

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática
y de Telecomunicación

**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE
VARIABLES PARA LA CONFIGURACIÓN
PERSONALIZADA DE UNA ESCOPETA DE TIRO
AL PLATO**



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Nombre y apellidos del autor: Cristian Remartínez Llorente

Nombre y apellidos del director: José Ramón Alfaro López

Tudela, 30 de mayo de 2022

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ÍNDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | RESUMEN | 2 |
| 2. | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2.1. | ANTECEDENTES | 4 |
| 2.2. | OBJETIVO | 4 |
| 2.3. | JUSTIFICACIÓN | 5 |
| 3. | ESTUDIO DE PRECEDENTES | 6 |
| 3.1. | ESCOPETAS | 6 |
| 3.1.1. | Historia | 6 |
| 3.1.2. | Funcionamiento y componentes de una escopeta..... | 8 |
| 3.1.3. | Tipos de escopetas | 11 |
| 3.1.4. | La escopeta de tiro al plato | 15 |
| 3.2. | EL TIRO AL PLATO | 17 |
| 3.2.1. | Historia | 17 |
| 3.2.2. | Modalidades | 19 |
| 4. | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | 24 |
| 5. | DISEÑO CONCEPTUAL | 26 |
| 5.1. | DISEÑO DE DISPOSITIVO DE RETROCESO | 26 |
| 5.1.1. | Cálculo del retroceso real | 26 |
| 5.1.2. | Cálculos | 29 |
| 5.1.3. | Generadores de retroceso..... | 29 |
| 5.2. | ELECCIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN | 35 |
| 5.2.1. | Simway | 36 |
| 5.2.2. | Marksman simulator | 37 |
| 6. | DISEÑO DE DETALLE | 38 |
| 6.1. | Altura | 38 |
| 6.2. | Ventaja | 40 |
| 6.3. | Longitud..... | 41 |
| 6.4. | Salida del talón..... | 43 |
| 6.5. | Caída | 45 |
| 6.6. | Pitch | 47 |
| 6.7. | Salida | 48 |
| 6.8. | Masa..... | 50 |

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 7. | MONTAJE | 51 |
| 8. | FICHA DE CLIENTE | 54 |
| 9. | FABRICACIÓN | 55 |
| 9.1. | Diseño manual | 55 |
| 9.2. | Diseño automático | 55 |
| 10. | ESTUDIO ECONÓMICO | 58 |
| 10.1. | COSTES DEL PROYECTO | 58 |
| 10.2. | ESTUDIO DE MERCADO | 59 |
| 11. | CONCLUSIONES | 62 |
| 12. | BIBLIOGRAFÍA | 64 |

1. RESUMEN

En el presente proyecto se expone el diseño de un dispositivo para el ajuste ergonómico de variables destinado a la configuración personalizada de armas de tiro al plato.

El documento incluye un estudio de precedentes donde se habla de forma generalizada de todos los factores que van a influir en el desarrollo del proyecto. Se realizará un estudio de los diferentes tipos de escopetas, con la evolución a lo largo de los años de estas y sus componentes fundamentales. También se pone en contexto el deporte del tiro al plato, comentando sus orígenes, evolución y estado actual.

Antes de abordar el diseño del mecanismo objeto del proyecto, se realiza un estudio conceptual de las fuerzas de retroceso que influyen en los disparos reales. El objetivo de este estudio es determinar la fuerza de retroceso real de una escopeta de tiro al plato para la posterior elección del simulador de esfuerzos. También se realiza un estudio de los diferentes tipos de Software que se introducirán para desarrollar nuestro objetivo.

Una vez realizado el estudio conceptual para poder proceder con el diseño del mecanismo, se realiza un estudio de los parámetros que influyen en un disparo y se plantea un mecanismo que permite el ajuste de cada uno de estos de manera independiente.

El modelado 3D de cada una de las piezas que conforman el mecanismo completo de regulación de variables, ha sido modelado con la aplicación SolidWorks. A partir de dicho modelo, se construirá el prototipo para la realización de diferentes estudios.

El proyecto incluye un apéndice de selección de materiales y tornillerías involucradas en el mecanismo de ajuste y un anexo donde se presentan los planos en detalle de cada una de las piezas que conforma el mecanismo.

Resuelto el mecanismo de ajuste objeto del proyecto, se enumeran los pasos a seguir para su montaje y puesta en funcionamiento.

Una vez ajustados todos los parámetros acorde con las especificaciones y requerimientos del cliente, se toma nota de ellos en una ficha técnica que posteriormente se llevará a la fábrica en cuestión para la confección de la culata a medida. Una vez la ficha técnica se encuentra en la fábrica se expone el proceso a seguir para la obtención del producto final.

Por último, se realizará un estudio económico donde se incluirán los costes asociados al proyecto y un estudio de mercado que determinará la viabilidad de su puesta en marcha.

PALABRAS CLAVE

- Ajuste
- Variables
- Personalizado
- Tiro al plato
- A medida
- Simulador
- Retroceso

ABSTRACT

Currently within this project, the design of a device for the ergonomic adjustment of variables destined to the personalized configuration of clay pigeon shooting weapons are revealed.

The document includes a study of precedents where all the factors that will influence the development of the project are discussed in a general way. A study of the different types of shotguns will be undertaken, with their evolution over the years and their fundamental components. The sport of clay pigeon shooting is also put into context, commenting on its origins, evolution and current status.

Before addressing the design of the mechanism object of the project, a conceptual study of the recoil forces that influence real shots is carried out. The objective of this study is to determine the real recoil force of a clay pigeon shotgun for the subsequent choice of the effort simulator. A study of the different types of Software that will be introduced to develop our objective will also be analysed and discussed.

Once the conceptual study has been undertaken in order to proceed with the design of the mechanism, a study of the parameters that influence a shot is will be completed and a mechanism is proposed that allows the adjustment of each of these independently.

The 3D modelling of each of the parts that make up the complete variable regulation mechanism has been modelled with the SolidWorks application. From this model, the prototype will be built to complete and assess other studies.

The project includes an appendix for the selection of materials and screws involved in the adjustment mechanism and an annex where the detailed plans of each of the parts that make up the mechanism are portrayed.

As soon as the adjustment mechanism object of the project has been solved, the steps to follow for its assembly and start-up are listed.

Once all the parameters have been adjusted according to the specifications and requirements of the client, they are noted down in a file that may be seen as technical and that will later be taken to the factory in discussion for the manufacture of the custom cylinder head. Furthermore, as soon as the file in question is in the factory, the process to follow to obtain the final product is exposed.

Finally, an economic study will be conducted which will include the costs associated with the project and a market study that will determine the viability of its implementation.

KEY WORDS

- Fit
- Variables
- Custom
- Clay pigeon shooting
- Tailored
- Simulator
- Backspace

2. INTRODUCCIÓN

2.1. ANTECEDENTES

El tiro al plato o tiro deportivo es cada día más popular en nuestro país, por lo que cada vez el mercado es mayor y más exigente. Son innumerables los clientes que buscan un arma hecha a medida para obtener el mejor rendimiento de ella y así obtener mejores resultados en el campo de tiro.

En la actualidad existen escopetas con diferentes ajustes como elevadores del lomo de la culata, regulación de longitudes y algún otro parámetro mediante mecanismos complejos accionados por tornillos u otros sustentos mecánicos.

También se encuentra la posibilidad de adquirir una escopeta personalizada mediante la toma de medidas sobre el usuario, medidas de la cara, mejilla, pecho, brazos, etc.... Este método de elaboración conlleva unos costes muy elevados, una baja precisión en las medidas o la imposibilidad de regular todos los parámetros que influyen en un disparo.

Además, en algunos países como Reino Unido existen simuladores en los que los usuarios prueban diferentes escopetas para la posterior confección a medida de estas a un coste muy elevado, pudiendo llegar a alcanzar precios de más de 30000 €.

2.2. OBJETIVO

El objetivo del proyecto que nos ocupa es la confección de escopetas a medida acorde a las características requeridas por cada usuario.

Para que la escopeta se ajuste lo máximo posible a las exigencias del cliente, intentaremos desarrollar un mecanismo e implementar un software que permita el ajuste en el mayor número de parámetros posible a la vez que ofrezca una simulación muy próxima a la realidad.

Se pretende que el proceso de fabricación sea lo más industrial y automático posible, para abaratar coste y acelerar procesos, y así desarrollar un proyecto competitivo a la hora de su puesta en el mercado.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Los procesos actuales para la confección de escopetas a medida son en gran parte manuales, lo que supone tener que invertir muchas horas de trabajo, además de que ofrecen menos precisión que la aportada por un software. Esto conlleva a que se eleven excesivamente los costes, haciéndolo un producto accesible solo a las personas con alto poder adquisitivo.

Así pues, se plantea este proyecto para dar posibilidad a que todo tipo de tiradores puedan acceder a una escopeta a medida independientemente de su nivel económico.

3. ESTUDIO DE PRECEDENTES

En este apartado se realizará un estudio de precedentes, centrado en la historia y los diferentes tipos de escopetas.

También se hará una breve explicación de que es y en que consiste el tiro al plato. Todo ello dará sentido al fundamento del proyecto, que es la creación y adaptación de un simulador de tiro, que sea capaz de ajustarse a las características requeridas por cada cliente a la hora de la compra de una “escopeta personalizada”.

3.1. ESCOPETAS

Sobre las escopetas se analizará su historia y evolución a lo largo de la historia, los tipos que existen y los componentes comunes a todos los tipos para ayudar a la comprensión de los requerimientos específicos que necesitará el presente proyecto.

3.1.1. Historia

Antes de abordar el estudio y diseño de la escopeta de tiro al plato regulable conviene conocer la historia y evolución que han tenido las escopetas a lo largo de la historia.

Verdaderamente no se sabe con exactitud del origen de las escopetas, aunque diferentes estudios indican que la primera escopeta aparece en Nápoles en el siglo XVI y era empuñada por el español Gran Capitán (ilustración 1), el cual utilizaba una escopeta de avancarga con mecha y ánima lisa que permitía realizar un único disparo, pero de gran potencia.



Ilustración 1 Escopeta empuñada por Gran Capitán [1]

Otra teoría sobre la aparición de las escopetas dice que se vieron por primera vez como armas que al disparar lanzaban un haz de proyectiles y que los ingleses y franceses utilizaron en los combates librados en la frontera de Pensilvania y Virginia en la colonización norteamericana y luego usadas en las luchas por la independencia en los EE.

UU., en la guerra civil (1861-1865) entre unionistas y confederados donde algunos regimientos téjanos portaban escopetas.

Dentro de este mismo contexto, en la etapa napoleónica aparece el trabuco, que tenía una morfología similar a la de la escopeta y también disparaba un haz de proyectiles. Este fue usado en la guerra de la independencia (1808-1814) en emboscadas y abordajes marinos.

Las primeras armas de repetición, armas que pueden realizar más de un disparo sin necesidad de recargar, surgen en Norteamérica en 1835, creadas por Christopher Spencer y Sylvester Roper, utilizando como precedente, los sistemas de corredera que Henry Colt utilizaba por aquel entonces en sus carabinas. A partir de entonces en EE. UU. las nuevas escopetas son el arma que predomina en los mercados y en los ejércitos.

Otra arma icónica de la historia, ligada a la evolución de las escopetas, es la concebida por John M. Browning en, miembro de la asociación Winchester Repeating Arms. Esta arma es una escopeta de calibre 10 y 12 que dispone de una palanca para cargar tras cada disparo de una forma rápida, martillo percutor oculto y almacén tubular de proyectiles bajo el cañón. En 1901 es cuando estas armas experimentan sus épocas de mayor éxito fabricando más de 64000 armas solo de calibre 12 para cazadores y guardas.

La marca Winchester sigue evolucionando en la confección de escopetas y en 1897 lanza al mercado la escopeta de corredera, de la que se fabrican más de un millón entre 1897 y 1957. Esta arma pasa a la historia por ser la icónica de la lucha de los norteamericanos contra Pancho Villa (ilustración 2).

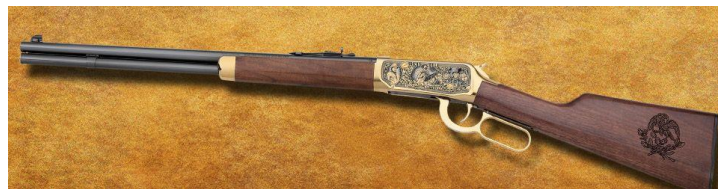


Ilustración 2 Escopeta Pancho Villa [2]

Durante estos años otras marcas como Remington comienzan a hacerse hueco en el mercado con armas como la famosa escopeta con bayoneta utilizada para el transporte de prisioneros en la primera guerra mundial o para el asalto a las trincheras gracias a su gran versatilidad y eficacia en distancias cortas. [3]

En 1900 se empezaba a trabajar en lo que sería la primera escopeta de carga automática: la Auto 5 o FN A-5 diseñada por John M. Browning para la Fabrique Nationale D Armes de Guerre FN en Herstal Bélgica. Estas armas funcionan por el sistema de retroceso largo del cañón, ideado por Hiram Maxim para ser usado en su ametralladora. Años después estas armas fueron utilizadas en Borneo por su alta cadencia para barrer la selva entre las operaciones.

