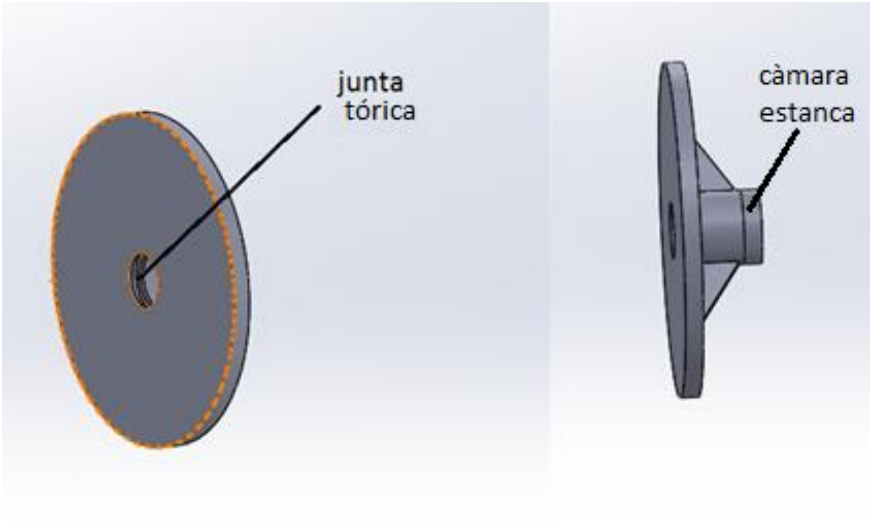
5.5.2. Tapa tope del depósito

Esta tapa se encuentra dentro del màstil y tiene dos funciones: una no dejar pasar más allá del cuerpo del gatillo al depósito y la segunda asegurar la estanqueidad de la boca de la válvula. Se ha de procurar esta estanqueidad debido a que cuando la maneta abra la válvula no deje ir el aire comprimido y por tanto no pierda presión antes de apretar el gatillo.

Esta tapa tope no necesitará soldarse a la carcasa, sino que en el mecanizado interior de la carcasa se le procurará una ranura y una vez colladas todas las partes de la carcasa esta tapa estará fija dentro.

Se hará mecanizando un bloque de acero y dentro tendrá una junta tórica para evitar que se escape el aire.

Tendrá el siguiente aspecto:



Tal como se ha mostrado en los croquis anteriores.

5.5.3. Conjunto del motor

El motor consta de diversas partes: la parte de electrónica, la carcasa y la polea.

- Parte electrónica

Esta parte del conjunto engloba al servomotor y la el sistema electrónico para modular su velocidad y sentido de rotación. Como ya se ha corroborado en el apartado de cálculos, a la hora de escoger motor tendrá que ser un servomotor con una potencia de 400 W. Para el sistema electrónico no sé bien qué partes se necesitarían, y no se engloban en los conocimientos de mecánica, así que esta parte electrónica solo es para el estudio económico el cual se le estipulará un precio.

- Carcasa

Consta de 4 partes: la caja de aluminio que resguarda la parte electrónica con una tapa para poder cerrarla y dos tapas laterales de acero que van roscadas al motor. Estas tapas son las que aguantarán el peso del usuario, por eso es necesario que sean de acero. A más, entre estas tapas de acero habrá una barra también de acero para que el usuario pueda agarrarse mientras asciende o desciende. En la cara de la carcasa de aluminio que da al agarre se encuentran los botones para indicar si se quiere ascender o ascender (todo esto programado en la parte electrónica del interior).

La carcasa de aluminio se hará mecanizando un bloque de aluminio, igual que su tapa de cierre. Las tapas laterales de acero igual, mecanizando un bloque de acero.

- Polea

Esta es una de las partes más importantes que hay que tener en cuenta a la hora de hacer el diseño ya que es la pieza que aguantará literalmente todo el peso. De igual modo que el modelo de *atlas diveces o actsafe*, se dispondrá de una polea dentada / engranaje y de una tapa que apriete la cuerda contra esta polea dentada.

Esta polea está fijada al eje del motor que sale por la tapa lateral de acero que tiene mecanizado el agujero de anclaje del usuario. De esta manera, el peso del usuario cae de una manera más lineal sobre la polea.

En la imagen inferior se puede ver el modelo *ACC power ascender* del fabricante *Actsafe*, donde vemos que tiene el anclaje y la polea en el mismo lado. También podemos diferenciar que este fabricante no utiliza una tapa sino una lámina de acero para comprimir la cuerda contra la polea dentada; es otra manera de hacerlo:

Ilustración 45. ACC power Ascender de Actsafe

Para el diseño de esta polea será interesante mirar las leyes recopiladas sobre el *rope grab* en la página web lineadeprevencion.com que es en el mecanismo

en el que se basa esta polea. Aun así, al ser un concepto muy complicado de calcular físicamente, estos tipos de mecanismos se acaban resolviendo de forma experimental, por ello esta página web hace hincapié de manera importante en las pruebas con pesos, duración, elongación de la cuerda, resistencia de la leva o polea, etc. Porque, si no demuestras y presentas estas pruebas, no te pueden dar el certificado de funcionamiento normativo.

La tapa como la polea se harán a partir de un bloque de acero mecanizado.

5.5.4. Válvula del depósito

Para aguantar la presión a la que trabaja nuestro depósito se necesita una válvula de alta presión. Hay distintos tipos de válvula, pero el modelo más recomendable es la válvula de bola ya que no son de gran tamaño. Lo único que hay que tener en cuenta a la hora de escoger válvula es que la bola tenga el diámetro de 5 mm, que es el calculado anteriormente como el orificio de salida del aire comprimido del depósito. También hay que tener en cuenta que el cuello del depósito y la boca de la válvula tengan el mismo métrico . Para ver como implantarla en nuestro utensilio, he escogido una válvula del fabricante *Hoke*.

Esquema de la válvula:

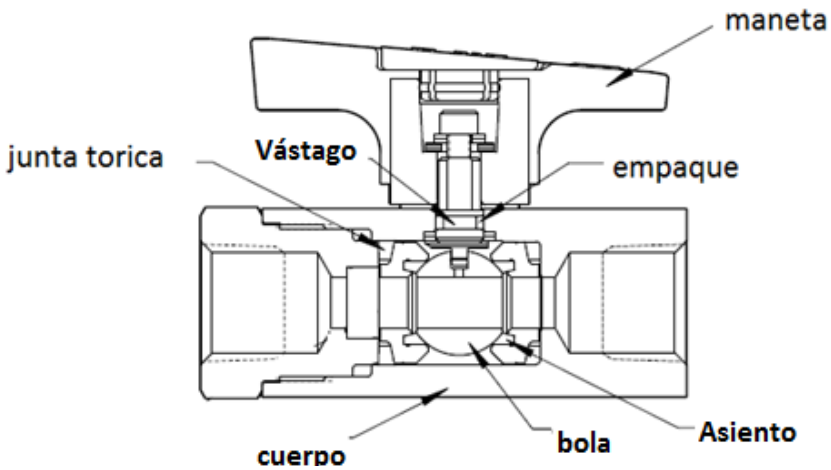


Ilustración 46. Esquema válvula de bola de Hoke

Viendo el esquema general de las válvulas de bola de *Hoke*, habría que hacerle solo dos pequeñas modificaciones a la válvula. La primera es quitar la maneta plástica y dejar la cabeza del vástago de la válvula al descubierto. Esto es para que después el vástago de la maneta del rifle pueda encajar con este y actuar como un mismo vástago y poder girar la bola (abrir la válvula) desde la maneta del rifle:

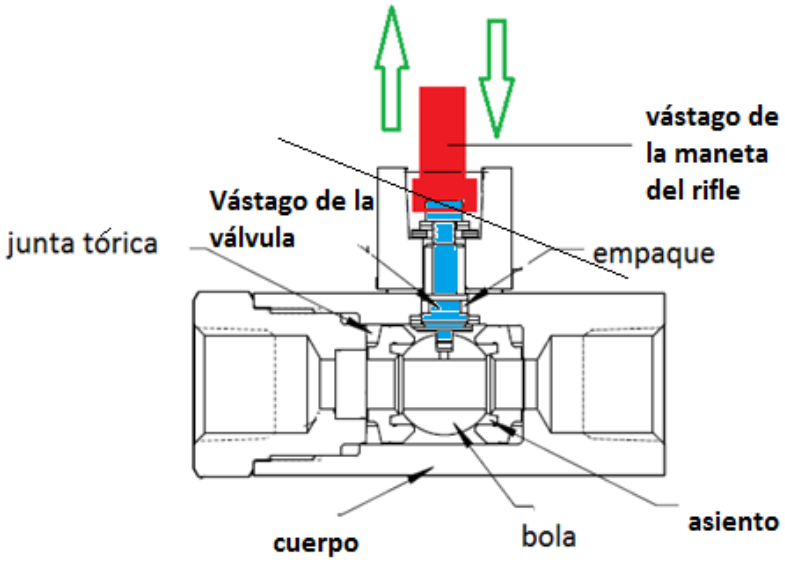


Ilustración 47. Válvula Hoke sin maneta

La otra modificación seria rebajar la distancia justa en el cuerpo de la válvula para hacer el camino del brazo tope del gatillo y haga tope con la válvula cuando se encaje con el perfil mecanizado:

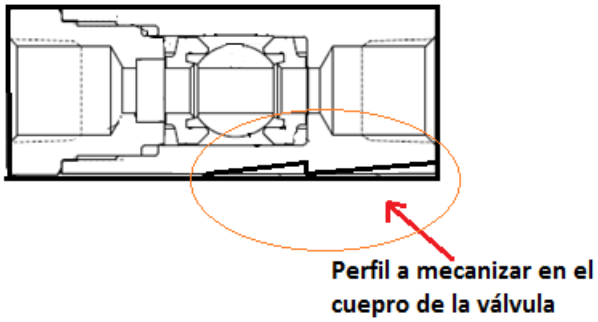


Ilustración 48. Esquema del perfil tope sobre la válvula

El cuello de la válvula donde se encuentra el vástago está en la cara posterior del plano del esquema, por eso no está dibujado.

5.5.5. Maneta del rifle

Esta es la parte del rifle que abre la válvula desde fuera para dejar salir el aire. Como hemos visto en el croquis del apartado 5.4, la maneta tiene un vástago collado donde este después puede encajarse con la parte superior del vástago de la válvula (explicado en el anterior punto).