A partir de aquí y a lo largo de todo el siglo XX son innumerables las armas que surgen, cada una de ellas con unas características especiales que la diferenciaba de la anterior, algunos de los modelos más relevantes de la historia son los que se citan a continuación:

- En 1910 Remington pone a la venta una escopeta basada en la patente de Pedersen.
- En 1913 Winchester saca una escopeta calibre 12 con martillo oculto y desarme manual.
- En 1914 se extienden las armas del año anterior a otros calibres como 16 y 28.
- En 1964 se desarrollan las escopetas de repetición con puerta de carga inferior, ya muy parecidas morfológicamente a las escopetas actuales.

A partir de 1964 el campo de las escopetas semiautomáticas experimenta grandes avances y durante las siguientes décadas son muchas las marcas que se dedican a la confección de escopetas cada vez más eficientes en cuanto a diseños y funcionalidad (ilustración 3). Parte de este auge se debe a que las escopetas ya no se fabrican en ambientes bélicos o para tales fines, sino que las escopetas empiezan a destinarse a un público que las utiliza para cazar o para tiro deportivo.



Ilustración 3 Primera escopeta semiautomática [4]

En la actualidad a la hora de hablar de escopetas tenemos una gran variedad en cuanto a tipos, formas, componentes o finalidades. Sus usos son principalmente la práctica de la caza o el tiro deportivo, para el cual se utilizan un tipo de escopetas específicas las cuales son el objeto de este proyecto. [5]

3.1.2. Funcionamiento y componentes de una escopeta

Por definición, una escopeta es un “arma de fuego portátil compuesta por uno o dos cañones largos, con una culata triangular de madera u otro material que se apoya contra el hombro para disparar” o también, “aparato mecánico que propulsa un proyectil a alta velocidad a través de un tubo como resultado de la expansión de gases que se produce al quemarse el combustible”. [6]

Esta arma de fuego es una de las más antiguas y conocidas en el mundo y en la actualidad presenta varios diseños según las características que requiera cada una para la función que se le vaya a dar, ya que las escopetas son utilizadas por cazadores, tiradores deportivos o por los cuerpos de seguridad.

Entre las escopetas más comunes se encuentran las semiautomáticas, correderas, monotiro, de dos cañones, recortada, etc.....

A pesar de que la cantidad de tipos de escopetas es muy grande, todas ellas tienen unos componentes comunes, y que son fundamentales para su correcto funcionamiento independientemente del tipo. Algunos de estos componentes son:

- El *cañón* es un cilindro metálico por el cual se expulsa la munición del cartucho tras realizar el disparo. El tamaño y otras características de esta parte serán un parámetro para tener en cuenta en el posterior estudio de las fuerzas y velocidades de los proyectiles y de las fuerzas de retroceso.
- Los *chokes* son unos cilindros roscados que se introducen en la boca del caño para abrir o cerrar los proyectiles en la salida de este, produciendo que se expandan más rápido, reduciendo su alcance, o consiguiendo que salgan muy juntos y con ello se obtenga un mayor alcance.
 Estos van numerados del número 1 al 8 de modo que el 1 es el que más cierra los proyectiles y el 8 el que más los abre.
 Existe la posibilidad de que las escopetas no lleven este componente y que lleven la numeración correspondiente al choque en el caño de forma permanente y no intercambiable.
- La *mira o guion* es un componente con forma de punto u otra geometría de tamaño pequeño que se encuentra sobre el extremo más alejado del cañón y sirve para ayudar a apuntar a un objetivo.
- La *banda o alza* es el componente que une el punto de mira con la parte del cañón más próxima a la cara, sirve para realizar un correcto encare del arma y para que este sea cómodo y rápido.
- La *recámara* es el lugar ubicado en el principio de los caños cuya función es almacenar las cargas hasta que son disparadas.
- La *báscula* es uno de los componentes más importantes de la escopeta ya que es la pieza que conecta los cañones con la culata y a su vez alberga todos los mecanismos del arma.
- En la *caja de mecanismos* ubicada como ya hemos dicho en la báscula se encuentran diferentes componentes entre los que destacan el gatillo, el seguro el destrabador, las agujas, percutores, etc.....
- El *gatillo o disparador* es el elemento que transmite la fuerza del dedo en el momento del disparo al mecanismo percutor y este a la carga para ser detonada.
- El *guardamonte* es el protector del gatillo, como su propio nombre indica es un elemento metálico cuya función es evitar que el gatillo se enganche o choque con ramas u otros objetos al caminar por terrenos abruptos y el arma se dispare sola.
- El *guardamano* es una pieza de madera o polímero, normalmente del mismo material que la culata, que sirve para colocar la mano contraria a la que acciona el gatillo así ofrecer un mayor apoyo al arma.
- La *culata* es la parte final del arma, la cual se apoya sobre el hombro para dar sujeción al disparo. Esta es una parte muy importante de la escopeta y uno de los objetos del proyecto, ya que su morfología es decisiva para un correcto uso del arma.

En la siguiente ilustración (4) se muestran todos los componentes del arma mencionados anteriormente.



Ilustración 4 Partes de la escopeta [7]

Debido a la importancia de la culata a continuación se exponen las diferentes partes de esta.

- La *cantonera* es el componente polimérico del final de la culata. El diseño de este componente y su material muy importante debido a que es el que está en contacto con el hombro del tirador y a su vez tiene que estar fabricado de un material capaz de absorber parte de las fuerzas de retroceso.
- El *talón* son los últimos centímetros de la parte de madera sobre la que se inserta el componente polimérico.
- La *cresta o lomo* es la parte más alta de la culata sobre la que reposa la cara del tirador
- La *puntera* es el pico inferior trasero de la culata, punto crítico ya que en caso de mal apoyo del arma al disparar puede dañar al tirador por su geometría. Su función es hacer encajar al arma de una forma correcta en el hueco inferior a la axila.

En la siguiente ilustración (5) se muestran las partes citadas aquí.



Ilustración 5 Partes de la culata [8]

Una vez conocidos los diferentes componentes de una escopeta ya se puede entender el funcionamiento de sus mecanismos. La sucesión de procesos al efectuar un disparo es la siguiente:

- Carga de los cartuchos en la recámara y cierre del arma.
- Retirada del seguro para desbloquear los mecanismos.
- Presión del gatillo para activar el mecanismo percutor
- El percutor acciona la aguja que impacta sobre el pistón del proyectil
- En el pistón del proyectil se produce una chispa que hace explotar la pólvora empujando el proyectil hacia la salida de los caños.

En la ilustración que sigue (6) se muestran los componentes ubicados en el interior de la caja de mecanismos que facilitan la comprensión del funcionamiento. [9]

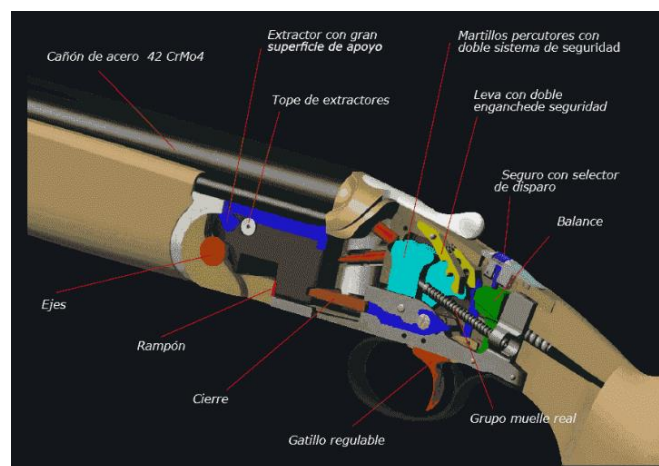


Ilustración 6 Funcionamiento del arma [10]

3.1.3. Tipos de escopetas

En este apartado se expondrán las características principales de las escopetas de cerrojo, corredera, mixta, monotiro, semiautomática, superpuesta y yuxtapuesta, ya que son las más comunes y a la vez las que más información pueden aportar al presente proyecto.

3.1.3.1. Cerrojo

Este tipo de escopeta no es una que se vea ni utilice frecuentemente, ya que es un arma lenta de recargar y hay otras que la mejoran en multitud de aspectos. Sin embargo, hay diferentes situaciones en que este tipo de arma brinda una serie de prestaciones que no tiene ninguna otra. Un ejemplo en que este tipo de arma es una elección correcta es para el uso de la escopeta en caza mayor y para disparar con ella cartucho bala o “Brenneke” a los que confiere una estabilidad y precisión que ninguna otra escopeta tiene.



Ilustración 7 Escopeta de cerrojo [11]

El funcionamiento de estas armas es muy similar a los rifles de cerrojo, solo que los rifles son armas con el ánima rayada y las escopetas la tienen lisa.

El funcionamiento consiste en que, tras cada disparo, de forma manual se deberá hacer un movimiento ascendente y hacia atrás del cerrojo para expulsar la vaina del proyectil disparado y nuevamente se desplazará el cerrojo hacia adelante y hacia abajo para dejar el arma nuevamente cargada y lista para disparar. [12]

3.1.3.2. Corredera

Este tipo de arma, también conocida como escopeta de bomba y quizá más popular en televisión que en tiro deportivo o caza, es una escopeta que se caracteriza por su peculiar forma de recargar tras cada disparo. Esta escopeta dispone de un sistema de corredera ubicado en el guardamanos que se acciona manualmente. El funcionamiento es relativamente sencillo de comprender. Una vez efectuado el disparo se desplaza el guardamanos hacia atrás (parte de la culata) y así la recámara queda abierta y sale la vaina vacía. Seguidamente se desplaza la corredera hacia la parte delantera produciendo que el siguiente proyectil ascienda hasta la recámara y a su vez esta quede cerrada y lista para efectuar un nuevo disparo.

Este tipo de armas al ser de tipo “carga manual” puede albergar hasta 7 proyectiles en su cargador tubular situado por debajo del cañón, mientras que el resto de las escopetas pueden albergar un máximo de 2 o 3 proyectiles. [13]



Ilustración 8 Escopeta corredera [14]

Actualmente en España es uno de los tipos menos empleados ya que entre otros motivos, se asocia más a los cuerpos de seguridad y/o a las películas de acción que, al tiro deportivo o la caza, ya que a pesar de la cantidad de proyectiles que pueden cargarse y ligereza es una escopeta que emite un fuerte sonido al recargarla (inconveniente para cazadores) y normalmente tienen caños cortos que les proporcionan poco alcance (inconveniente para tiradores deportivos).

3.1.3.3. Monotiro

Arma que se caracteriza por disponer de un solo cañón de ánima lisa y por poder efectuar solamente un disparo entre cada recarga. La recarga de estas armas se realiza de forma manual sin mecanismos auxiliares.

Esta arma es de interés para personas que se inician en la caza o tiro al plato gracias a que son escopetas con pesos bastante inferiores al resto y se fabrican en calibres más pequeños por lo que ofrecen también menos retroceso.



Ilustración 9 Escopeta monotiro [15]

En cuanto a su mercado son escopetas más baratas que el resto de los tipos debido a su sencillez mecánica. [13]

3.1.3.4. Semiautomática

Es el arma por excelencia y por ello la más vendida hoy en día para el ejercicio de la caza gracias a sus excelentes rendimientos en cuanto a peso, precisión y funcionalidad.

Son armas con un solo cañón de ánima lisa que disponen de un mecanismo de recarga automática tras cada disparo. En lo referente a este mecanismo se diferencian dos tipos de escopetas semiautomáticas, las que poseen el cañón móvil y con el propio retroceso

del disparo realizan la expulsión de la vaina y la siguiente recarga, y las que tienen un sistema de sustracción de gases del disparo los cuales son utilizados para preparar el siguiente disparo.

Como el propio nombre indica, las armas semiautomáticas permiten realizar varios disparos tiro a tiro, es decir, si se mantiene presionado el gatillo el arma solo dispara uno. Por el contrario, las armas automáticas (subfusiles y armas de guerra) disparan todos los proyectiles disponibles en el cargador al mantener presionado el gatillo.



Ilustración 10 Escopeta semiautomática [16]

En lo referente a la ley de regulación de armas española, las escopetas semiautomáticas solo se pueden cargar con 3 proyectiles, aunque su capacidad sea mayor, tanto en el ejercicio de la caza como en el tiro deportivo.

En cuanto al peso se refiere estas escopetas tienen pesos elevados cuando están cargadas completamente, lo que las hace muy útiles para el tiro al plato, donde un arma pesada es más eficaz que una excesivamente ligera.

3.1.3.5. *Superpuesta*

Actualmente considerada como la reina de las escopetas, las escopetas superpuestas son armas con dos cañones de ánima lisa dispuestos uno encima de otro, lo que favorece a su cierre y a que este no soporte esfuerzos excesivos con los disparos.

Al igual que con las escopetas yuxtapuestas, este tipo de armas soportan una gran variedad de calibres lo que las hace armas altamente útiles, versátiles y eficaces. Esta escopeta representa claramente seguridad, precisión y fácil montaje y transporte, todo esto combinado con la propia belleza de la escopeta.



Ilustración 11 Escopeta superpuesta [17]

A lo largo del proyecto se analizarán y desarrollarán los diferentes aspectos formales y funcionales de este tipo de escopetas.

3.1.3.6. Yuxtapuesta

Escopeta profundamente ligada a los cazadores más tradicionales. Posee dos cañones de ánima lisa dispuestos de forma paralela. La escopeta yuxtapuesta está considerada como el arma de caza por excelencia. Los tiradores más clásicos todavía conservan el gusto por esta tradicional escopeta que ofrece unas grandes prestaciones para la caza y el tiro deportivo.

Esta arma se caracteriza por disponer de dos cañones paralelos capaces de adaptarse a un gran número de calibres, siendo el número 12 uno de los más populares.



Ilustración 12 Escopeta yuxtapuesta [18]

En función de su báscula, se pueden diferenciar dos tipos de escopeta yuxtapuesta: la de llave de caja (más robusta y sencilla de usar) y la de llave paralela o pletina larga (más compleja y precisa).

Gran parte de estas armas poseen doble gatillo, uno para cada cañón, aunque también son muy populares los modelos de uno solo. Podemos decir que esta arma proporciona una gran manejabilidad, funcionalidad y todo esto combinado con la eficacia y la obvia elegancia del arma. [13]

3.1.4. La escopeta de tiro al plato

Las escopetas para tiro deportivo y por tanto las que serán el objeto del proyecto, son un tipo de armas con unas características especiales que se exponen en este apartado.

En primer lugar, aunque para el tiro al plato pueden utilizarse cualquier tipo de escopetas, en un porcentaje mayor al 90% se emplean de tipo superpuesta ya que, gracias a su gran versatilidad, comodidad, fácil encare, rapidez y adaptabilidad a diferentes entornos hace que sea la escopeta más completa y adecuada para esta finalidad.



Ilustración 13 Escopeta de tiro al plato [19]

A la hora de comprar una escopeta nueva para tiro al plato, existen dos tipos de mercados, los que buscan un arma única y adaptada a cada modalidad de tiro con las exigencias que cada una de ellas supone, o los que buscan una escopeta intermodal que pueda adaptarse de manera eficiente a todos los tipos de tiro. Ambos campos de mercado siempre buscan un arma que se adapte a su físico, o a la forma que cada persona tiene de encarar el arma, es por ello por lo que se realiza este proyecto.

En lo referente al peso de este tipo de armas, son escopetas ligeramente más pesadas que las que se utilizan para la caza, oscilan entre 3,5 y 4 kilos lo que les confiere una mayor estabilidad y una mejor absorción de las fuerzas de retroceso producidas por los proyectiles. Así en modalidades de tiro en que se tira a diferentes platos seguidos, el retroceso del primer tiro no influye demasiado en el encare al segundo objetivo.

La longitud de los caños y las “estrellas” es otro parámetro en que se fijan los compradores de un arma de este tipo, buscando un cañón lo más largo posible dentro de la gama de posibilidades (a partir de 76cm) ya que así los disparos tienen una mayor precisión a larga distancia. Este hecho requerirá un mejor enfoque del objetivo y una mayor puntería, pero para tiradores experimentados serán las escopetas más precisas. Otra característica que influye en la precisión de los disparos son las estrellas del caño que pueden ser fijas de manera que solo cambiando los caños se puedan modificar, o pueden ser intercambiables mediante los ya definidos chokes.

Se debe destacar ahora que casi el 100% de los tiradores deportivos utilizan cañones con choke número 2 en el primer disparo (cañón inferior) y choke número 1 en el segundo disparo (cañón superior).

Otro matiz especial en las escopetas de tiro al plato son las culatas. Estas están hechas de madera maciza o en algunos casos de caucho sintético pero su geometría es mucho más robusta que en las escopetas de caza. Así se aumenta el peso, y con ello su capacidad de absorción de las fuerzas de retroceso. También en muchos casos la escopeta de tiro al plato presenta un apoyo superior para la mejilla, elevable y ajustable, para facilitar el encare de los platos en las diferentes modalidades.

Como última característica a destacar, las escopetas de tiro al plato serán de calibre 12 o 20 aunque casi la totalidad de estas son de calibre 12 debido a su versatilidad, disponibilidad (ya que es el calibre más genérico) y funcionalidad. [20]

3.2. EL TIRO AL PLATO

El tiro al plato es un deporte muy popular en España, practicado por muchos aficionados y por cazadores que lo sustituyen por la caza en épocas de veda como entretenimiento y como entrenamiento para mejorar sus disparos.

Es un deporte con disciplinas Olímpicas y Deportivas que emula la caza de aves al vuelo representadas por pequeños discos de arcilla de unos 11cm de diámetro. Algunas de las variables que dependen de la modalidad de tiro al plato que se practique son el tamaño de los platos, el número de platos a romper, sus trayectorias, el número de disparos que podemos hacer a cada plato o la posición del tirador con respecto al lanzaplatos.

Los materiales requeridos para la práctica de este deporte son muy sencillos, una escopeta de tipo y calibre variable, aunque como ya se ha mencionado la más usada y recomendada es la escopeta superpuesta de calibre 12, ropa adecuada para portar las municiones como puede ser un chaleco con alforjas y protectores tanto auditivos como oculares.

A medida que los tiradores adquieren experiencia en este deporte comienzan a especializarse en una modalidad y por consiguiente son cada vez más exigentes tanto con los campos y medios externos que puedan influir en el tiro, como con sus armas, buscando escopetas a medida que se ajusten a todos los parámetros que influyen en los disparos, lo cual, será el objetivo principal del proyecto.

3.2.1. Historia

El claro precedente de este deporte lo encontramos en nuestros antepasados, los cuales cazaban para alimentarse. La necesidad de conseguir comida les hizo agudizar no solo su ingenio y sus técnicas, sino que también su puntería. Aquí es donde encontramos el que podría ser el primer precedente de este deporte. Con la invención de la escopeta y su utilización en la caza, cada vez era más frecuente que los cazadores dispararan a blancos para mejorar su puntería y poder así abatir las presas cuando estuvieran delante.

Todavía hoy, la gran mayoría de los tiradores experimentados tienen como primer contacto con las armas de fuego la caza, y se han incorporado en el mundo del tiro al plato ya sea como sustitución o como entrenamiento en épocas de veda.

Se puede considerar 1871 como el año en que surge el tiro como deporte cuando la Asociación Nacional de Rifle celebró, en Estados Unidos, la primera competición conocida a nivel internacional.

Años más tarde, en 1880, este deporte tuvo un importante punto de inflexión ya que hasta ahora era accesible solamente a clases sociales con nivel de vida elevado, pero a partir de aquí comenzó a ser una afición para todas las clases. [21]

El motivo de dicho punto de inflexión es sin duda el cambio de los objetivos a los que disparar. Tradicionalmente se utilizaba un pichón. Las aves eran colocadas bajo un sombrero y luego liberadas, pero a partir de esta fecha, los pichones se sustituyeron por

objetos en forma de disco plano de arcilla u otros materiales cerámicos que ofrecían simulaciones de vuelo muy similares a las de los animales reales.



Ilustración 14 Tiro al plato antiguo [22]

Este cambio fue altamente aceptado no solo por el coste económico, sino a nivel medioambiental ya que el número de ejemplares de paloma que se abatían no era sostenible para el ecosistema.

El deporte de tiro fue reconocido por primera vez como disciplina olímpica durante los Juegos Olímpicos de Atenas en 1896, incluyéndose en su programa de actividades.

Durante los II Juegos Olímpicos celebrados en Francia en 1900, participaron 166 tiradores. Y fue en 1908, durante los Juegos Olímpicos de Londres, donde se incorporaron nuevas modalidades de arma larga, fusil y carabina como disciplinas individuales.

Un poco más adelante, durante el 47 Campeonato del Mundo celebrado en Barcelona en 1998, participaron 2500 tiradores de más de 100 países, siendo la primera competición en la que, tiradores ciegos, realizaron una exhibición.

Desde su inclusión como disciplina olímpica, el tiro olímpico ha sido un participante fiel en todos los Juegos Olímpicos. Aun habiendo reducido el número de eventos de 17 a 15 durante los juegos de Pekín en 2008, esta disciplina deportiva cuenta cada vez con participantes.



Ilustración 15 Tiro al plato [23]

Tanto es así que actualmente existen 16 modalidades de tiro que forman parte del programa de las Olimpiadas. [24]

3.2.2. Modalidades

Para una correcta clasificación de las diferentes modalidades de tiro al plato conviene distinguir entre disciplinas deportiva y disciplinas olímpicas.

Las modalidades de tiro deportivo más destacables son el Foso Universal, el Minifoso, el Sporting y los Recorridos.

En cuanto al tiro olímpico, su disciplina más representativa es el Foso Olímpico, aunque también existe el Doble Trap y el Skeet.

3.2.2.1. Foso Universal

Es una competición sobre un total de 200 platos de trayectoria variable en 8 series de 25. Para la que se usa una escopeta de calibre 12 y cartuchos de hasta 28 gramos de plomo.

Los tiros se realizan desde 5 puntos diferentes de la cancha y no hay diferencias entre categorías masculina y femenina. [25]

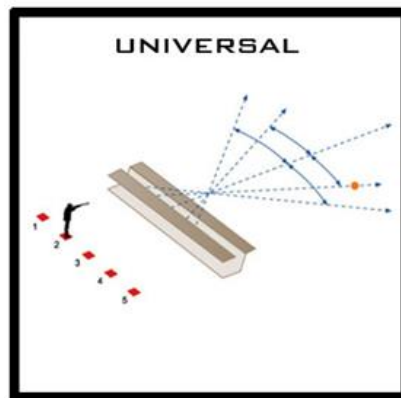


Ilustración 16 Foso Universal [26]

3.2.2.2. Minifoso

Esta es una de las disciplinas de tiro al plato que cuenta con las mismas condiciones que en Foso Universal, salvo que esta vez, la competición es sobre 3 series de 25 platos de arcilla, 75 en total, algo menos de la mitad. [25]

3.2.2.3. *El Compak Sporting*

Es una disciplina de tiro al plato en la que el tirador se enfrenta a platos con trayectorias muy variables, lo que la convierte en una de las modalidades más emocionantes.

Se desarrolló a partir de los recorridos de caza, y surgió por la de la necesidad de aprovechar campos más pequeños, ya que el Compak Sporting se adapta a las medidas de una cancha de tiro convencional como puede ser la de foso o skeet.



Ilustración 17 Compak Sporting [26]

La cancha de Compak Sporting está formada por cinco máquinas lanzaplatos y cinco puestos de tiro en los que se ubican los tiradores. Los puestos se encuentran situados en línea con una pequeña separación entre ellos.

La superficie para situarse dentro del puesto es de un metro cuadrado y está compuesto por un rectángulo que mide 25 metros de largo por 40 de ancho.

El puesto de tiro está fabricada a modo de jaula con el fin de impedir que el tirador pueda volverse con la escopeta cargada y provocar un accidente a los tiradores contiguos.

Las máquinas lanzaplatos no están colocadas a gran distancia, ya que el reglamento del Compak Sporting obliga a que todos los platos, durante el recorrido de su trayectoria, pasen en algún momento a una distancia cercana a los puestos de tiro. [27]

3.2.2.4. *Recorridos*

Dentro de la modalidad de recorridos, el recorrido de caza es el más famoso y practicado, ya que es una disciplina de tiro deportivo que reproduce las situaciones del tiro de esta modalidad, practicado con un arma de caza sobre blancos artificiales.

El objetivo de estos tipos de tiro es valorar las cualidades técnicas y deportivas de los participantes. Los trazados de los recorridos reproducen las trayectorias de caza, con una gran variedad de dificultades.

La organización de una prueba de recorridos de caza debe tener en cuenta, tanto la seguridad de todas las personas presentes, como la protección de la vegetación y la gestión del medio ambiente.