La válvula estará abierta o cerrada dependiendo de la posición del agujero de la bola:

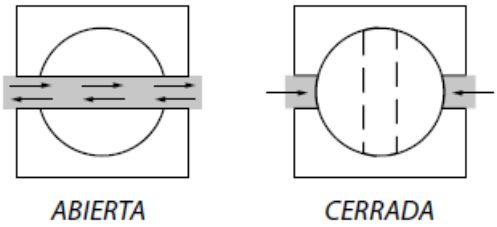


Ilustración 49. Posiciones de la bola de la válvula

Como vemos, se basa en un giro de 90º de la maneta para abrir la válvula. Entonces, para asegurarnos que cuando se gire la maneta este 100% abierto (y el usuario no gire más de la cuenta, así cerrándola otra vez), la maneta dispondrá de unas pestañas inferiores que, limitadas por unos topes situados en la parte superior de la cámara del vástago (que se encuentra en el mástil, cuerpo del rifle) solo podrán girar 90º, así asegurando que la válvula quedará completamente abierta. En el esquema siguiente se entiende mejor este concepto:

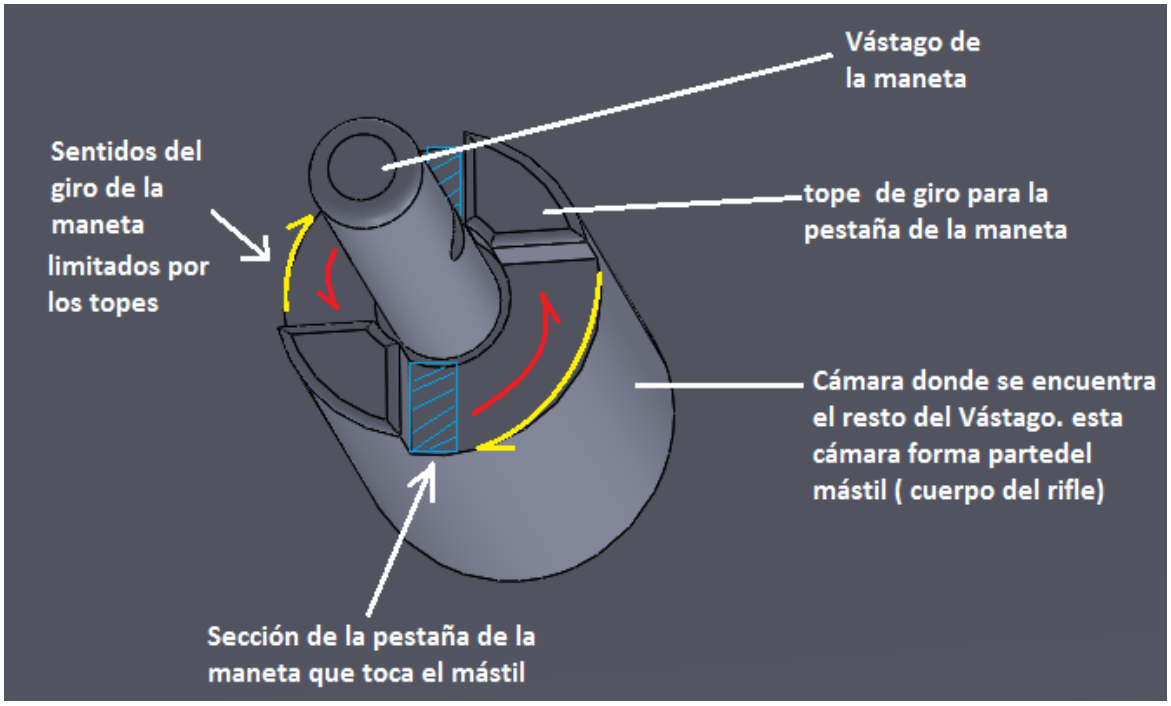


Ilustración 50. Esquema de giro de la maneta

Entonces, este mecanismo funcionaria de la siguiente manera: la maneta se encuentra en una posición inicial lo máximo separada del mástil, lo que el vástago le permite.. Entonces, se aprieta esta maneta, avanzando el vástago de esta contra el de la válvula hasta encajarlos (la punta del vástago de la maneta del rifle ha de tener una forma mecaniza que encaje con la cabeza del vástago de la válvula). Después, se gira la maneta 90 grados, es decir lo máximo que le permite el tope del màstil.

El vástago se hará mecanizando un tubo macizo acero. Se pondrá un aro guía para facilitar su deslizamiento. La maneta se puede comprar, lo único que habrá que mecanizar la base de la maneta para hacer estas pestañas para limitar el giro.

5.5.6. Cuerda

El tipo de cuerda que necesitará nuestro utensilio será de tipo semiestática ya que puede aguantar grandes esfuerzos de manera continua y ofrece mucha resistencia. El único inconveniente es que no puede aguantar la tensión creada por una caída por su poca elasticidad, pero, para nuestro caso, no se necesita esta cualidad debido a que estará siempre cogida al motor. Del mismo modo, no se coge una cuerda de tipo dinámica debido su gran elasticidad; ofrecen una gran resistencia al tensión generada por las caídas, excelentes para escaladores, pero debido a su alta elasticidad no puede crear la fijación deseada en la polea, además de que no pueden aguantar un gran peso de manera repetida .

Entonces, se recomendaría una cuerda semiestática hecha de spectra; es un material más resistente que el acero, derivado de un polietileno. La gran característica por el que se recomienda una cuerda de este material es debido a su ligereza y que su diámetro es mucho más inferior que el de cualquier otra cuerda semiestática (5mm en vez de 10mm de diámetro), haciendo que sea más fácil de transportar y así requiriendo una carcasa más pequeña para el útil. Es más cara, pero con todos los beneficios que conlleva es más que recomendable utilizar este tipo de cuerda.

La longitud requerida sería unos 200 metros.

5.5.7. Gancho y base al depósito

Como se ha visto en el croquis del apartado 5.4, el gancho esta enroscado a una base que a su vez esta soldada al depósito. La base esta mecanizada interiormente con el perfil semiesférico del depósito, para no influir en su volumen ni estructura. Además, en la parte superior de esta contiene la rosca donde va roscado el gancho.

El gancho es recomendable que sea de titanio, debido a su buena resistencia y ligereza. Se hará a través de tubos de titanio doblados donde dos de los brazos van soldados a uno central.

La base del gancho que lo une al depósito ha de ser de acero, así que se hará mecanizando un bloque de acero.

5.6. Croquis final del rifle gancho retráctil

En este apartado se muestra el croquis definitivo del pre-diseño del rifle gancho retráctil. El 3D que se muestra posteriormente se basa en este croquis final del rifle gancho retráctil.

Croquis:

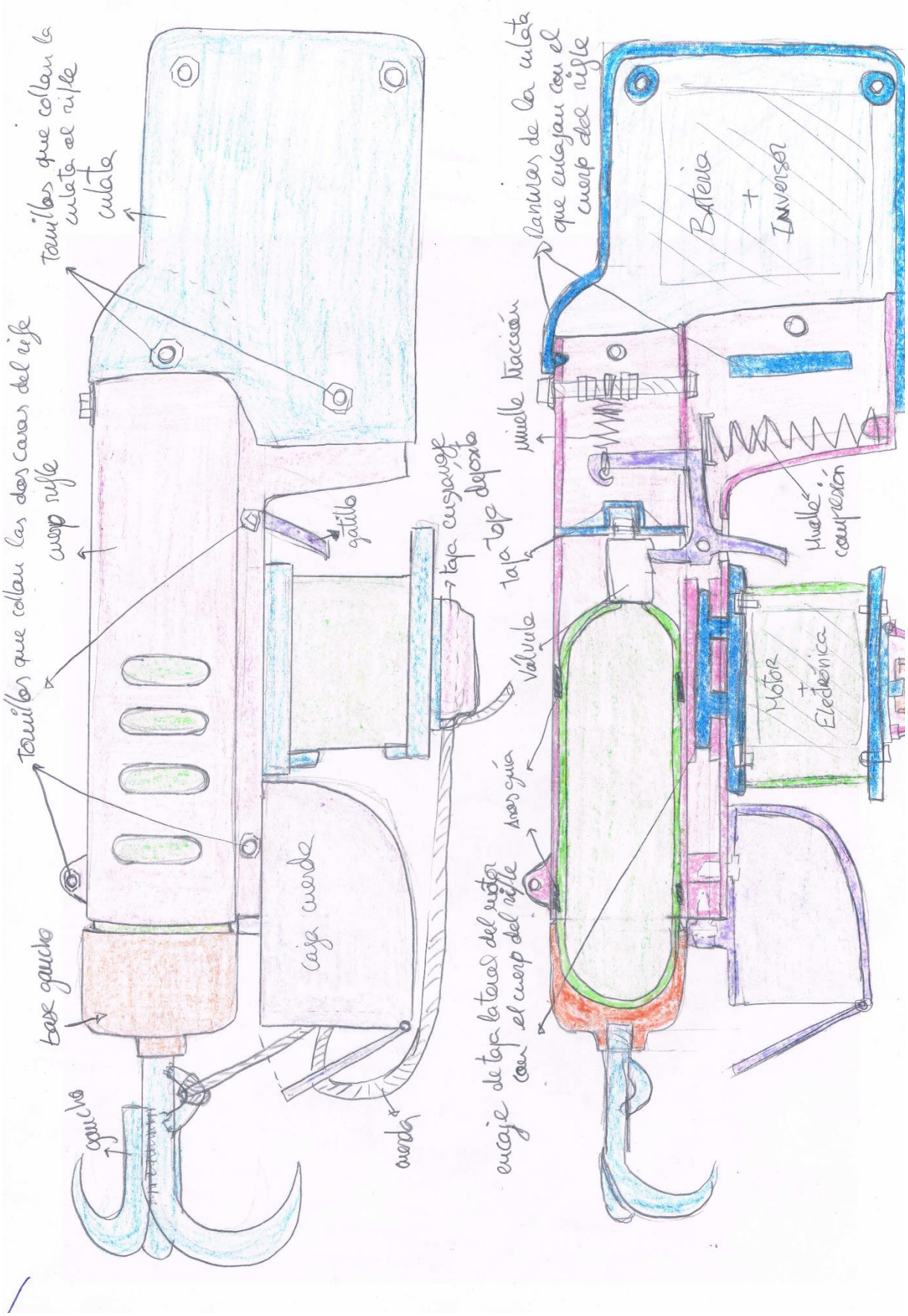


Ilustración 51. Croquis final del rifle gancho retráctil

6. Justificación de la elección adaptada

En este apartado se explicarán las otras opciones que se barajaron para hacer las partes dentro del pre-diseño, es decir, el sistema de disparo, que incluye el mecanismo de eyección del gancho y el mecanismo para accionarlo.

6.1. Mecanismo de eyección del gancho

El mecanismo elegido es igual que el modelo 2 de rifle gancho mostrado en el estudio de mercado. Este modelo se basa en el impulso mediante la idea de un cohete a reacción, es decir, abrir un depósito a presión y dejarlo salir disparado con el gancho fijado en el extremo contrario, donde su trayectoria es definida por el cañón, como ya se ha comentado anteriormente. Pero, antes de escoger este mecanismo, se barajaron dos opciones más para la eyección del gancho: mediante una válvula neumática interna, igual que el modelo 1 del estudio de mercado, y mediante un depósito fijo de aire comprimido.