Ilustración 18 Recorrido de caza [26]

3.2.2.5. *Foso Olímpico*

También denominado Trap. Consta de una Fase de Competición en la que en la categoría masculina se dispara a 125 platos en 5 series de 25, con una escopeta de calibre 12 y cartuchos de 24 gramos, desde 5 puntos diferentes de la cancha de tiro. Los platos tienen trayectorias variables. En la Fase de Competición de la categoría femenina se compite sobre un total de 75 platos en 3 series de 25. El resto de las fases son comunes a ambas categorías. Los seis mejores de la competición pasan a disputar una Semifinal Olímpica que consiste en una serie de 15 platos. Del resultado de esta semifinal se obtienen tres parejas. Los dos primeros clasificados, que realizarán la Final Olímpica para dilucidar el primer y segundo puesto, y los dos tiradores intermedios, que se disputarán el tercer puesto quedando eliminados los dos peores. La disputa en la Final Olímpica de las medallas de Oro y Plata se hace entre las parejas antes mencionadas con una serie adicional de 15 platos. Del mismo modo se decide la medalla de bronce. [28]



Ilustración 19 Foso olímpico [26]

3.2.2.6. Doble Trap

Al igual que las otras dos modalidades Olímpicas, se tira con escopeta de calibre 12 y cartuchos de 24 gramos. La categoría masculina realiza una Fase de Competición de 150 platos repartidos en 5 series de 30 desde 5 puntos diferentes de la cancha de tiro. Por otro lado, en la categoría femenina se compite sobre una total de 120 platos en 4 series de 30. Los platos, también de 11 cm, son lanzados en dobles (de dos en dos) con una trayectoria conocida. El procedimiento de la Semifinal Olímpica y de la consiguiente Final Olímpica se realiza del mismo modo que las demás modalidades, con los seis mejores deportistas, esta vez, sobre series de 30 platos (15 lanzamientos dobles). [28]

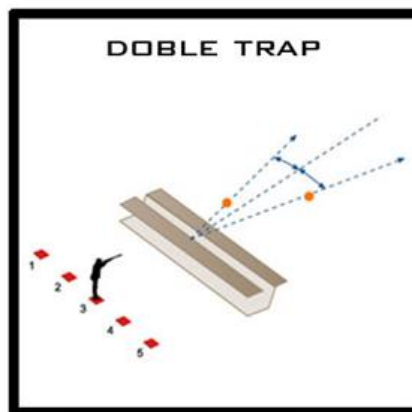


Ilustración 20 Doble Trap [26]

3.2.2.7. Skeet

Con escopeta calibre 12 y cartuchos de 24 gramos se tira una primera Fase de Competición sobre 125 platos en 5 series de 25, en la categoría masculina. En el caso de la categoría femenina se lanzan un total de 75 platos divididos en 3 series de 25. Ambas categorías disparan desde 8 puntos diferentes de la cancha, a platos lanzados desde dos casetas situadas a los laterales de la cancha de tiro con trayectorias conocidas. Los seis mejores pasan a la Semifinal Olímpica. Esta consiste en una serie de 16 platos en ambas categorías, donde quedarán eliminados los dos peores deportistas. La Final Olímpica, disputada por los dos mejores tiradores de la Semifinal, decide las medallas de Oro y Plata sobre una serie adicional de 16 platos a romper. Del mismo modo, se disputa la medalla de Bronce entre el tercer y cuarto clasificado/a de la Semifinal.

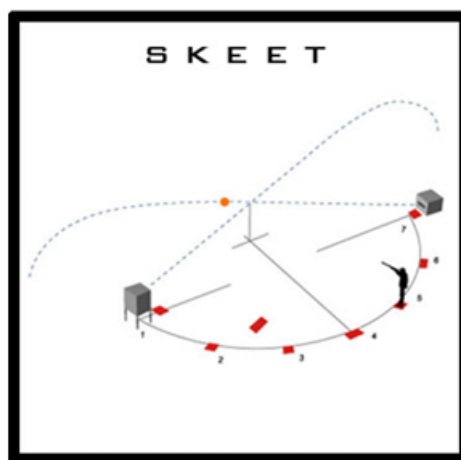


Ilustración 21 Skeet [26]

Además del tiro al plato, existen diferentes disciplinas de tiro deportivo y olímpico con otras armas, así como el tiro con pistola neumática, con carabina de aire, con pistola de velocidad, con pistola deportiva, con pistola libre, con carabina tendido o con carabina en 3 posiciones. [25]

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El dispositivo proyectado en este documento está enfocado en el ajuste de escopetas para tiro deportivo ya que el campo de intervención de estas es el más exigente con sus armas y a la vez el que más dinero está dispuesto a gastar en ellas. En la actualidad sus precios son muy elevados a la vez que la labor de toma de medidas es muy tediosa dando lugar a diferentes errores.

El objetivo principal del presente proyecto es crear un dispositivo de simulación muy próximo a la realidad, para la toma de valores en los parámetros que influyen en un disparo y así poder fabricar las escopetas por mecanizado u otros medios actualmente estandarizados.

Una vez definido el campo de intervención, se puede pasar a caracterizar el número de ajustes que debe permitir la culata para una personalización perfecta a cada tirador y el rango de oscilación de dichos ajustes para ser útil para cualquier persona sea cual sea su complejión.

El número de parámetros que tienen influencia directa sobre la precisión de los disparos debido a la morfología del arma se recogen en diferentes estudios y son 8. La altura, la ventaja, la longitud, la salida del talón, la caída, el pitch, la salida global y la masa total del arma. El rango en el que las variables deben moverse dependerá de cada uno de los parámetros, ya que algunos ajustes como por ejemplo la longitud, serán muy variables, a la vez que otros como la salida del talón variarán en unos pocos milímetros.

El dispositivo de simulación deberá contar con un generador de fuerzas de retroceso que se asemeje al retroceso real de una escopeta en esta modalidad, en magnitud y dirección, por lo que se estudiará la fuerza real existente en las escopetas y posteriormente los diferentes sistemas para producirla

También se intentarán recrear unas características acústicas propias de un disparo real para que el usuario que lo utilice se integre por completo con el simulador y su experiencia sea lo más realista posible.

Para el seguimiento y regulación de los diferentes parámetros anteriormente mencionados, se requerirá de un software de proyección de escenarios de tiro al plato, a la vez que se busca una aplicación que permita saber el lugar de impacto de los proyectiles.

Como último objetivo se busca que el coste final de la culata y el proceso de fabricación sea menor al coste de las culatas confeccionadas a medida, para hacerlo un producto competitivo.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las especificaciones técnicas mencionadas.

Tabla 1 Especificaciones Técnicas. Edición propia

| CARACTERÍSTICA | REQUERIMIENTO |
|------------------------|--|
| Parámetros regulables | 8 |
| Magnitud de variación | suficiente para todos los usuarios |
| Fuerza de retroceso | igual al real |
| Acústica | 150 Db |
| Software | capaz de localizar el punto de impacto de los proyectiles |
| Masa | 3-3,5 Kg |
| Trasladable | Posibilidad de mover entre distintas salas o instalaciones |
| Proceso de fabricación | Mecanizado u otro proceso automatizado |
| Coste | Reducir método artesanal |

Además de estas características, se debe tener en cuenta que el lugar de instalación del dispositivo se pretende que sea una armería, es decir, un espacio cerrado en el que por seguridad no deberá proyectarse nada desde la escopeta.

El dispositivo se buscará que sea lo más versátil posible y que permita un fácil traslado a otra sala u otra armería, reduciendo así los costes de montaje.

5. DISEÑO CONCEPTUAL

Antes de realizar el diseño detallado del mecanismo de ajuste de variables instalado en la culata, se realiza un estudio de diferentes alternativas que definirán la configuración del mecanismo, sus componentes y la función que deben desempeñar.

Entre las partes del dispositivo que se van a estudiar se encuentran el simulador de retroceso que intentará dar una sensación igual a la real en la medida de lo posible. La elección del simulador de tiro que representará los disparos para un correcto análisis también tendrá lugar en este apartado.

El estudio previo de estos componentes del dispositivo será necesario para un correcto diseño de la escopeta en cuanto a forma y la resistencia que deben tener sus componentes.

5.1. DISEÑO DE DISPOSITIVO DE RETROCESO

Este dispositivo será el encargado de generar las fuerzas de retroceso necesarias para conferir a la totalidad del dispositivo un realismo mayor que otros simuladores existentes.

Antes del estudio de alternativas para producir las fuerzas requeridas se estudiará el retroceso real, valor al que deberá aproximarse.

5.1.1. Cálculo del retroceso real

Considerando el movimiento del proyectil dentro del cañón como movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, ya que una vez que este sale del cañón deja de influir por la disipación de los gases de la combustión de la pólvora, entonces se tiene:

$$L_{caño} = L_{inicial} + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$V = V_0 + a \cdot t$$

Donde:

$L_{caño}$ = longitud del caño de la escopeta

$L_{inicial}$ = longitud inicial del proyectil respecto al comienzo del caño

V_0 = velocidad inicial del proyectil

t = tiempo en que el proyectil recorre el cañón

a = aceleración del proyectil

V = velocidad con la que sale el proyectil del caño

Aplicando el 2º principio de la dinámica sobre el proyectil:

$$F = m \cdot a$$

Donde:

F = fuerza que actúa sobre el proyectil

m = masa del proyectil

a = aceleración del proyectil

Finalmente aplicamos el 3º principio de la dinámica, principio de acción y reacción, lo que quiere decir que la fuerza de retroceso será igual a la fuerza que actúa sobre el proyectil, por tanto:

$$F = F_R$$

Donde:

F_R = fuerza de retroceso que el arma ejerce sobre el tirador.

También será importante conocer el retroceso en términos de velocidades, para lo cual sabemos:

$$m_{arma} \cdot v_{retroceso} = m_{proyectil} \cdot v_{proyectil}$$

Ahora para realizar los cálculos se buscarán las velocidades de los proyectiles a la salida del caño en diferentes escopetas de tiro al plato, las diferentes masas de los proyectiles y las escopetas de esta modalidad y las diferentes longitudes de caño con los cuales se realizarán los cálculos.

5.1.1.1. Longitud de caño

La longitud de los caños es la distancia comprendida entre la recámara, lugar donde se colocan los cartuchos y el final de estos. Exactamente la longitud inicial se toma desde el punto en que se juntan el percutor y el culatín del cartucho.

Dependiendo las modalidades de tiro que se practiquen serán más apropiadas unas longitudes u otras, ya que este parámetro influirá después en la velocidad de los proyectiles y también en la precisión del disparo.

Por norma general, un cañón más largo proporciona una mayor velocidad de salida debido a que el proyectil solo acelera mientras está dentro de este. Cuando el proyectil sale del caño los gases producidos por la explosión de la pólvora que lo estaban impulsando se disipan por el aire y el proyectil comienza a decelerar. Por el contrario, para determinados recorridos de tiro, cañones cortos proporcionan una mayor agilidad al tirador, en disparos realizados a blancos en todas las direcciones de forma aleatoria y muy rápida.

Hoy en día, para la gran mayoría de las modalidades de tiro se prefiere un cañón ligeramente más largo que los utilizados en otros usos de las escopetas, como puede ser la caza o los fines militares, ya que así se consigue una mayor velocidad y precisión para abatir los blancos lanzados. [29]

Como conclusión del estudio se obtiene que las longitudes de caño más utilizadas hoy en día por profesionales son de entre 70 y 76 cm, aunque las usadas con más frecuencia es de 75cm por lo que esta cota será la utilizada en el estudio.

5.1.1.2. Masa de los proyectiles

Dependiendo de los tiradores y nuevamente, de la modalidad que se practique, se preferirán unos cartuchos u otros, cada tipo con unas características específicas de masa, material, propulsión o dispersión, además de las características específicas de cada fabricante.

De todos estos parámetros, para el estudio de las fuerzas y velocidades de retroceso es preciso conocer la masa por lo que se realiza un estudio y se concluye lo siguiente:

- De datos de ventas, extraídos de diferentes armerías se indica que los cartuchos preferidos para una gran mayoría de aficionados son de 27.5 o 28 gramos.
- En modalidades olímpicas las normativas obligan a utilizar cartuchos de 24 gramos.

Debido a la dispersión de los datos obtenidos se utiliza para el cálculo los datos de los cartuchos de 28 gramos ya que son los más vendidos.

5.1.1.3. Velocidades de salida

Una vez conocemos la masa genérica y la longitud de los caños podemos proceder al estudio de la velocidad de salida mediante la recopilación de datos y análisis de estos.

La velocidad de los proyectiles a la salida de los caños es una magnitud muy influyente en el alcance del objetivo, y depende en gran medida de otros parámetros como la longitud de los caños del arma que se está empleando, o de los proyectiles que se disparan.

En el estudio se realizará mediante una célula fotosensible a la salida de los caños que medirá las velocidades que tienen una serie de cartuchos de 28 gramos empleados con frecuencia en el tiro deportivo. [30]

Los resultados del estudio son:

Tabla 2 Velocidad media a la salida del caño [30]

| MARCA | GRAMAJE | MODALIDAD | V1 (m/s) | V2 (m/s) | V3 (m/s) | V MEDIA (m/s) |
|----------------|---------|----------------------------|----------|----------|----------|---------------|
| Akkar Churcill | 28 | Stoping Hélice | 409 | 409 | 409 | 409 |
| Akkar Churcill | 28 | RD Hélice | 415 | 418 | 411 | 414 |
| Akkar Churcill | 28 | Armusa Caza | 394 | 395 | 390 | 393 |
| Akkar Churcill | 28 | RC 4 Red Shot | 370 | 381 | 380 | 377 |
| Akkar Churcill | 28 | Bornaghi Infinity | 401 | 400 | 401 | 400 |
| Akkar Churcill | 28 | Bornaghi ZZ Bird | 405 | 412 | 408 | 408 |
| Akkar Churcill | 28 | Cheddite Electrociibles | 395 | 380 | 393 | 389 |
| Akkar Churcill | 28 | Cheddite Trap Oro | 389 | 394 | 385 | 389 |
| Akkar Churcill | 28 | Cheddite Recorrido de Caza | 395 | 396 | 392 | 394 |
| kkar Churcill | 28 | R. Gaito | 405 | 406 | 411 | 407 |
| Akkar Churcill | 28 | A. Schiavone | 394 | 404 | 399 | 399 |
| Akkar Churcill | 28 | Rafaël Coppo | 382 | 385 | 384 | 383 |
| Akkar Churcill | 28 | Rafaël Carrera | 392 | 394 | 394 | 393 |
| | | | | | | 396,5384615 |

A partir de los datos tomados, tres veces con cada tipo de cartucho, se calcula la media aritmética y así se obtiene una velocidad de 396.54 m/s, velocidad que se empleará en el cálculo total de las fuerzas de retroceso.

5.1.1.4. Masas de las escopetas

En el estudio, aunque se ajustará en el diseño del dispositivo de regulación de variables, se debe tener en cuenta la masa total de la escopeta.

Después en el diseño también se contemplará y se tendrá en cuenta que el centro de gravedad quede compensando, y que los materiales se ajusten al peso requerido.

Normalmente las escopetas de tiro al plato poseen una masa superior a la de otras armas similares destinadas a otros fines, ya que una mayor masa le confiere una estabilidad y consistencia en el disparo muy valiosa y a su vez el tirador no debe portarla mucho tiempo ni recorrer grandes distancias como sería el caso de una escopeta de caza.

Las masas de las escopetas de tiro al plato por norma general están entre 3.5 y 4 kg como máximo, para aportarles la consistencia mencionada y a la vez que no entorpezcan el disparo. [31]

5.1.2. Cálculos

Una vez se tienen los datos se introducen en las fórmulas expuestas en el apartado 4.1.1. y se obtiene que el tiempo que tarda el proyectil en recorrer el caño es de 4 milésimas de segundo y la aceleración 104.342 m/s^2 .

Se obtiene que la fuerza de retroceso es de 2921N, valor que no se transmite por completo al tirador ya que las diferentes piezas que conforman la escopeta absorben parte.

Con todo esto, 2921N será el valor que se buscará en las diferentes alternativas al generador de retroceso.

En términos de velocidad se obtiene que la velocidad de retroceso es de 3.17 m/s.

5.1.3. Generadores de retroceso

Ahora que se conoce la fuerza de retroceso y velocidad a la que se debe aproximar el simulador se estudiarán las diferentes alternativas para producirlo. Dentro de ellas se incluye: el uso de electroimanes o solenoides tubulares, la utilización de un sistema neumático de aire comprimido, emplear un sistema de muelles o el uso de munición de fogeo.

5.1.3.1. *Generador de fuerza por campo magnético*

El uso de electroimanes o solenoides es la primera idea que se baraja ya que, de funcionar, proporcionaría unos buenos resultados de calidad, durabilidad y respeto por el medio ambiente, además de no requerir de sistemas auxiliares más allá de una conexión eléctrica.

El electroimán es un tipo de imán que se suele utilizar en muchas de las herramientas que utilizamos a diario. Se trata de un imán en el que el campo magnético es producido a través del flujo de la corriente eléctrica, y que desaparece en cuanto esa corriente cesa.

Son además un tipo de imán que permiten el funcionamiento de objetos como motores, generadores, relés, altavoces, discos duros, máquinas MRI, instrumentos científicos, equipos de separación magnética y otros tipos de dispositivos eléctricos.

Existen diferentes tipos de electroimanes según la dirección de la corriente y la potencia deseada. Entre ellos destacamos los de corriente circular, los de corriente continua, los rectangulares y los de accionamiento.

Para poder entender el funcionamiento de este sistema, primero es necesario conocer cada una de sus partes. El electroimán cuenta con unas bobinas metálicas por donde se hace pasar la corriente y un núcleo paramagnético colocado en el centro de dicha bobina.

Antes de que la corriente en el electroimán se active, los dominios en el núcleo de hierro están en direcciones al azar, por lo que sus campos magnéticos pequeños se anulan entre sí, y el hierro aún no tiene un campo magnético de gran escala.

Cuando una corriente pasa a través de la bobina envuelta alrededor de la plancha, su campo magnético penetra en el hierro, y hace que los dominios giren, alineándose en paralelo al campo magnético, por lo que sus campos magnéticos diminutos se añaden al campo del alambre, creando un campo magnético que se extiende en el espacio alrededor del imán.

Cuanto mayor es la corriente que pasa a través de la bobina de alambre, más dominios son alineados, aumentando la intensidad del campo magnético. Finalmente, todos los dominios estarán alineados. Nuevos aumentos en la corriente solo causan ligeros aumentos en el campo magnético. Este fenómeno se denomina saturación.

Cuando la corriente en la bobina está desactivada, la mayoría de los dominios pierden la alineación y vuelven a un estado aleatorio y así desaparece el campo. [32]

El alambre enroscado sobre el núcleo o bobina dispone de dos terminales a través de los cuales se introducirá la corriente eléctrica para generar el campo. La magnitud y sentido de este vendrán determinados además de por la intensidad de la corriente, por la geometría y tamaño del núcleo y la bobina.

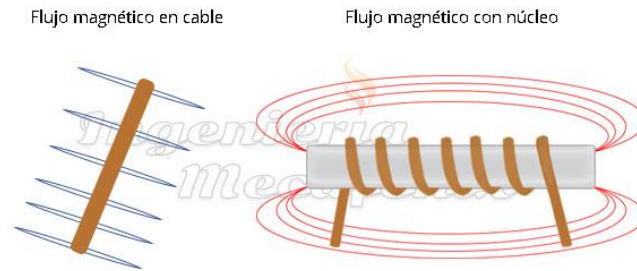


Ilustración 22 Electroimanes [33]

Las ventajas que conlleva el uso de electroimanes son que se pueden obtener potencias variables y que en el momento que se corta la alimentación deja de funcionar.

La manera en la que se pretende generar impacto con un electroimán es la siguiente:

- Se coloca la parte generadora de campo magnético fija a la báscula de la escopeta en el principio del caño.
- A una distancia determinada, suficiente para generar un impacto y a la vez suficiente para que incida sobre ella el campo del primero se coloca una parte móvil que discurre por el interior del caño.
- Cuando se presione el gatillo, la electricidad alimenta la bobina del electroimán atrayendo repentinamente el objeto móvil, lo cual generará un impacto. Este impacto será el causante de la fuerza buscada.

Sabiendo la manera en que se tiene que comportar el electroimán y las limitaciones dimensionales y de masa del conjunto, se procede a buscar imanes comerciales.

Tras la búsqueda y análisis de diferentes electroimanes comerciales se encuentra que el más próximo a lo requerido es uno con 30N de fuerza magnética, valor muy alejado de lo que se busca.

Antes de desechar el uso de campo magnético para la generación de impacto, se realiza un pequeño estudio de un tipo específico de electroimanes, los solenoides. Los solenoides tienen la característica de tener una bobina que se extiende una longitud determinada y en su interior, en vez de un núcleo fijo, se encuentra una pieza magnética que no ocupa toda la longitud de esta, de este modo cuando la electricidad entra en la bobina se crea un polo positivo y uno negativo y la pieza magnética se desplaza. [34]

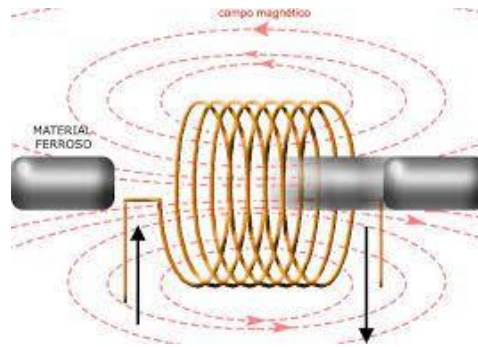


Ilustración 23 Solenoide tubular [35]

La propuesta de instalación es colocar una bobina a lo largo del caño de la escopeta con un objeto móvil posicionado en la punta el cual cuando la electricidad entre en la bobina haga que se desplace impactando contra la báscula.

El principal inconveniente de este sistema es la gran cantidad de pérdidas existentes en una bobina muy larga, por ello se decide que el sistema esté compuesto por varias bobinas dispuestas en serie.

Tras el análisis de las diferentes opciones comerciales y potencias de solenoides se halla un valor máximo de fuerza magnética de 120N, valor insuficiente para la sensación requerida.

Además de este inconveniente, la no instantaneidad del impacto es otro inconveniente, es decir, en el momento en que se presiona el gatillo el campo magnético comienza a acelerar la pieza móvil que va cada vez más rápido pasando de una bobina a otra y tarda un tiempo en impactar, por ello daría una sensación alejada de la realidad.

A modo de resumen, se termina por desechar la alternativa de uso de campo magnético como generador de impacto por las limitaciones geométricas y de peso además de las bajas potencias que estos pueden proporcionar.

5.1.3.2. Aire comprimido

Con respecto a la utilización de aire comprimido como segunda opción se barajan tres alternativas. Usar el sistema que posee una escopeta de aire comprimido, la disposición de un compresor junto al dispositivo y el lanzamiento de un objeto externo contra la báscula aprovechando el impacto de este para generar las fuerzas.

El sistema de aire comprimido utilizado en carabinas consta de un cilindro estanco en el que se mete el aire por presión manual, una vez el aire tiene una presión elevada dentro del pistón, se suelta de forma repentina proporcionando así el empuje del proyectil a lo largo del cañón.

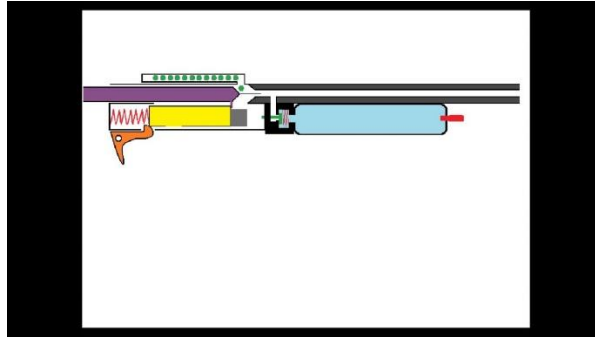


Ilustración 24 Sistema de aire comprimido [36]

Ya que el simulador se encontrará en un recinto cerrado, se contempla la posibilidad de disparar aire comprimido sin proyectil, lo que ejercerá una fuerza contra el arma de una magnitud que dependerá de la presión del aire.

Esta alternativa, aunque es económicamente viable, se rechaza debido a que las presiones para generar el impacto de un arma de fuego deberían ser elevadas y también aparece en contra que un sistema de recarga manual tras cada impacto sería incómodo para el usuario en modalidades de tiro en que se requiera de disparos consecutivos.

En relación con este sistema se estudia la incorporación de una bombona de CO₂ similar a las armas de AirShoft que incrementaría las fuerzas de retroceso, pero además de elevar el coste del dispositivo no se fabrican bombonas con la capacidad para una serie de disparos como la que supondría una tirada de tiro deportivo. Una vez más, las presiones que se alcanzan quedan muy por debajo de las requeridas.



Ilustración 25 Bobona de CO2 [37]

Como tercera opción, del mismo modo que en el caso anterior, se estudia la instalación de un compresor conectado al dispositivo, de modo que cuando se accione el gatillo suelte una presión de aire simulando el retroceso. En esta opción, además de los inconvenientes sonoros que tiene un compresor en un local como es una armería, se considera que las presiones que puede alcanzar uno convencional siguen quedando por debajo de lo requerido.

Fruto de esta alternativa, se plantea la utilización de un objeto externo colocado en el extremo del caño, en el mismo lugar colocar la entrada de aire comprimido proveniente

del compresor y con su accionamiento provocar el desplazamiento y posterior impacto del objeto contra la báscula del arma y así transmitir el impacto al tirador.