- Mediante válvula neumática interna

Este mecanismo es el que utiliza el modelo 1 de rifle gancho de aire comprimido, mencionado en el estudio de mercado. Como se ha explicado anteriormente, este mecanismo consiste en liberar el aire comprimido (previamente cargado con un tanque de aire) a una cámara de potencia que contiene un embolo y un resorte, donde este aire al expandirse comprime al embolo y a su vez el resorte. Al accionar el gatillo, se abre el conducto de la cámara de potencia al cañón dejando pasar el aire. Entonces, el muelle o resorte se libera y mueve a gran velocidad el embolo y este a su vez empuja al aire que pasa directo al cañón, donde en este reposa el mástil del gancho (que es la parte del gancho que se encuentra dentro del mecanismo). Todos estos pasos se encuentran dentro de

la válvula, que en verdad actúa como un pistón neumático. Entonces, bajo la fuerza del aire comprimido por el pistón, el mástil se ve obligado a atravesar el cañón a alta velocidad. Esquema de las partes del pistón:

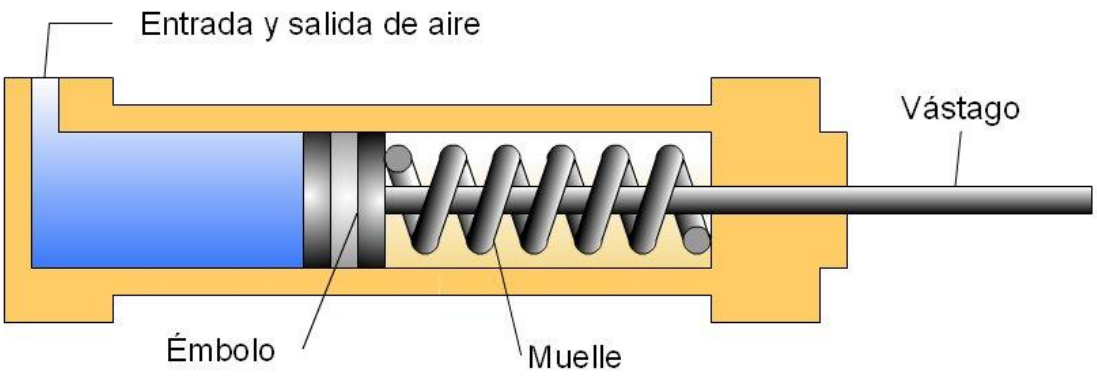


Ilustración 52. Esquema del pistón

Donde dice entrada y salida, se trata de una vía de doble sentido que se bifurca en dos vías: una la de entrada y otra la de salida del aire. En un principio ambas vías están cerradas, cuando se carga el aire se abre la vía de entrada mientras la de salida está cerrada. Cuando está cargado, se cierran ambas vías. Después, cuando se acciona el gatillo se abre la vía de salida al cañón mientras la vía de entrada está cerrada.

El gran problema de este mecanismo es que, al necesitar una gran fuerza de impulsión, requiere más aire comprimido a más presión, requiriendo una válvula bastante grande y un muelle con muchísima fuerza y muy grande, aparte de diseñar una válvula para altas presiones, pecando de ser un mecanismo más complejo y por tanto necesitando diseñar más piezas con altas prestaciones, encareciendo el producto.

- Mediante depósito fijo en el rifle

Este mecanismo es muy similar al escogido para el proyecto, pero con la diferencia que el depósito estaría fijo en el rifle. El mecanismo funcionaria de la

siguiente manera: primero se abriría el depósito, cargando el rifle. El aire comprimido aguardaría en una vía cerrada que da al cañón, donde se encuentra el mástil del gancho. Cuando se acciona el gatillo, abre esta vía, dejando pasar el aire a gran presión y este a su vez empuja al mástil del gancho obligándolo a salir a gran velocidad.

A pesar de parecer un mecanismo sencillo, se debe diseñar unas vías especiales para que otorguen una fricción mínima y favorecer la fluidez del aire a través de ella, además de que a la hora de diseñar hay que tener en cuenta que esta vía a de aguantar altas presiones. También requeriría un depósito mayor ya que necesitaría más aire comprimido para poder disparar el gancho con la fuerza desea, debido que por mucho que se intente obtener una fricción mínima siempre hay pérdidas. Además, es un mecanismo con más piezas las cuales no son baratas, lo que harían encarecer más el producto final.

6.1.1. Justificación del modelo escogido

Como hemos visto, las otras dos opciones aparte de ser más complejas son más caras. Por eso mismo, decidimos escoger el mecanismo de eyección mediante un depósito de aire comprimido. Porque, a pesar de ser realmente sencillo, es muy eficaz. Además de ser más barato como se ve en el estudio de mercado, en el apartado 3.5.4 comparación de precios y prestaciones, donde el modelo *ALM launcher* (modelo 1) es más barato que el modelo *TAIL* (modelo 2).

6.2. Mecanismo de accionamiento

El mecanismo elegido a pesar de ser muy simple, ha dado varios problemas para poder hacerlo accionar correctamente, sobre todo para cuando se quería cargar el depósito dentro del cañón. Entonces, en este apartado se explicará los

modelos anteriores propuestos donde, después de varios cambios, llegó al mecanismo explicado anteriormente con el diseño final del cuerpo del gatillo.

- 1º modelo del cuerpo del gatillo

Primero veamos el esquema de este modelo:

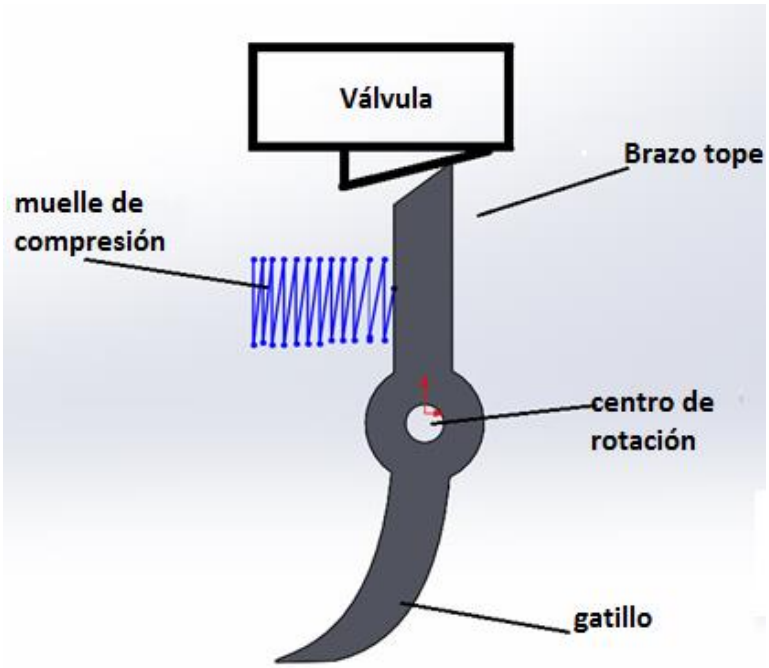


Ilustración 53. Esquema modelo 1 del cuerpo del gatillo

En un principio se buscaba un modelo que no estorbara mucho a la hora de accionar el gatillo, pero como resultado dio un sistema muy difícil de accionar.

El funcionamiento teórico es que el muelle de compresión ejerce una fuerza en el brazo tope para que no se escape la válvula. Entonces, se acciona el gatillo comprimiendo el muelle y así deja salir el depósito. Pero este sistema tiene varios inconvenientes: el primero es que se necesita un muelle extraordinariamente grande ya que al estar por debajo de la fuerza que ejerce el depósito abierto, el muelle ejerce menos momento sobre el centro y por lo tanto necesita dar como respuesta una fuerza mayor a ésta, agregando el inconveniente que para accionar el gatillo se necesite una gran fuerza. Además, a la hora de cargar el

depósito se tiene que hacer un recorrido demasiado largo debido a que en el muelle de compresión no deja devolver el brazo; se tenía que hacer un recorrido más largo, lo suficiente para que el muelle no actuase y así el brazo pasara la pestaña del seguro de la válvula. Pero, aun así, al no ejercer fuerza contraria al brazo, es más que probable que el brazo tope no pasaría la pestaña. Aparte, también se tendría que hacer un soporte entre el cañón y el gatillo por el muelle, complicando el diseño del cuerpo del rifle.

- 2º modelo del cuerpo del gatillo

Entonces, se pensó este segundo modelo intentando solventar los errores del primero, con el siguiente esquema:

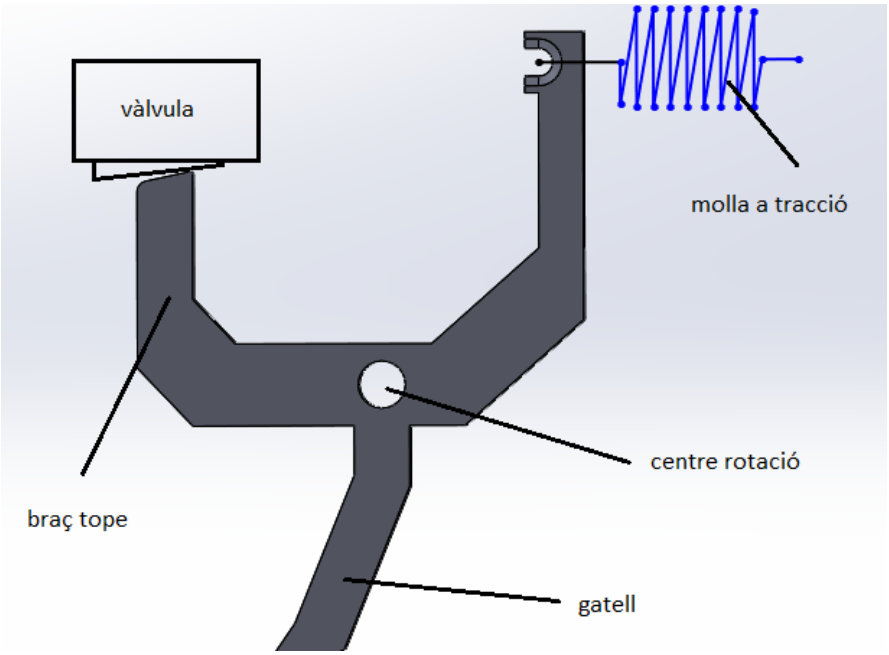


Ilustración 54. 2º modelo del cuerpo del gatillo

Para mejorar el 1º modelo, se decidió poner dos brazos y cambiar el tipo de muelle. Este modelo se basa en poner un muelle a tracción en el otro brazo haciendo fuerza opuesta a la del depósito, con el muelle de tracción más alto

que la fuerza que ejerce el depósito abierto para que pueda ejercer mayor momento sobre el centro. De esta manera, se necesitaba un muelle con menos fuerza ya la vez requería hacer menos fuerza sobre el gatillo para accionar el mecanismo. Pero, como el modelo anterior, éste también proponía varios problemas. El primer problema es que el depósito con la válvula no pasaba más allá del brazo tope, ya que, el cañón tiene un diámetro justo para que pase el depósito, permitiéndole solo ir en una dirección (carga y expulsión), es decir, cuando la válvula alcanza el brazo y lo empuja para que pase la pestaña para asegurar el mecanismo esta punta del brazo tope lo que hace no es ir hacia abajo, sino hacia arriba (debido a su geometría y su punto de rotación), haciendo que la válvula vaya hacia arriba, y como ésta no puede, provocaría un atranque en el mecanismo. El otro problema, en el caso improbable de que el brazo tope cargara y dejara pasar la válvula, el brazo no retornaría, es decir, el brazo tope no aseguraba el mecanismo porque no volvería a la posición de carga ya que tiene un muelle de tracción tensado por el otro lado ejerciendo fuerza en el mismo sentido de carga. Por eso mismo es prácticamente imposible que pasara la pestaña de la válvula y asegurara el sistema; el mismo problema del 1º modelo.

6.2.1. Justificación del modelo escogido

Por eso mismo, para solucionar los problemas expuestos, al 2º modelo se le cambia en el centro de rotación para que el brazo tope baje en vez de que suba y se le añade un muelle de compresión para que retorne el brazo tope, es decir, salte la pestaña de la válvula y asegure el mecanismo. Aplicando estos cambios dan el modelo final del cuerpo del gatillo, explicado anteriormente en el apartado 5.2.4.

7. Estudio económico

El estudio económico se divide en 3 partes: las piezas que se tienen que fabricar, las piezas para comprar y coste humano. Al final se sumarán las partes del estudio para saber el coste final. Después se dedica un pequeño apartado para calcular el peso del rifle ya que solo se podía saber una vez hecho el estudio económico y viendo todas sus partes.