Además de los inconvenientes propios del compresor citados con anterioridad, aparece la no instantaneidad del retroceso, es decir, de igual forma que los electroimanes tardan en acelerar el objeto móvil y transcurre un determinado tiempo hasta que este impacta, con el aire comprimido desde el momento de accionamiento hasta la colisión del objeto móvil transcurrirían unas décimas de segundo, lo cual resta realismo a la simulación.

5.1.3.3. Muelles

Un muelle es un elemento mecánico que puede deformarse de manera no permanente absorbiendo energía elástica, para después restituirla, total o parcialmente, en función de sus características de amortiguamiento.

El campo de intervención de los muelles es muy amplio, especialmente en el automovilístico. Pueden ser de metal, caucho, plástico u otro material, aunque, aparentemente, no sea elástico.

Los muelles lineales tienen por curva característica una recta, cuyo coeficiente angular (relación entre la carga aplicada y la deformación que produce) es denominado generalmente coeficiente de elasticidad o rigidez del muelle. Los muelles duros se caracterizan por una rigidez creciente al aumentar la carga. Por el contrario, la rigidez de los muelles blandos decrece al aumentar la carga; en otros términos, a igualdad de carga aplicada, un muelle blando sufre deformaciones mayores que las de un muelle duro. Los muelles se clasifican generalmente en función de su forma (helicoidales, de ballesta, de barra, etc.) o del tipo de sollicitación (torsión, flexión, etc.). [38]

La instalación de un muelle o un sistema de varios muelles en el simulador haría posible que al accionar el disparador se liberase la energía previamente almacenada y así generar el retroceso.

Para generar las fuerzas de retroceso requeridas mediante este sistema sería necesario la instalación uno o varios muelles de unas dimensiones superiores a las de la geometría de la escopeta. Además, tras cada disparo sería necesario devolver el muelle hasta la posición inicial de acumulación de energía de forma manual, lo que nuevamente haría incómodo el dispositivo para el usuario.

5.1.3.4. Munición de fogeo

La munición de fogeo es un tipo de munición para armas de fuego, la cual dispone de los mismos componentes que un cartucho normal, a excepción de los proyectiles. También el taco, es otro componente que en algunos tipos de munición de fogeo aparece y en otros no.

En el caso que nos ocupa el tipo de cartucho a utilizar será un cartucho de pólvora negra, que produce una mayor sensación de retroceso y no dispone de taco, ya que lo que se pretende es que no salga nada proyectado de la escopeta.

Se debe recalcar que, al ser un cartucho sin proyectil, la oposición a la salida de gases será ligeramente menor y con ello la fuerza de retroceso,

Además, este tipo de carga genera una simulación sonora, que aporta un matiz de realidad que ningún otro simulador tiene.



Ilustración 26 Munición de fogeo [39]

Frente a la dificultad de generar fuerza de retroceso sin proyectar objetos o sin modificar las características formales y estructurales de una escopeta se concluye que en el dispositivo se utilizará munición de fogeo debido a que aporta las siguientes ventajas frente a las opciones de imanes, aire comprimido y muelles:

- No requiere de la instalación de sistemas auxiliares.
- No requiere de la instalación de cables.
- Proporciona una sensación de retroceso real que, aunque es ligeramente inferior a la real permite una experiencia completa.
- La sensación sonora real hace que el tirador se mimetice de forma completa con la simulación.

Una vez seleccionada esta alternativa aparece una característica más. Para la detonación de un cartucho de fogeo la escopeta debe ser real y funcional, ya que con los otros sistemas de generación podía ser una maqueta confeccionada en otros materiales.

5.2. ELECCIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN

Para poder analizar cada disparo del usuario y a su vez poder graduar los diferentes parámetros que influyen en sus disparos se necesita un software que simule el lanzamiento de platos y a su vez indique el lugar de impacto de los proyectiles.

Para desempeñar esta función se encuentran dos aplicaciones que destacan por sus prestaciones, Simway y Marksman simulator.

5.2.1. Simway

Simway Simulator es un simulador que cuenta con multitud de ejercicios para el aprendizaje, mejora, entrenamiento y perfeccionamiento de todo tipo de disparos sobre objetivos en movimiento, ofreciendo una gran variedad de paisajes y modalidades de tiro como pueden ser deportivas o de caza.

Dispone de 14 módulos de juego diferentes que incluyen todas las modalidades de tiro olímpico, todas las de tiro deportivo y multitud de escenarios con animales de caza mayor y menor.

El dispositivo dispone de un sensor colocado en el extremo delantero del arma que analiza la trayectoria desde la salida del plato hasta el momento de disparo, proyectando tras este la trayectoria del objetivo junto con la del caño de la escopeta y con el punto de impacto.

Entre otras muchas ventajas cabe destacar la fácil instalación y puesta en marcha gracias a su diseño intuitivo en diferentes idiomas. Desde el momento de encendido en un tiempo aproximado de 2 minutos se puede comenzar la simulación.

Los módulos de tiro deportivo tienen un nivel de prestigio elevado ya que se han desarrollado en colaboración con diferentes medallistas olímpicos que ayudaron en el calibrado y refinado de los diferentes escenarios y movimientos.



Ilustración 27 Simulador Simway

Con la compra de este equipo se adquieren de forma simultánea los sensores y cámaras de seguimiento, el ordenador con monitor para la instalación del software, sistema de sonido y proyector de alta definición. De manera opcional se puede complementar con munición laser para el arma o diferentes maquetas de armas genéricas. [40]

5.2.2. Marksman simulator

Como característica más destacable de este simulador, cabe destacar que no emplea tecnología láser, alcanzando precisiones de hasta 0.0143° y sin apenas retraso (1ms), es 150 veces más preciso que un láser, además, viene equipado con diferentes tipos de municiones incluidas las fichas balísticas de cada una de ellas por lo que el efecto de impacto en la simulación es el más real posible.

La gama de paisajes y modalidades de tiro son muy variadas, incluyendo además de las diferentes modalidades de tiro deportivo, olímpico y de caza, diferentes paisajes ambientales para que cada usuario se encuentre lo más cómodo posible.



Ilustración 28 Marksman Simulator

Una de las particularidades que tiene este simulador que le hace destacar por encima de otros es su potente algoritmo de análisis caracterizado por:

- Rastreador de alta tecnología, monitorea con precisión toda la secuencia de disparo y produce diagnósticos extensos, incluyendo la velocidad dinámica y el movimiento.
- Se tienen en cuenta todos los factores que contribuyen a la posición de impacto y a los efectos del disparo: la trayectoria y la velocidad del blanco, el material de la munición, la carga, el choke, el tamaño y la velocidad del proyectil.
- Cada tiro, acertado o fallado, se guarda y se pueden determinar los ajustes necesarios para rendir mejor, determinando un patrón a raíz de observar los tiros ejecutados anteriormente. [41]

Tras un análisis de ventajas y desventajas de ambos simuladores se toma la decisión de incorporar al dispositivo el Marksman simulator ya que su fuerte poder de computación y análisis de datos puede hacer el simulador mucho más realista y con ello los ajustes del mecanismo integrado en la culata serán más precisos.

6. DISEÑO DE DETALLE

Una vez se conocen las especificaciones técnicas y se ha decidido como se simulará el retroceso y proyectarán los disparos, se pasa al diseño de un mecanismo de regulación de variables instalado en la culata de la escopeta, que será el encargado de que el usuario pueda confeccionar su escopeta a medida.

Lo que se busca es un mecanismo que pueda moverse de forma controlada en torno a unos determinados grados de libertad, para posibilitar que los parámetros que influyen en los disparos puedan ser variables. También aquí será necesario saber cuánto deben variar los parámetros para que el mecanismo sea útil para cualquier usuario.

A continuación, se exponen los diferentes parámetros que influyen en la posición de la escopeta a la hora de realizar un disparo y el mecanismo propuesto para su modificación.

El orden en que se regularán es el mismo en el que se exponen, distinguiendo entre dos tipos: altura, ventaja y longitud, que incidirán en mayor medida en la posición del ojo respecto al punto de mira y el resto que se centran más en un correcto apoyo y sujeción del arma.

6.1. Altura

La altura es la diferencia de cotas entre el punto más alto de la escopeta, normalmente la parte superior de la báscula e inicio de los cañones, y la altura a la que queda el ojo a la hora del disparo. Esta diferencia de cotas se busca, en la mayoría de los casos que sea 0 o muy próxima a cero, y dependerá de la morfología de la cara del tirador y de la colocación de la escopeta en el hombro.

Diferentes estudios y análisis de tiradores profesionales dicen que un ajuste correcto de la altura del lomo para tiro deportivo es aquel en el que si colocamos una placa de 4mm de espesor en el inicio de los caños (podría ser una moneda), solo deberá verse el punto de mira colocado al final de la banda. Una visión de demasiada banda produciría que al lanzar los objetivos en dirección ascendente los disparos quedasen por debajo, por el contrario, no ver nada de banda, o ver muy poca produciría que los tiros quedasen altos. [42]

Para la regulación de esta variable en el mecanismo diseñado, se incluye la pieza que se muestra en la siguiente imagen.

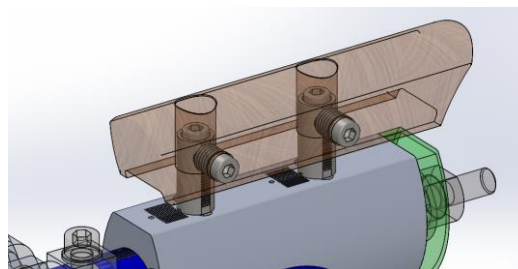


Ilustración 29 Mecanismo altura. Edición propia

En la imagen se observa el lomo de la escopeta (parte marrón transparente), que realizará la función de apoyo de la cara del usuario. Su geometría se basa en el lomo de una culata no ajustable pero un poco más ancho, ya que al practicar los diferentes orificios podría debilitarse.

El mecanismo de ajuste consta de dos casquillos metálicos con una cara plana orientada hacia la derecha de la culata y fijados mediante dos tornillos verticales al cuerpo del mecanismo (componente gris), junto con dos agujeros verticales practicados en el lomo por donde discurrirán dichos casquillos.

Para el bloqueo del regulador de altura se realizan dos orificios, uno para cada soporte cilíndrico en la cara lateral del lomo. En su interior se colocan unos insertos especiales para madera, ya que el propio uso desgastaría la rosca si se realizara sobre la propia madera. De este modo, al apretar los tornillos, estos ejercen presión sobre el cilindro que se encuentra fijo al cuerpo y bloquean el movimiento.

El método a seguir para el ajuste de esta variable consiste en colocar la escopeta en una posición cómoda con los tornillos de bloqueo flojos, llevar el lomo hasta la altura adecuada y en ese momento bloquear el mecanismo con los tornillos.

En las siguientes ilustraciones (30 y 31) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

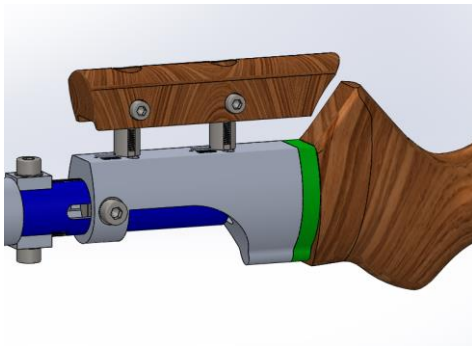


Ilustración 30 Altura máxima. Edición propia

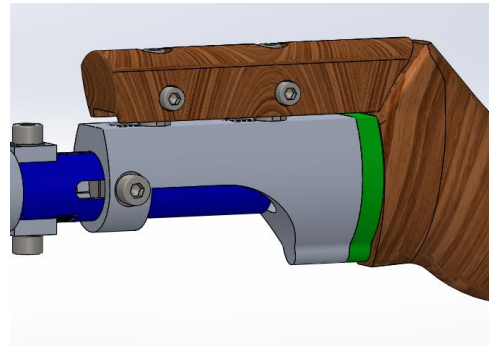


Ilustración 31 Altura mínima. Edición propia

Como se puede observar en las imágenes anteriores, el mecanismo se encuentra en la primera en su posición de elevamiento máximo y en la segunda en el punto más bajo, permitiendo un ajuste de 20mm en altura.

6.2. Ventaja

La ventaja es el posicionamiento respecto al eje longitudinal del lomo de la culata. Este una vez más deberá ser tal, que cuando coloquemos el arma sobre la cara, el punto de mira y la banda queden perfectamente alineados con el ojo.

En determinadas modalidades de tiro al plato, en ocasiones a los tiradores les cuesta alcanzar los objetivos que salen “a contramano”, es decir los que salen a la derecha si es diestro y a la izquierda si es zurdo. Esto se debe a que al realizar este movimiento la sensación no es cómoda y se tiende a levantar la ligeramente la cara del lomo. Este problema se puede solucionar con este ajuste, dejando el lomo desalineado de la banda a la derecha en caso de diestros y a la izquierda en caso de zurdos.

Cabe destacar que en el diseño de este mecanismo se considera dejar el conjunto de mecanismos reguladores alineados al eje longitudinal de la escopeta, mientras que las escopetas convencionales presentan una pequeña desviación lateral de serie. Esta decisión se toma en base a que, gracias al conjunto de ajustes, si es recta podrá ajustarse tanto a tiradores diestros como a zurdos por igual, ya que se partirá de un eje neutral.

Para dar solución a este ajuste se diseña el siguiente mecanismo.

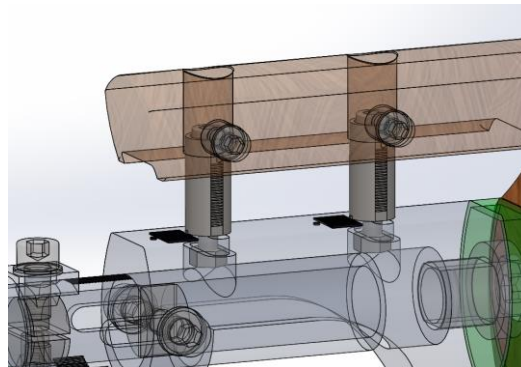


Ilustración 32 Ventaja. Edición propia

El mecanismo se encuentra integrado en los mismos casquillos cilíndricos que regulan la altura (apartado 5.1.) ya que son dos parámetros que influyen directamente sobre el lomo. Como se ve en la figura, estos casquillos disponen de un tornillo interior pasante, que rosca en la parte inferior del cuerpo a una tuerca hexagonal.

Para posibilitar la fijación, se practica una ranura a medida para la tuerca de la métrica correspondiente y así se imposibilitará el giro de esta.

Para la regulación, en primer lugar, se aflojan los tornillos a través de los agujeros verticales del lomo y así se desbloqueará la ranura transversal de la que dispone el cuerpo, esto permite el desplazamiento lateral del componente. Una vez colocado en el lugar correcto, se aprietan los tornillos haciendo que las tuercas asciendan y hagan presión contra el cuerpo provocando que el desplazamiento quede bloqueado.

En las siguientes ilustraciones (33 y 34) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

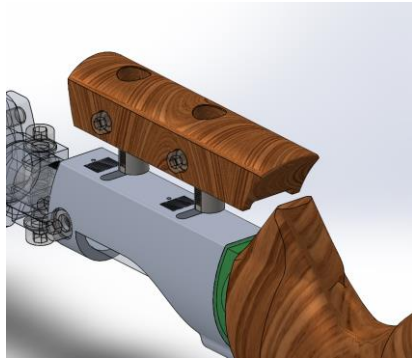


Ilustración 33 Ventaja a la derecha. Edición propia

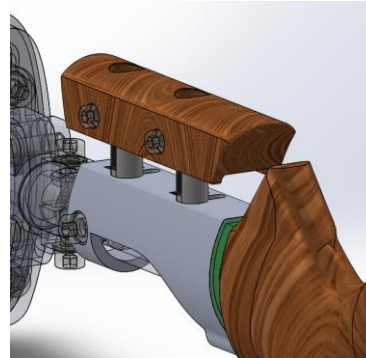


Ilustración 34 Ventaja a la izquierda. Edición propia

En las imágenes anteriores se muestra la ventaja en sus dos posiciones límite, permitiendo desde el punto más centrado 10 mm de desplazamiento tanto a derecha como a izquierda.

6.3. Longitud

La longitud total de la culata es uno de los parámetros que a lo largo de los años se ha controlado, mientras que otros de los parámetros estudiados son relativamente recientes.

Tradicionalmente, la longitud se graduaba colocando culatines intercambiables sobre la cantonera de la culata a modo de un “calcetín”, estos eran de diferentes espesores, y así dotaban a la culata de diferentes longitudes y consistencia. Uno de los inconvenientes que tenía este método era la regulación negativa, es decir, que las escopetas de fábrica podían adaptarse a medidas más largas, pero nunca a más cortas, lo que era un inconveniente para personas con pequeña estatura. La forma de graduar dicha longitud es colocando la escopeta apoyada en el antebrazo y el dedo índice de la mano directora en el gatillo, entonces la distancia que quedase entre la yema del dedo y el centro del gatillo sería el espesor necesario para el culatín.

La forma en la que altera la puntería este parámetro es en altura, ya que, realizando un apoyo correcto de la escopeta, si el dedo y la cara se encuentran retrasados o adelantados a su posición natural ejercerán fuerzas verticales que desviarán los disparos.

Para dar solución a este problema, se diseña un mecanismo basado en un sistema de correderas sobre el eje principal (ilustraciones 35 y 36).

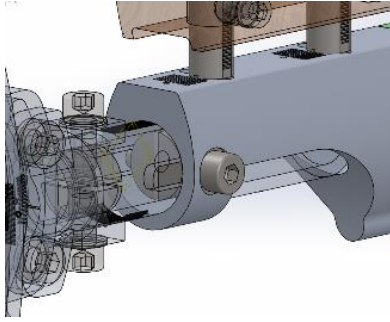


Ilustración 35 Bloqueo de longitud. Edición propia

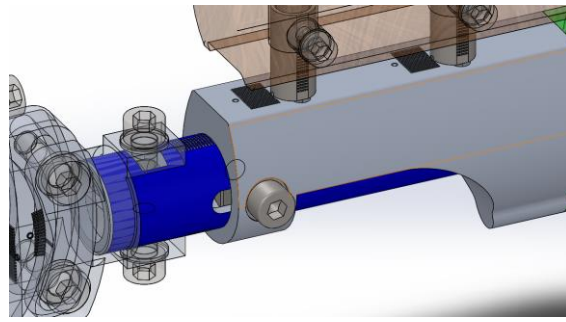


Ilustración 36 Regulación longitud. Edición propia

El eje principal de la escopeta, representado en color azul en las ilustraciones, posee una ranura longitudinal por la cual discurre un tornillo y mediante un sistema de fijación de “medias lunas” permite su bloqueo.

El sistema de medias lunas es el reflejado en la ilustración 35, consta de un cilindro de radio exterior igual al diámetro interior del eje, pero cortado por la mitad para dejar una pequeña holgura que permita el movimiento.

En el momento en que se sueltan los tornillos laterales, los casquillos internos que se encuentran roscados a estos se comienzan a juntar liberando el eje. Entonces se procede al ajuste. Una vez que la escopeta se encuentra a la medida deseada se aprietan dichos tornillos y los casquillos roscados ejercen presión sobre el eje bloqueando su desplazamiento.

Una particularidad de este mecanismo que se diseña para solventar el problema de regulaciones negativas es que se establece como medida estándar de fábrica una en que la ranura tenga movimiento en ambos sentidos, es decir, que la longitud pueda hacerse más corta y larga que la del fabricante.

En las siguientes ilustraciones (37 y 38) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

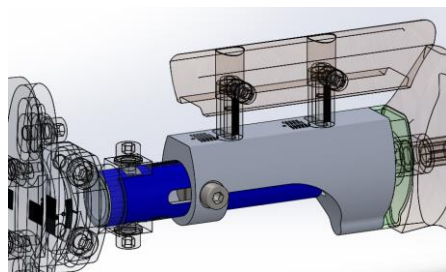


Ilustración 37 Longitud máxima. Edición propia

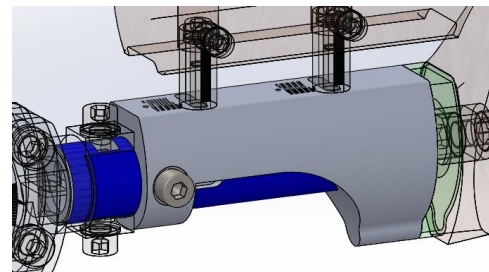


Ilustración 38 Longitud mínima. Edición propia

La longitud de esta ranura es de 30mm, valor que sería poca variación considerando la diferencia que puede existir entre la longitud del brazo de una persona adulta de estatura

grande y un niño que acaba de comenzar en el tiro al plato. Por ello, se añade al mecanismo un taco intercambiable, representado de color verde en la siguiente imagen.

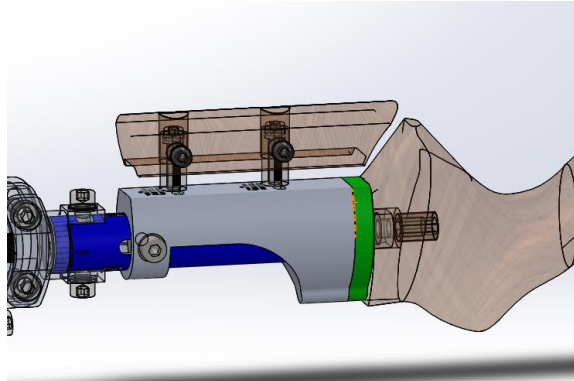


Ilustración 39 Taco de ajuste de longitud. Edición propia

En el lugar de empleo del dispositivo se dispondrá de 4 tacos con diferentes espesores que estarán entre 10 y 40mm lo que otorgará un rango de longitudes mucho mayor al mecanismo.

6.4. Salida del talón

El talón es la parte de la culata que está en contacto con el hombro y pectoral de la persona que dispara, por tanto, es la parte que transmite de forma directa la fuerza de retroceso al tirador. Este es un componente que se fabrica de caucho sintético u algún otro polímero ya que al ser un material flexible realizará mejor la función de amortiguación del impacto.

Debido al material del que está compuesto, el grado de libertad es muy reducido, ya que es un material muy flexible que imposibilita la creación o inserción de mecanismos complejos en él.

Su regulación permite el desplazamiento lateral respecto al eje longitudinal de la escopeta.

Este ajuste, que no se encuentra entre los más influyentes en el disparo, va ligado a la ventaja, por lo que permitirá que al colocar la escopeta en el hombro esta quede centrada al ojo, además de proporcionar un apoyo óptimo y así se cumplirá mejor su función de amortiguación.

Aunque de manera poco influyente, esta ranura colocada en talón también permite realizar un pequeño giro sobre el mismo eje de referencia, el cual se verá resaltado con la posterior regulación de la salida global. Este giro será leve ya que su grado de libertad es la holgura que se deja en la ranura.

El mecanismo propuesto para este ajuste es el siguiente.

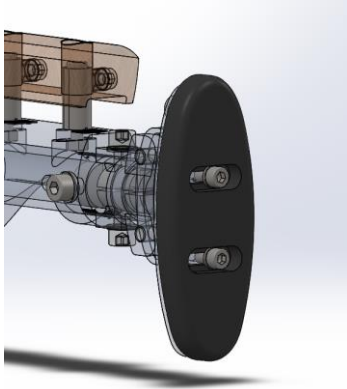


Ilustración 40 Salida talón1. Edición propia

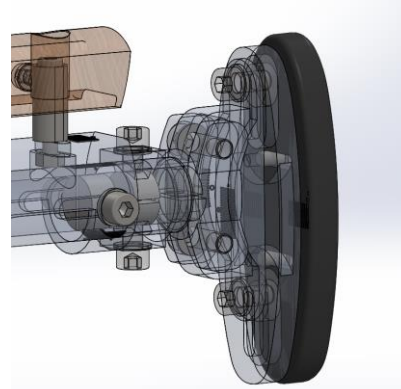


Ilustración 41 Salida talón2. Edición propia

Es uno de los más sencillos del conjunto, consta de una ranura que se practica sobre el propio talón polimérico con un tornillo pasante que hará fuerza sobre el culatín metálico, así cuando el tornillo se afloje levemente la ranura deslizará facilitando el ajuste. De la misma manera, cuando se aprieta el tornillo, este ejerce presión sobre la pieza produciendo su bloqueo.

En las siguientes ilustraciones (42 y 43) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

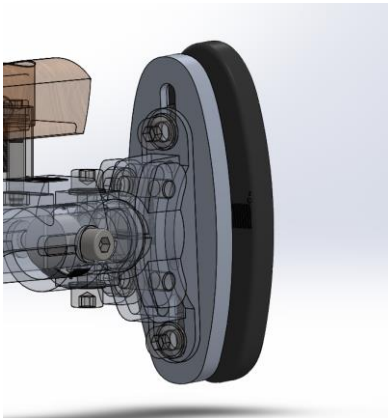


Ilustración 42 Salida talón máximo izquierda

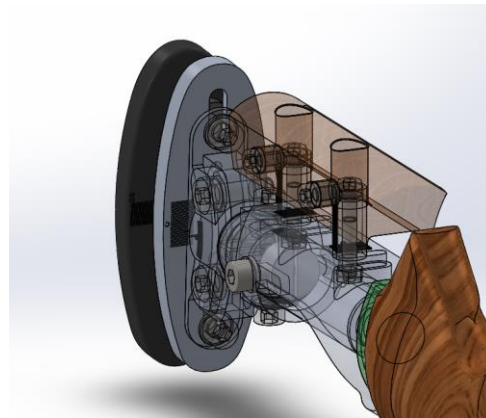


Ilustración 43 Salida talón máxima derecha

En la imagen anterior se muestran las posiciones límite del ajuste, el cual presenta un movimiento de 20mm, 10mm hacia cada lado para facilitar el correcto ajuste a zurdos y diestros.