Todas las piezas del estudio económico están referenciadas en el plano nº4 del conjunto del rifle gancho retráctil, que está en el apartado 8.3.

7.1. Coste piezas para fabricar

El coste de las piezas a fabricar lo he dividido en dos tablas, una para el gancho y el depósito que son las que requieren más procesos para fabricarlas y el resto de piezas que solo requieren mecanizado.

Cálculo del coste de las piezas a fabricar:

			Material			Cortado			Doblado			Soldado			Mecanizado			Verificar soldadura			Coste total (€)
Nº	Pieza	Material	Precio (€/kg)	Peso (kg)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	
1	Depósito	Acero St-32	3,5	1,7	5,95	35	2	70	40	2	80	40	2	80	30	1	30	40	2	80	345,95
2	Gancho	Titanio 6Al-4V	35	0,65	22,75	35	1	35	30	2	60	60	2	120	30	1	30	40	1	40	307,75

Tabla 4. Estudio económico gancho y depósito

			Material			Mecanizado			Coste total (€)
Nº	Pieza	Material	Precio (€/kg)	Peso (kg)	Coste (€)	Precio (€/h)	Tiempo (h)	Coste (€)	
3	Cara 1 cuerpo rifle	Aluminio 6061-T6	12	9,1	109,2	30	4	120	229,2
4	Cara 2 cuerpo rifle	Aluminio 6061-T6	12	4,5	54	20	4	80	134
5	Culata 1	Aluminio 6061-T6	12	6	72	30	3	90	162
6	Culata 2	Aluminio 6061-T6	12	6	72	15	3	45	117
7	Tapón muelle	Aluminio 6061-T6	12	0,005	0,06	30	1	30	30,06
8	Tapa tope	Acero ST-32	3,5	0,16	0,56	40	1	40	40,56
9	Cuerpo gatillo	Acero ST-32	3,5	0,29	1,015	50	1	50	51,015
10	Caja cuerda	Aluminio 6061-T6	12	7,4	88,8	30	2	60	148,8
11	Tapa caja cuerda	Aluminio 6061-T6	12	0,21	2,52	30	1	30	32,52
12	Caja motor	Aluminio 6061-T6	12	5,1	61,2	40	2	80	141,2
13	Tapa lateral 1 motor	Acero ST-32	3,5	2,5	8,75	40	2	80	88,75
14	Tapa lateral 2 motor	Acero ST-32	3,5	3,8	13,3	45	2	90	103,3
15	Tapa polea	Acero ST-32	3,5	2,9	10,15	45	2	90	100,15
16	Polea dentada	Acero ST-32	3,5	0,5	1,75	45	4	180	181,75
17	Base gancho	Acero ST-32	3,5	3	10,5	40	2	80	90,5
18	Agarre motor	Acero ST-32	3,5	0,6	2,1	40	1	40	42,1
19	Vástago maneta	Acero ST-32	3,5	0,05	0,175	40	1	40	40,175

Tabla 3. Estudio económico del resto de las piezas a fabricar

En la tabla 3 (página anterior) el precio de soldar del depósito ya se incluye el tiempo de soldadura del depósito con la base del gancho.

En la tabla 4 (página anterior) el peso del material es el peso del bloque de material a mecanizar en cada pieza, no el peso final de la pieza.

Coste total de las piezas para fabricar:

nº	Pieza	Coste(€)
1	Depósito	345,95
2	Gancho	307,75
3	Cara 1 cuerpo rifle	229,20
4	Cara 2 cuerpo rifle	134
5	Culata 1	162
6	Culata 2	117
7	Tapón muelle	30,06
8	Tapa tope	40,56
9	Cuerpo gatillo	51,015
10	Caja cuerda	148,80
11	Tapa caja cuerda	32,52
12	Caja motor	141,2
13	Tapa lateral 1 motor	88,75
14	Tapa lateral 2 motor	103,30
15	Tapa polea	100,15
16	Polea dentada	181,75
17	Base gancho	90,50
18	Agarre motor	42,10
19	Vástago maneta	40,175
	Coste total (€):	**2386,78**

Tabla 5. Coste total de las piezas a fabricar

7.2. Coste piezas para comprar

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del coste de las piezas para comprar. He añadido una columna de mecanizado porque hay dos piezas, la válvula y la maneta que necesitarían un pequeño rectificado para adaptarlas al rifle, como se ha comentado anteriormente. El tiempo de mecanizado para las dos piezas es de 1 hora cada una a un precio de 30€/h, por eso en la tabla se pone directo los 30€:

Nº	Pieza	Precio (€)	cantidad	Mec.(€)	Coste (€)
20	tornillo hexagonal M6x18 DIN 931	0,0725	8	-	0,58
21	tornillo hexagonal M6x40 DIN 6921	0,2275	3	-	0,6825
22	tornillo hexagonal M6x45 DIN 6921	0,2495	1	-	0,2495
23	tornillo hexagonal M8x70 DIN 6921	0,2815	2	-	0,563
24	tornillo hexagonal M10x100 DIN 6921	1,0045	1	-	1,0045
25	tornillo hexagonal M6x16 DIN 558	0,0705	1	-	0,0705
26	tornillo cabeza hueca M6x16 DIN 912	0,081	2	-	0,162
27	tornillo cabeza avellanada M6x12 DIN 84A	0,0655	1	-	0,0655
28	contratuerca hexagonal M10 DIN 439-1	0,21	2	-	0,42
29	tuerca hexagonal M10 DIN 934	0,0895	2	-	0,179
30	tuerca hexagonal M10 DIN 6923	0,1955	1	-	0,1955
31	tuerca hexagonal M6 DIN 934	0,0275	1	-	0,0275
32	tuerca hexagonal M6 DIN 6923	0,0605	3	-	0,1815
33	tuerca hexagonal M8 DIN 6923	0,1155	2	-	0,231
34	espárrago M8x100 DIN 976-1	1,189	1	-	1,189
35	chaveta 5x6x20 DIN 6885	0,0105	1	-	0,0105
36	muelle tracción 305507 MuelleStock	23,85	1	-	23,85
37	muelle compresión 206625 MuelleStock	24,8	1	-	24,80
38	válvula modelo 7122G4M HOKE	52,5	1	30	82,50
39	junta tórica R5, 385.935 , Epidor	3,15	1	-	3,15
40	Aro guía R34, GP4300100-C380, Trelleborg	7,55	2	-	15,10
41	Aro guía R5, GP6500680-C380, Trelleborg	2,85	1	-	2,85
42	pasador R2 x45 DIN 7 AISI 303	6	1	-	6
43	pasador R2 x65 DIN 7 AISI 304	8,5	1	-	8,50
44	cuerda Spectra 200M , 3515729641047, Trekkinn	468,95	1	-	468,95
45	maneta	5	1	30	35
46	Kit servomotor (motor+ electronica) 400W-220V, MHMJ042G1U , Panasonic	493,95	1	-	493,95
47	inversor de corriente 12V-220V, QNP3911437063440RH, Anself Pro	39,8	1	-	39,80
48	Batería de litio 10Ah-12V Minimotosspeed	245	1	-	245
49	gastos extras	100	1	-	100
	Coste total de las piezas para comprar(€):				**1555,30**

7.3. Coste humano

En este apartado se calcula el coste humano, donde incluye el personal siguiente: el buscador de información, el calculista, diseñador del proyecto y el montador. Este último es el que se encarga de montar el rifle gancho retráctil una vez ya compradas y fabricadas todas las piezas.

Cálculo del coste del personal:

Personal	Precio (€)	Tiempo (h)	Coste (€)
Diseñador	15	80	1200
Calculista	30	80	2400
Buscador de información	10	50	500
Montador	10	10	100
Coste total del personal (€):			**4200**

Tabla 6. Coste humano

7.4. Coste Global

Finalmente en este apartado sumamos el coste de las piezas y el coste del personal para obtener el precio final del rifle gancho retráctil.

Cálculo del coste global del rifle gancho retráctil:

	Piezas para fabricar	Piezas para comprar	Personal	Coste global del rifle (€):
Coste (€)	2386,78	1555,3	4200	**8142,042**

Tabla 7. Cálculo del coste global del rifle gancho retráctil

Como vemos el coste final no difiere mucho del estipulado en el estudio de mercado.

7.5. Peso del rifle gancho retráctil

Sabiendo ya todas las piezas que componen el rifle podemos sacar su peso final:

Nº	Pieza	Peso (kg)	cantidad	peso total (kg)
1	Depósito	1,7	1	1,7
2	Gancho	0,65	1	0,65
3	cara 1 cuerpo rilfe	0,7	1	0,7
4	cara 2 cuerpo rifle	0,72	1	0,72
5	culata 1	0,45	1	0,45
6	culata 2	0,45	1	0,45
7	tapón muelle	0,01	1	0,01
8	tapa tope	0,3	1	0,3
9	cuerpo gatillo	0,09	1	0,09
10	caja cuerda	0,63	1	0,63
11	tapa caja cuerda	0,08	1	0,08
12	caja motor	0,7	1	0,7
13	tapa lateral 1 motor	1	1	1
14	tapa lateral 2 motor	0,8	1	0,8
15	tapa polea	0,3	1	0,3
16	polea dentada	0,35	1	0,35
17	Base gancho	0,9	1	0,9
18	agarre motor	0,35	1	0,35
19	Vástago maneta	0,2	1	0,2
20-34	tornillería	1	1	1
35	chaveta 5x6x20 DIN 6885	0,001	1	0,001
36	muelle tracción 305507 MuelleStock	0,1	1	0,1
37	muelle compresión 206625 MuelleStock	0,1	1	0,1
38	válvula modelo 7122G4M HOKE	0,3	1	0,3
39	junta tórica R5, 385.935 , Epidor	0,001	1	0,001
40	Aro guía R34, GP4300100-C380, Trelleborg	0,001	2	0,002
41	Aro guía R5, GP6500680-C380, Trelleborg	0,002	1	0,002
42	pasador R2 x45 DIN 7 AISI 303	0,002	1	0,002
43	pasador R2 x65 DIN 7 AISI 304	0,003	1	0,003
44	cuerda Spectra 200M , 3515729641047, Trekkinn	7,5	1	7,5
45	maneta	0,08	1	0,08
46	Kit servomotor (motor+ electronica) 400W-220V	2,2	1	2,2
47	inversor de corriente 12V-220V	0,3	1	0,3
48	Bateria de litio 10Ah-12V Minimotosspeed	0,5	1	0,5
49	gastos extras	0,1	1	0,1
	Peso global rifle gancho retráctil (kg):			**22,571**

Tabla 8. Cálculo del peso final del rifle gancho retráctil

Como se ha comentado anteriormente, el peso del útil rondaría los 20 kg, aunque finalmente sean 22,5 kg. Esto es debido a que los otros fabricantes tanto de ascendedores como de rifles gancho hacen algunas de las piezas de su producto de plástico en vez de aluminio, aligerando su peso.

8. Condiciones de uso, pasos de ejecución y planos

En este apartado primero se nombran los pasos que se han de seguir para utilizar el utensilio correctamente. Después, las condiciones necesarias para usarlo además de los casos en los que no se puede utilizar. Finalmente, se adjuntan los planos de las piezas dentro del prediseño, la vista explosionada del utensilio y el plano de conjunto.

8.1. Pasos de ejecución

Seguidamente se nombran los pasos a seguir para utilizar de forma correcta el rifle gancho retráctil:

1º- Enroscar el gancho a la base soldada en el depósito.

2º- Cargar el proyectil dentro del cañón. Importante mirar que el perfil de tope en la válvula este mirando hacia abajo para que así el gatillo pueda encontrarse la pestaña. Apretar hasta notar el click de carga del depósito. Sabremos que está cargado correctamente si intentamos sacar el depósito del cañón y no podemos. Esto significa que el arma está asegurada correctamente es decir, el brazo tope del gatillo ha pasado la pestaña de la válvula y aguanta a esta.

3º- Abrir la tapa de la polea dentada situada en el motor, seguidamente, poner la cuerda spectra en la polea y cerrar la tapa. Procurar dejar 4 o 5 cm de cuerda en la parte derecha de la polea y el resto de la cuerda que quede por el lado izquierdo de la polea tapada.

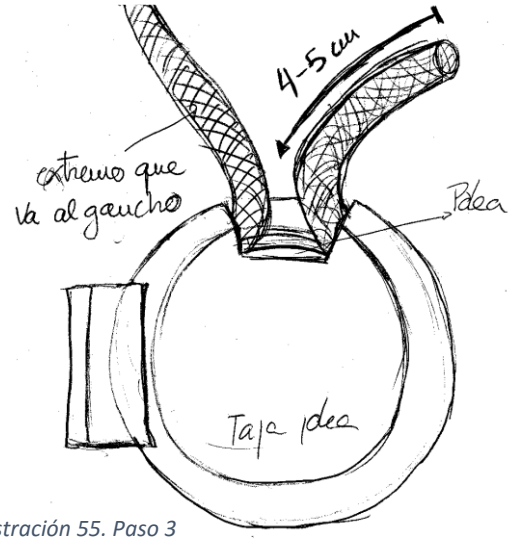


Ilustración 55. Paso 3

4º- Coger el lado largo de la cuerda y atarla en la ranura del gancho. Seguidamente, guardar el resto de la cuerda en la caja del rifle. La tapa de esta caja dispone dos agujeros, uno para el extremo de la cuerda que sale al gancho y el otro para el extremo de la cuerda que va al motor. La tapa es aconsejable cerrarla solo si el usuario se va a cambiar de posición y así evitar que se salga la cuerda. Para disparar el rifle es necesario que la tapa este abierta.

5º- Una vez en posición, apretar la maneta lateral. Asegurarse de llegar hasta el final para encajar el vástago de la maneta con el de la válvula. Seguidamente, Girar la maneta 90º (lo máximo que permite los topes en la maneta) para abrir el depósito.

6º- Sacamos la maneta lo máximo posible y la giramos 90º en el sentido contrario del paso anterior, es decir, dejamos la maneta como estaba inicialmente.

7º- Colocar el arma contra el hombro o cintura ya que el arma tiene un gran retroceso, así que es necesario que este apoyada la culata para evitar que se desvié la trayectoria del gancho y además no hacer daño al usuario.

8º- Apuntar y accionar el gatillo. Después de accionar el gatillo, este liberará el depósito y saldrá disparado junto el gancho.

9º- Una vez el gancho este anclado, el usuario deberá atarse al utensilio. La tapa lateral del motor donde se encuentra la polea tiene una ranura para anclar el mosquetón. Importante que la cuerda que une el arnés del usuario con el mosquetón que se ancla al motor tenga una distancia suficiente para que, cuando se ascienda, la polea quede a la altura de la cabeza del usuario. Esto es así para que el usuario quede bien suspendido y cómodo, aparte de que la mano izquierda pueda agarrarse bien al agarre lateral del motor.

10º- Antes de colocarse de la forma correcta, hay que disponer el motor a la altura correcta ya que la cuerda quedara holgada. Para solucionar esto se enciende el motor con un botón lateral que pone “ON”. Una vez encendido, se

presiona el botón que pone “ASCENDER”, hasta que la polea llegue a la altura de la cabeza del usuario y la cuerda tensada.

11º- Ya con la cuerda tensada y el motor a la altura correcta, el usuario ha de poner correctamente el rifle para ascender, que es la siguiente: la polea tiene que estar a la altura de la cabeza y paralela a la cara, quedando el agarre disponible para la mano izquierda. De esta manera, el rifle quedara detrás del motor y entre las piernas del usuario evitando que moleste a la hora de ascender al usuario.

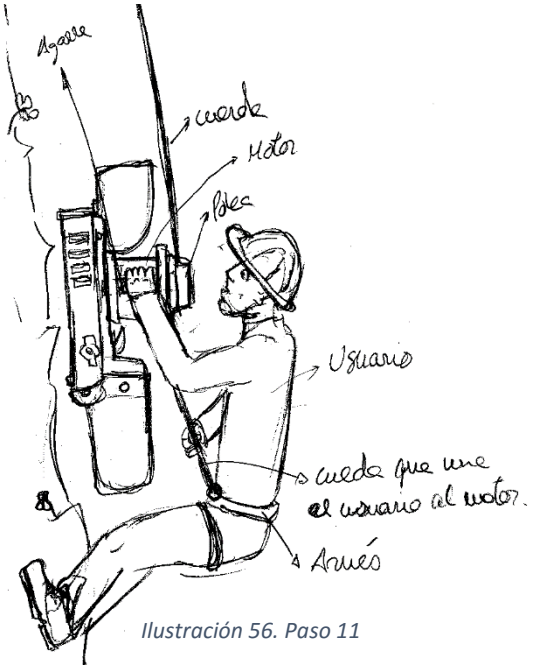


Ilustración 56. Paso 11

12º- Una vez todo dispuesto, el usuario ya puede ascender. Igual que antes, para ascender el usuario ha de presionar el botón lateral que pone “ASCENDER”. Este botón se encuentra justo donde el agarre del motor, evitando que el usuario tenga que desequilibrarse o soltar el agarre para presionarlo. De esta manera, solo ha de mover un dedo.

8.2. Condiciones de uso

- No apuntar con el rifle a personas o animales una vez cargado, ya que el proyectil sale con mucha fuerza y podría matar a una persona que este relativamente cerca.

- Importante no sumergir el rifle. No está diseñado para evitar filtraciones de agua.

- Seguir siempre los pasos de ejecución y hacerlos correctamente. Saltarse un paso o hacerlo equívocamente podría provocar grandes daños en el usuario.

- A la hora de disparar, asegurarse de tener la tapa de la caja de la cuerda abierta, sino podría frenar el gancho acortando considerablemente su distancia final.

- El usuario del rifle gancho retráctil ha de llevar arnés para atarse al utensilio y llevar casco para mayor seguridad.

- Asegurarse de cargar completamente la batería para tener un mayor tiempo de trabajo.

8.3. Planos

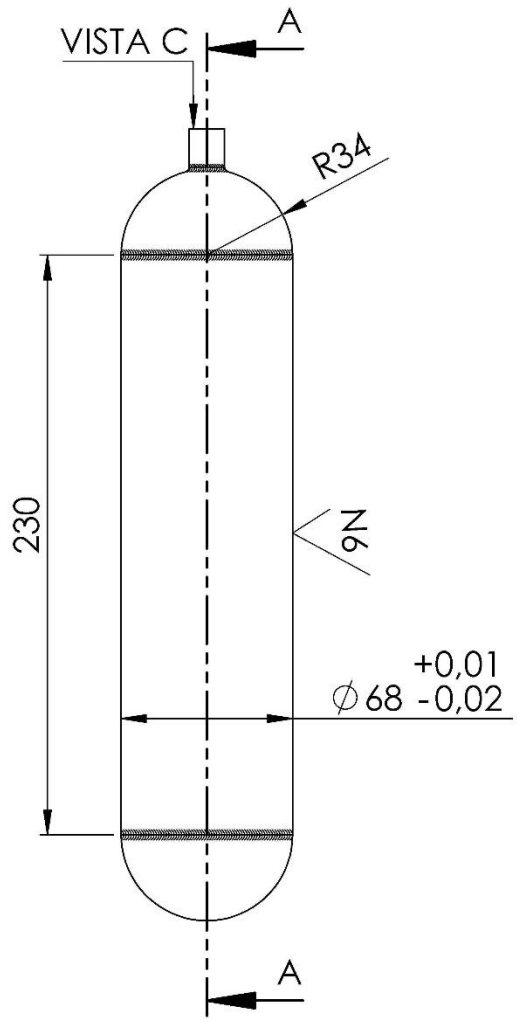
8.3.1. Índice de planos

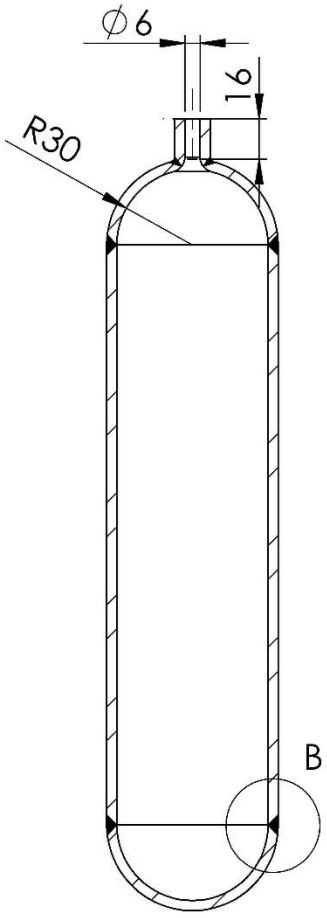
1- Depósito

2- Cuerpo del gatillo

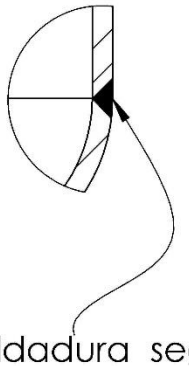
3- Vista explosionada

4- Conjunto rifle gancho retráctil



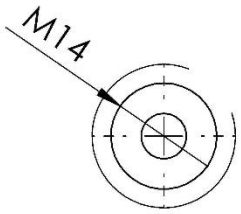


DETALLE B
ESCALA 2 : 3



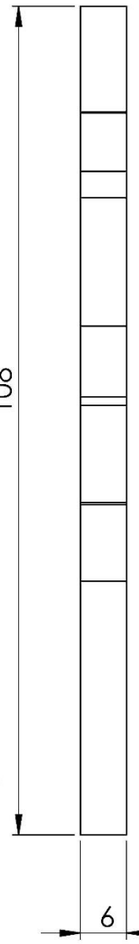
Soldadura según código ASME, sección 9 , subseccion 1, parte UW y el código español ITC MIE-AP7 , Norma 2, apartado 7.

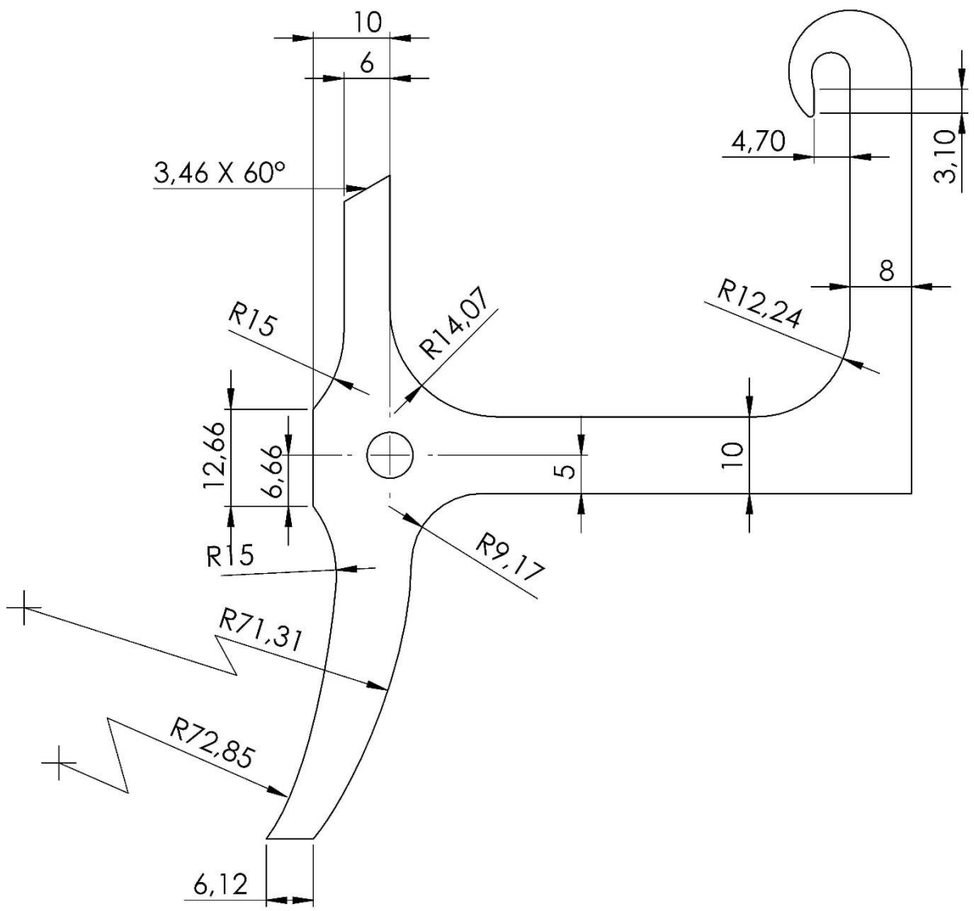
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3

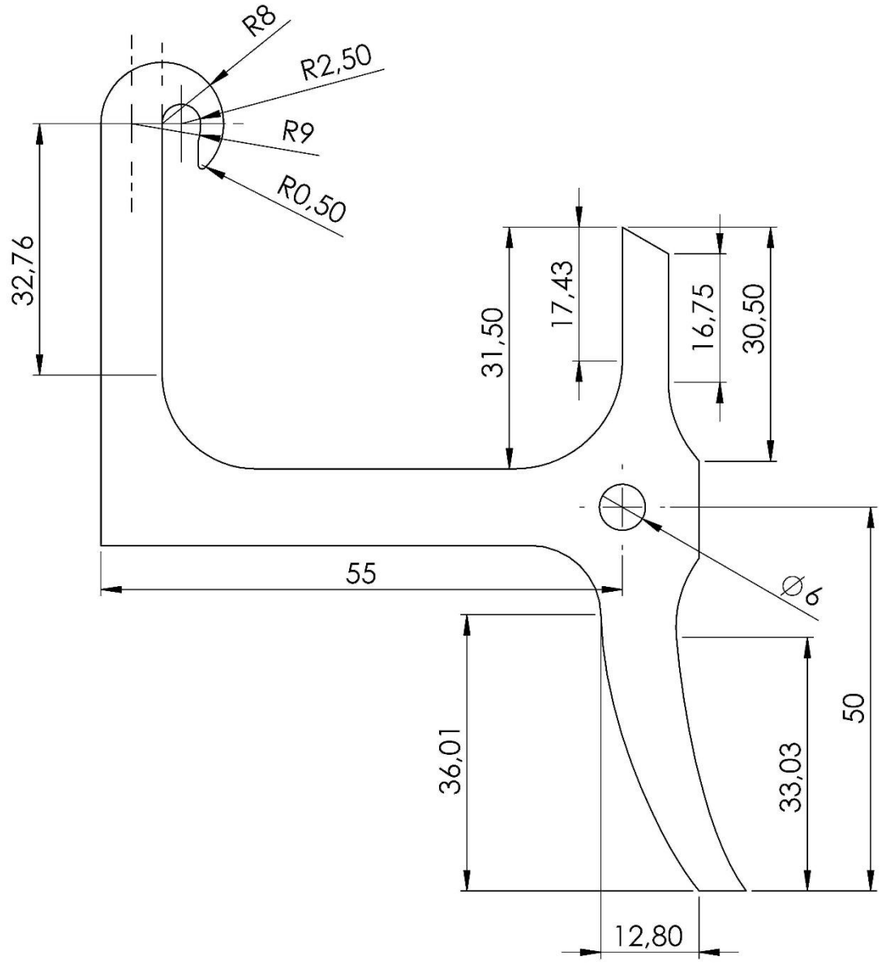


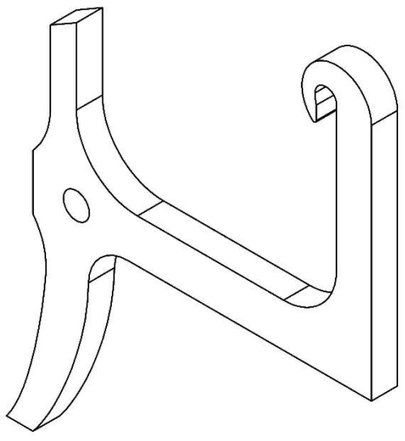
VISTA C
ESCALA 1:1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO:	
DIBUJ.	Alejandro					Depósito	
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	A4
				acero ENC35 C35R		1	
				PESO:		ESCALA: 1:3	HOJA 1 DE 1

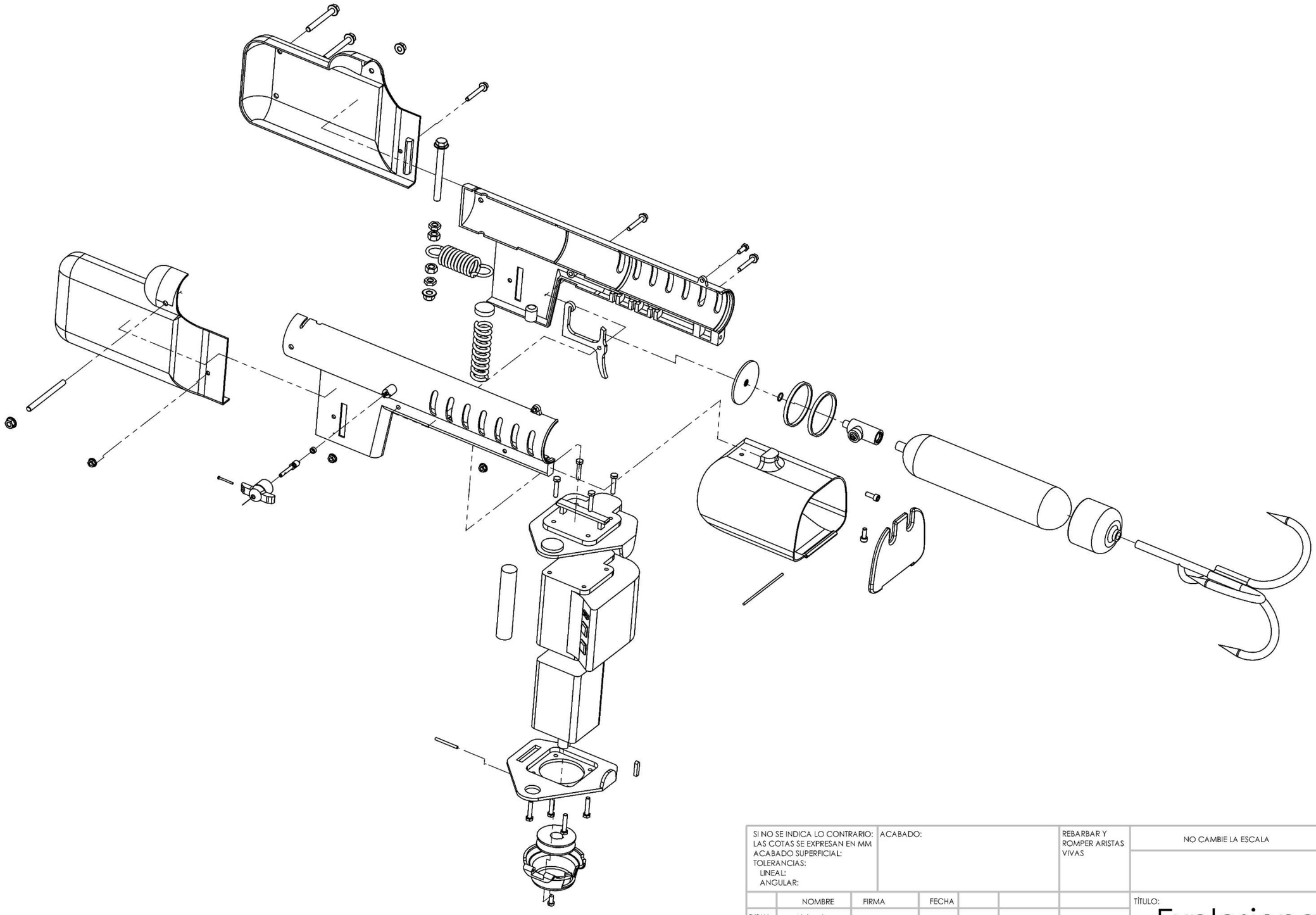




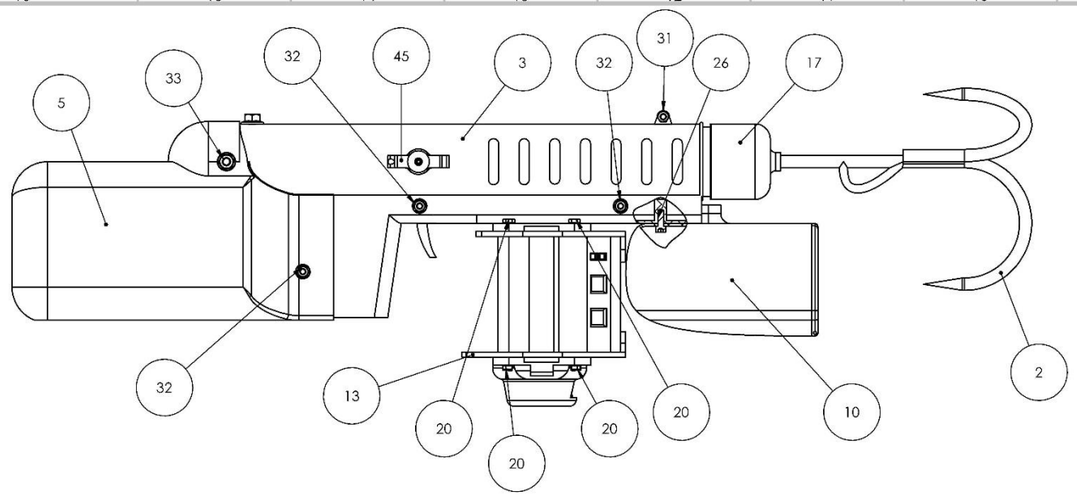


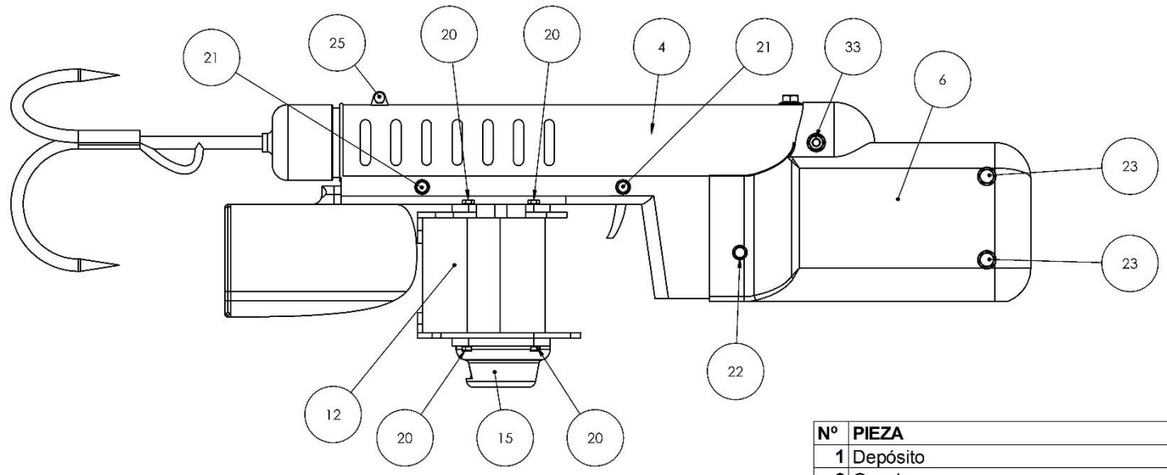


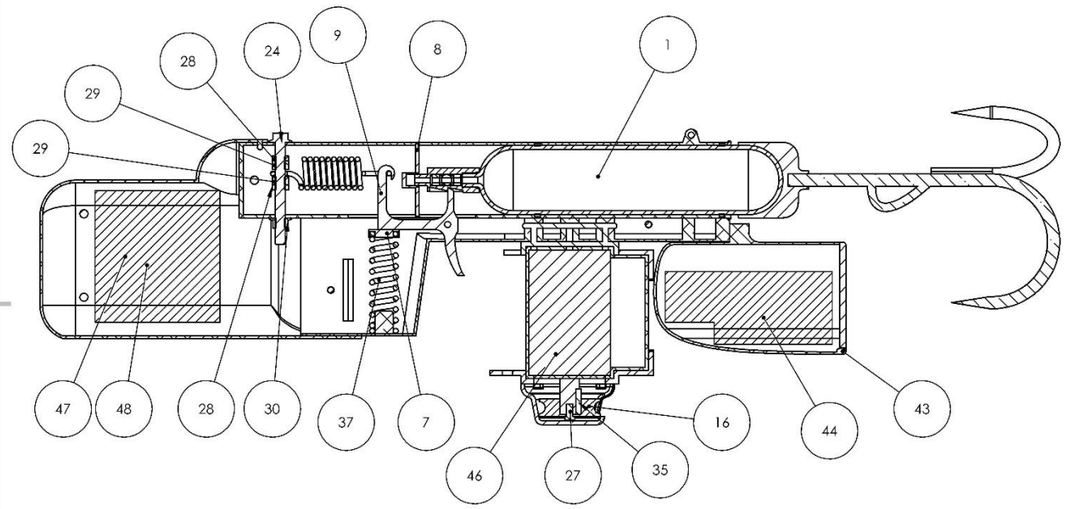
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:				REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA / REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: Cuerpo del gatillo
DIBUJ.	Alejandro						
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CALID.				MATERIAL: acero ST-32			N.º DE DIBUJO 2 / A3
				PESO:			ESCALA: 5:4 / HOJA 1 DE 1

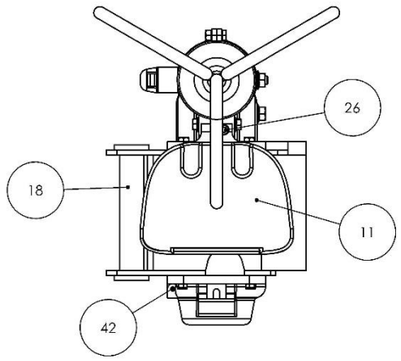


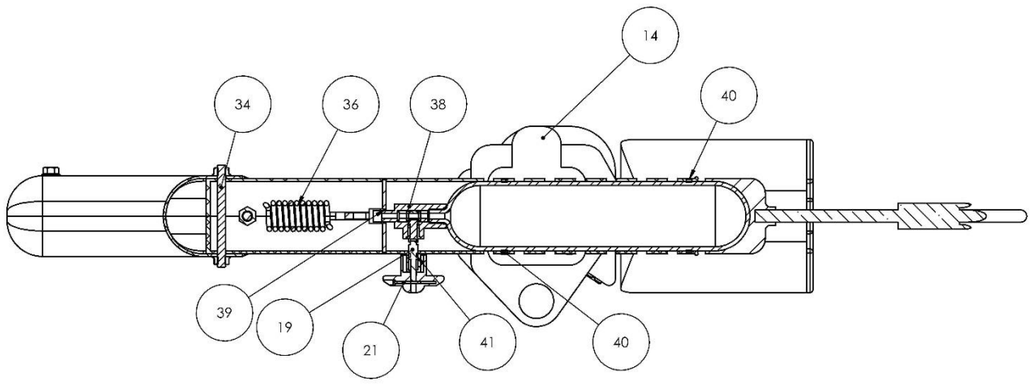
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:				REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:	
DIBUJ.	Alejandro						Explosionado rifle gancho retráctil	
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL:			N.º DE DIBUJO	A3
							3	
				PESO:			ESCALA:1:6	HOJA 1 DE 1











Nº	PIEZA	CANTIDAD
1	Depósito	1
2	Gancho	1
3	cara 1 cuerpo rilfe	1
4	cara 2 cuerpo rifle	1
5	culata 1	1
6	culata 2	1
7	tapón muelle	1
8	tapa tope	1
9	cuerpo gatillo	1
10	caja cuerda	1
11	tapa caja cuerda	1
12	caja motor	1
13	tapa lateral 1 motor	1
14	tapa lateral 2 motor	1
15	tapa polea	1
16	polea dentada	1
17	Base gancho	1
18	agarre motor	1
19	Vástago maneta	1
20	tornillo hexagonal M6x18 DIN 931	8
21	tornillo hexagonal M6x40 DIN 6921	3
22	tornillo hexagonal M6x45 DIN 6921	1
23	tornillo hexagonal M8x70 DIN 6921	2
24	tornillo hexagonal M10x100 DIN 6921	1
25	tornillo hexagonal M6x16 DIN 558	1
26	tornillo cabeza hueca M6x16 DIN 912	2
27	tornillo cabeza avellanada M6x12 DIN 84A	1
28	contratuerca hexagonal M10 DIN 439-1	2
29	tuerca hexagonal M10 DIN 934	2
30	tuerca hexagonal M10 DIN 6923	1
31	tuerca hexagonal M6 DIN 934	1
32	tuerca hexagonal M6 DIN 6923	3
33	tuerca hexagonal M8 DIN 6923	2
34	espárrago M8x100 DIN 976-1	1
35	chaveta 5x6x20 DIN 6885	1
36	muelle tracción 305507 MuelleStock	1
37	muelle compresión 206625 MuelleStock	1
38	válvula modelo 7122G4M HOKE	1
39	junta tórica R5, 385.935 , Epidor	1
40	Aro guía R34, GP4300100-C380, Trelleborg	2
41	Aro guía R5, GP6500680-C380, Trelleborg	1
42	pasador R2 x45 DIN 7 AISI 303	1
43	pasador R2 x65 DIN 7 AISI 304	1
44	cuerda Spectra 200M Trekkinn	1
45	maneta	1
46	servomotor 400W-220V Panasonic	1
47	inversor de corriente 12V-220V Anself Pro	1
48	Bateria de litio 10Ah-12V Minimotosspeed	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL
ANGULAR:

ACABADOS:

ELIMINAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBU.	alejandro		
VISTO.			
APROB.			
FASE			
CALID.			

MATERIAL:

PESO:

TÍTULO:

Conjunto rifle gancho retráctil

Nº DE DIBUJO

4

A3

ESCALA/HOJ

HOJA 1 DE 1

9. Implicaciones medioambientales

En la realización del presente proyecto se ha intentado minimizar al máximo el impacto medioambiental del trabajo así como de su resultado, ya sea en la fase de concepción, diseño, fabricación y final de ciclo de vida de producto. Así se han tenido en cuenta aspectos medioambientales a la hora de escoger materiales, procesos de fabricación y sistema motriz del aparato. Tal como se puede ver en la memoria se ha barajado la posibilidad de usar accionamientos manuales, no eléctricos, para la parte motriz del mecanismo, pero finalmente, y buscando el confort del usuario se ha decidido incorporar batería y motor eléctrico.

10. Agradecimientos.

Hago este apartado para agradecer a mi tutor, Joan López, todo el esfuerzo invertido en mi proyecto como la paciencia que ha tenido conmigo. Porque este proyecto sin su ayuda seguro que no lo habría acabado.

De nuevo, muchísimas gracias.

11. Bibliografía

11.1. Páginas Web

1. ACTSAFE, [sin fecha]. TACTICAL ASCENDER. [en línea]. [Consulta: 25 abril 2016]. Disponible en: http://www.actsafe.se/tactical.

2. ALTALS DEVICE. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 15 febrero 2016]. Disponible en: https://atlasdevices.com/products/.

3. *Armas de aire comprimido* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 1 junio 2016]. Disponible en: http://www.galeon.com/todoaire/armasde.htm.

4. BREVIS, F., [sin fecha]. Rescate Vertical. [en línea]. [Consulta: 12 abril 2016]. Disponible en: http://es.slideshare.net/FernandoBrevis1/rescate-vertical.

5. *c a n a n a . c o m - Tu portal de la caza* [en línea], [consulta:1 marzo 2016]. S.l.: s.n. [Consulta: 1 junio 2016]. Disponible en: http://www.canana.com/armas/aire.htm.

6. Calculadora rango de flujo de aire a través de un orificio. *TLV* [en línea], 2016. [Consulta: 14 mayo 2016]. Disponible en: http://www.tlv.com/global/LA/calculator/air-flow-rate-through-orifice.html.

7. CMC RESCUE, 2016. Rescue Solutions Intl. RESQMAX™ OPTIONAL EQUIPMENT. [en línea]. [Consulta: 20 abril 2016]. Disponible en: http://www.cmcrescue.com/equipment/resqmax-optional-equipment/.

8. CRESSI-SUB ESPAÑA, S.A., [consulta: 12 abril 2016]. Fusil neumático SAETTA. [en línea]. [Consulta: 5 mayo 2016]. Disponible en: http://www.cressi.es/id/apnea_fusil-neumatico_saetta.

9. DEPARTAMENTO DE COMUNIACIÓ DEL EJÉRCITO DE TIERRA, [sin fecha]. Escuela Militar de Montaña y Operaciones Especiales. [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.ejercito.mde.es/unidades/Huesca/emmoe/.

10. DESCENSORES Y FRENOS (III): PLACA GUIDE DE SALEWA. , [consulta.25 de abril 2016].

11. Elementos Componenetes. Cálculo de Recipientes a Presión. *Estrcuplan on line* [en línea], 2012. Disponible en: http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3063.

12. ELEPE 3000, [sin fecha]. Planos armas de aire. *Enlaces armas de aire* [en línea]. [Consulta: 21 abril 2016]. Disponible en: http://enlacesarmasdeaire.blogspot.com.es/2012/09/planos-de-armas-de-aire_17.html.

13. ENGUITA, M.F., [consulta: 23 marzo 2016]. *la escuela*. S.l.: s.n. ISBN 8477540578.

14. Equipo de respiración autónoma. *Wikipedia* [en línea], 2016. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_de_respiraci%C3%B3n_aut%C3%B3noma.

15. ESTRUCPLAN CONSULTORA S.A., 2016. Cálculo de Recipientes a Presión. *Estrcuplan* [en línea]. [Consulta: 24 marzo 2015]. Disponible en: http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3063.

16. FN HERSTAL, S.A., 2016. FN Herstal. *FN Herstal, S.A.* [en línea]. [Consulta: 13 abril 2016]. Disponible en: http://www.fnherstal.com/.

17. FRICTION TRIGGER. *Deeper blue* [en línea], 2015. [Consulta: 23 abril 2016]. Disponible en: https://forums.deeperblue.com/threads/friction-trigger.102903/.

18. GUIA DEL CODIGO asme SECCION viii divisions i tomo i. *Slideshare* [en línea], [sin fecha]. Disponible en: http://es.slideshare.net/siceaingenieria/guia-del-codigo-asme-seccion-viii-division-1-tomo-1?next_slideshow=1.

19. H. RAMIRO, [sin fecha]. Código ASME para calderas y recipientes a pressión. *Slideshare* [en línea]. Disponible en: http://es.slideshare.net/ramiro_rhamiro/asme-seccin-ii-de-materialesrev2.

20. Información Técnica General Tabla de compatibilidad de materiales. , [sin fecha].

21. KAESER, 2000. Técnica de aire comprimido. [en línea]. [Consulta: 1 junio 2016]. Disponible en: http://mx.kaeser.com/Images/P-2010-MX-tcm57-6752.pdf.

22. La Escalada en Roca: Historia, evolución y modalidades. *Blog, Equipo OS2O* [en línea], 2014. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://os2o.com/blog/la-escalada-en-roca-historia-evolucion-y-modalidades/.

23. LEGAL INFORMATION INSTITUTE, [sin fecha]. 49 CFR Part 178, Subpart C - Specifications for Cylinders. [en línea]. [Consulta: 28 mayo 2015]. Disponible en: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/part-178/subpart-C.

24. MIT TECHNOLOGY REVIEW, 2016. Atlas Devices Commercializes Motorized Rope-Climbing Technology for Military Use. *MIT Technology Review* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2016]. Disponible en: https://www.technologyreview.com/s/545216/materials-scientists-make-martian-concrete/.

12. NJOCK, J., 2003. Vaciado de un deposito. *Mechanics of the slow draining of a large tank under gravity. Am. J. Phys* [en línea]. [Consulta: 15 marzo 2016]. Disponible en: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/vaciado/vaciado.htm.

13. PARKER HANNIFIN ESPAÑA SA, [sin fecha]. Leyes del aire comprimido. [en línea]. [Consulta: 23 marzo 2016]. Disponible en: http://www.parkertransair.com/jahia/Jahia/filiale/spain/lang/es/home/TechnicalCenter/LawsOfCompressedAir.

14. PEPPERBALL TECHNOLOGIES, 2016a. Air Systems. [en línea]. Disponible en: http://www.pepperball.com/accessories/air-systems/#air-adapter.

15. PEPPERBALL TECHNOLOGIES, 2016b. Pepper Ball. [en línea]. Disponible en: http://www.pepperball.com/.

16. RESCUE SOLUTIONS, INTERNATIONALS. , [consula: 27março 2016].

17. SICEAINGENIERIA, [sin fecha]. DISEÑO DE CAÑCULO DE RECIPIENTES A PRESIÓN BAJO ESPECIFICACIONES DEL CODIGO ASME SECION VII DIVISION I. *Slideshare* [en línea]. Disponible en: http://es.slideshare.net/siceaingenieria/codigo-asme-seccion-viii-division-1-a.

18. SPUDFILES, 2006. Odd gun. [en línea]. [Consulta: 1 mayo 2016]. Disponible en: http://www.spudfiles.com/spud-cannon-related/topic2086.html.

19. Tiro Parabólico con rozamiento. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 21 marzo 2016]. Disponible en: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/stokes2/stokes2.htm
20. www.PasionRoller.com. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 15 febrero 2016]. Disponible en: http://pasionroller.com/.

21. XXLEOPARDOXX, 2008. Conceptos Básicos: el Joule y los calculos de velocidad. [en línea]. [Consulta: 29 abril 2016]. Disponible en: https://tirodeportivo.wordpress.com/2008/12/25/conceptos-basicos-el-joule-y-los-calculos-de-velocidad/.

11.1 Libros

1. FERDINAND P. BEER, E.RUSSELL JOHNSON, J. y ELLIOT R. EISENBERG, 2007. *Mecánica vectorial para ingenieros Estática*. 8. S.l.: MacGrawHill. ISBN 970-10-6103-9.

2. FERDINAND P. BEER, E.RUSSELL JOHNSTON, J. y WILLIAM E.CLAUSEN, 2007. *Mecánica vectorial para ingenieros Dinámica*. 8. S.l.: McGrawHill. ISBN 970-10-6102-0.

3. FRANK M.WHITE, 2008. *Fluid Mechanics*. 7. S.l.: University of Rhode Island.

4. JUAN JOSÉ RIVERA AMORES, 2014. *UPCGrau Mecánica de materiales y cálculo de estructuras*. 1. Manresa: UPC. ISBN 978-94-9880-453-9.

5. MICHAEL J. MORAN y HOWARD N. SHAPIRO, 2006. *Fundamentals of engineering thermodynamics*. 5. S.l.: Wiley. ISBN 978-0-470-03037-0.

6. ROBERT L. MOTT, 2006. *Mecánica de fluidos*. 6. Dayton: PEARSON. ISBN 970-26-0805-8.

7. ROBERT L. NORTON, 2009. *Diseño de maquinaria*. 4. Worcester: MacGrawHill. ISBN 978-970-10-6884-7.

11.2 Ilustraciones

Ilustración 1:

ERIKA ARGUELLO, 2015. 10 cosas que debes saber antes de escalar. *24 diciembre* [en línea]. [Consulta: 8 mayo 2016]. Disponible en: https://www.entrenamiento.com/mas-deportes/escalada/10-cosas-que-debes-saber-antes-de-practicar-escalada/.

Ilustración 2:

Psicoblocs photos. [en línea], [*5 Julio 2015*]. [Consulta: 9 abril 2016]. Disponible en: http://www.online-instagram.com/tag/Psicobloc.

Ilustración 3:

VERTICAL, [sin fecha]. pies de gato solution LA sportiva. [en línea]. [Consulta: 10 abril 2015]. Disponible en: http://masvertical.com/catalog/pies-de-gato/1284-pies-de-gato-solution-la-sportiva.html.

Ilustración 4:

E-CLIMB, [*2013*]. piolet cryo 2. [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://www.e-climb.com/es/piolets-es/121-piolet-cryo-2-es.html.

Ilustración 5:

KOALA, [*2014*]. Crampón Black diamond strap. [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://tienda.deporteskoala.com/crampones/490-crampon-black-diamond-neve-strap.html.

Ilustración 6:

ENRIQUE MARTÍN, 2011. todos los frenos para escalada. *17 abril 2011* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://vladimirbustof.blogspot.com.es/2011/04/todos-los-frenos-para-escalada-material.html.

Ilustración 7:

MERCADO LIBRE. Ocho Abc 8 Descensor. *2015* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-548276195-ocho-abc-8-descensor-a-friccion-para-mosqueton-escalar-rapel-_JM.

Ilustración 8:

PEDRO PARTAL, 2011. Aseguradores automáticos para esclada. *2 de julio 2011* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: http://encorda2.com/2011/07/01/aseguradores-automaticos-para-escalada/.

Ilustración 9:

RACONS CLIMB, 2015. Rock climbing. *5 setiembre 2015* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: https://es.pinterest.com/blaidelta/escalada-rock-climbing/.

Ilustración 10:

CHARLIJACA, 2013. Friend vçblack diamond camalot c4 2. [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2016]. Disponible en: https://www.charlijaca.com/subcategoria/escalada/fisureros-friends/34/#.V1Vj7_mLShd.

Ilustración 11:

WIKIPEDIA, 2015. Escudo del GREIM. *14 octubre 2015* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Grupos_de_Rescate_e_Intervenci%C3%B3n_en_Monta%C3%B1a#/media/File:Coat_of_Arms_of_the_Guardia_Civil_Mountain_and_Speleology_Rescue_Service.svg.

Ilustración 12:

CASACUMBRE. Camilla Nest. *2011* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: http://casacumbre.com/camilla-nest.

Ilustración 13:

NERD NEBULA, 2015. killing behemoths. *13 enero 2015* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: https://thenerdnebula.com/2015/01/13/killing-behemoths/.

Ilustración 14:

WOOKIEEPEDIA, 2010. Ascension gun. *21 marzo 2010* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: http://starwars.wikia.com/wiki/Ascension_gun.

Ilustración 15:

ANDREW'S TOYZ, . Luke Skywalker Snowspeeder pilot. *2015* [en línea]. [Consulta: 11 mayo 2016]. Disponible en: http://www.andrewstoyz.com/luke-skywalker-snowspeeder-pilot-bust.aspx#.V1VqpfmLShd.

Ilustración 16:

YOURPROPS, . Star Wars: The Phantom Menace, Naboo S-5 Heavy Blaster Pistol. *2014* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: https://www.yourprops.com/Naboo-S-5-Heavy-Blaster-Pistol-replica-movie-prop-weapon-Star-Wars-The-Phantom-Menace-1999-YP43752.html.

Ilustración 17:

EDDIE BERGANZA, [sin fecha]. Batman gadgets. *1 abril 2010* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: https://people.rit.edu/rxh3105/wf/stage2/Gadgets.

Ilustración 18:

MONKEY DEPOT, . Batman grappling gun. *2012* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.monkeydepot.com/Rifle_Hot_Toys_Batman_Grappling_Gun_w_Hooks_Hol_p/ht1931.htm.

Ilustración 19:

RESIDENTEVIL.WIKIA, 2009. Ada's Hookshot. *2009* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://residentevil.wikia.com/wiki/Ada's_Hookshot.

Ilustración 20:

MESSY GAMER, 2015. CoD AW: Grapple hook. *14 mayo 2015* [en línea]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=qSf-i5lXegU.

Ilustración 21:

CRESSI, 2015. cressi speargun. [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.cressisubusa.com/fotohires/lorescatmacroproduct.asp?id=17.

Ilustración 22:

BATTELLE, 2011. TAIL. *1 marzo 2011* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.marketwired.com/press-release/battelles-grappling-hook-technology-featured-upcoming-episode-discovery-channels-man-1403988.htm.

Ilustración 23:

RESCUE SOLUTIONS INTERNATIONALS, 2014. ALM assault launcher max. [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.resqmax.com/alm.php.

Ilustración 24:

ATLAS DIVECES, 2015. APA-5 POWERED ROPE ASCENDER. [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: https://atlasdevices.com/products/ascenders/apa-5-powered-rope-ascender-std-config/.

Ilustración 45:

ACTSAFE, 2015. tactical ascender. [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2016]. Disponible en: http://www.actsafe.se/tactical.

Ilustración 51:

PRYSMA, 2014. Pistones neumáticos. [en línea]. [Consulta: 26 mayo 2016]. Disponible en: http://prysma.meximas.com/Pistones/Neumaticos/index.html.