6.5. Caída

La caída es la diferencia de altura entre la parte delantera (parte más alta del lomo) de la culata y la parte trasera (parte más alta del talón), medidas ambas respecto al origen establecido en el punto de inicio de los caños. Este parámetro se regulará en función de la modalidad de tiro para la que se vaya a emplear la escopeta la mayor parte del tiempo, ya que dependiendo de si los platos salen volando (como en la mayor parte de las modalidades de tiro) o los platos salen rasantes (algunos tipos de recorridos) esta deberá tener un valor u otro.



Ilustración 44 Caída [42]

Este será un factor influyente en la cantidad de banda y punto de mira que se visualice al encarar la escopeta. Para disparos altos es más aconsejable caídas pequeñas de entre 0 y 10mm, lo que proporciona una visión de más parte de la banda, mientras que para tiros más rasantes será mejor una caída mayor, así se verá menos parte de la banda y el disparo será más certero.

El mecanismo de regulación diseñado para la regulación de esta variable es el siguiente.

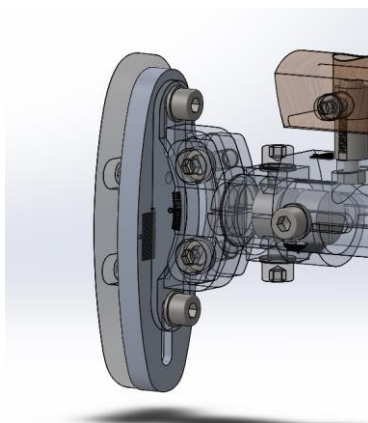


Ilustración 45 Caída mecanismo1. Edición propia

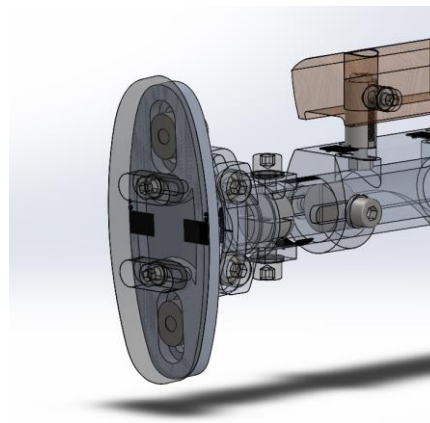


Ilustración 46 Caída mecanismo2. Edición propia

La caída se gradúa con el mecanismo inmediatamente seguido al talón. Este consta de una pieza metálica a la que además de fijarse los tornillos de la primera regulación se instalan unas ranuras por las que se deslizará un coliso roscado. El funcionamiento, al igual que en el talón, es de bloqueo por presión de componentes, es decir, cuando el tornillo instalado en la parte delantera de la pieza ejerce presión sobre el coliso este bloquea la corredera vertical y cuando este está libre permite el movimiento.

Además de ser un regulador de altura, también permite un mejor apoyo de la culata sobre el hombro.

En las siguientes ilustraciones (47 y 48) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiadas en este punto.

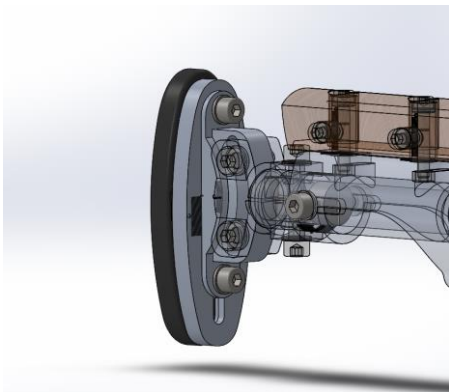


Ilustración 47 Caída máxima. Edición propia

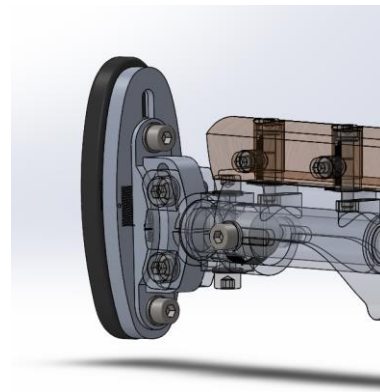


Ilustración 48 Caída mínima. Edición propia

La variación de alturas que ofrece este mecanismo es de 10mm en sentido ascendente y lo mismo en sentido descendente .

6.6. Pitch

Uno de los factores más influyentes en los disparos es el pitch, ángulo responsable de que se adopte y apoye el arma perfectamente en el hombro del tirador, es decir, que la presión que ejerce el retroceso en el hombro se reparta por igual en la parte superior e inferior del talón produciendo así una sensación lo más agradable posible tras el disparo. Este parámetro junto con la salida, que se explica a continuación son los principales encargados de esta sensación ya que de estar mal ajustados el retroceso podría ejercer fuerzas irregulares en el talón y producir daños al disparar. [42]



Ilustración 49 Pitch [42]

Un buen ajuste del pitch evita que, al efectuar disparos altos o bajos independientemente, la variación del ángulo con el apoyo en el hombro sea lo menos posible para evitar culatazos violentos que puedan lesionar al usuario.

El mecanismo objeto del proyecto propuesto para esta regulación es el siguiente.

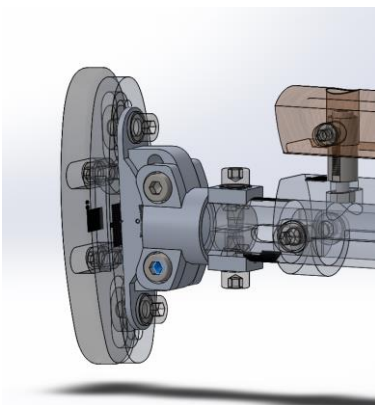


Ilustración 50 Pitch mecanismo2. Edición propia

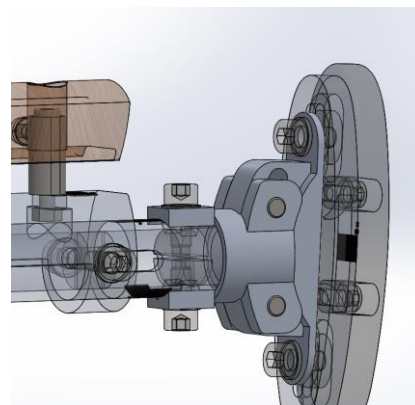


Ilustración 51 Pitch mecanismo. Edición propia

Con esta alternativa se consigue una variación de este ángulo de 10 grados en sentido positivo y lo mismo en sentido negativo, gracias a un mecanismo de giro sobre dos superficies cilíndricas.

El apoyo que existe entre ambas superficies es un punto muy importante a tener en cuenta ya que de no apoyar de manera uniforme se podrían crear puntos débiles, que en este tipo de superficies podrían ser muy dañinas para el ensamblaje.

La forma de graduar esta variable comenzará apoyando el dispositivo en una posición cómoda. A continuación, se suelta el tornillo lateral que bloquea la corredera circular, y una vez que la banda se encuentre en disposición horizontal se pasa a apretar de nuevo el tornillo, haciendo que el mecanismo quede bloqueado. En este mecanismo la cabeza del tornillo es la que hace presión sobre la pieza de la caída, a la vez que rosca sobre el pitch, así no sufren deformaciones las paredes de la cavidad interna del mecanismo de giro.

En las siguientes ilustraciones (52 y 53) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

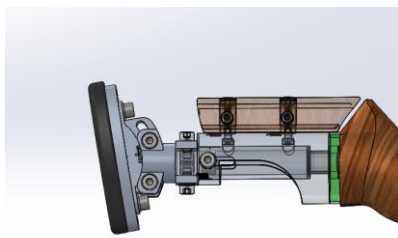


Ilustración 52 Pitch máximo1 Edición propia

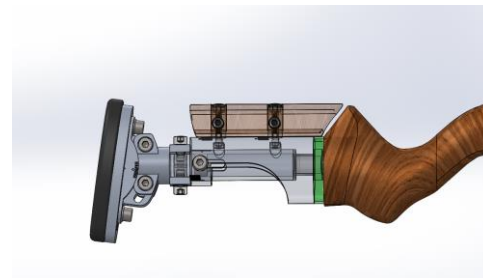


Ilustración 53 Pitch máximo2 Edición propia

En las imágenes anteriores se muestran las posiciones límite del ajuste, así como la compleja geometría de la pieza.

6.7. Salida

Formando parte de la misma pieza de regulación del pitch se encuentra el variador de la salida, desviación vertical que presenta la culata respecto al eje vertical de los caños. Este es un parámetro importante ya que hace que al apoyar la culata en el hombro esta no quede inclinada y así el apoyo se realice completamente sobre todo el hueco del hombro por igual.

En el caso de las escopetas superpuestas este ajuste es más sencillo de realizar debido a que a simple vista se aprecia cuando los caños están verticales o no.

El mecanismo que se propone para este ajuste, formando parte de la misma pieza que el pitch es el siguiente.

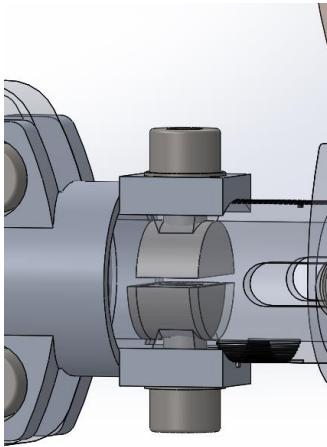


Ilustración 54 Salida mecanismo. Edición propia

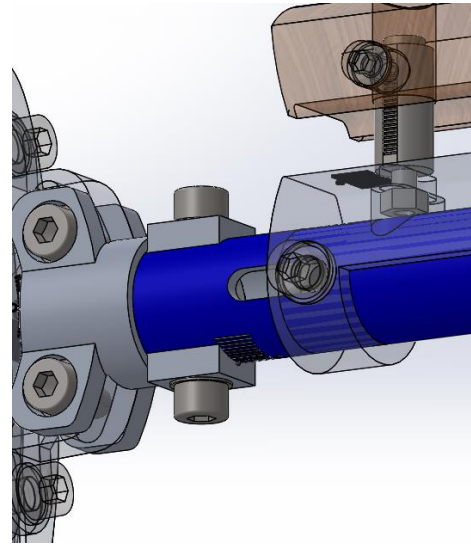


Ilustración 55 Salida. Edición propia

Para el ajuste se aflojan los tornillos colocados de manera vertical que se encuentran roscados a dos medias lunas que van dentro del eje, con ellos estas se separan del eje y permiten su giro sobre una ranura como se muestra en la figura 54. Una vez el apoyo es cómodo y los cañones están perfectamente verticales se aprietan los tornillos, las medias lunas ejercen presión sobre el eje y este queda bloqueado en el ángulo que se haya deseado.

En las siguientes ilustraciones (56 y 57) se muestran las situaciones límite del ajuste estudiado en este punto.

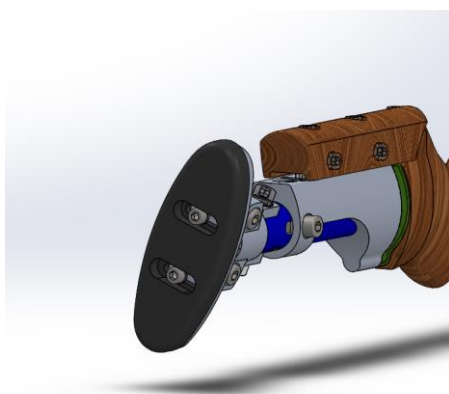


Ilustración 56 Salida máxima derecha. Edición propia

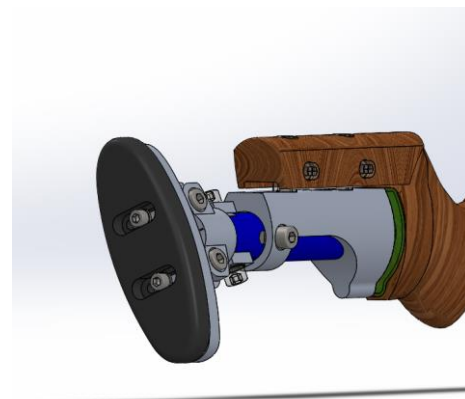


Ilustración 57 Salida máxima izquierda. Edición propia

Las posiciones límite de este ajuste son las mostradas en las imágenes superiores, consiguiendo un ángulo de giro de casi 10° en ambos sentidos.

6.8. Masa

Una vez hemos variado todos los parámetros y tanto la sensación de la culata en el hombro como la linealidad entre el ojo y la banda es la correcta, pasamos a contemplar la distribución de masas.

En las escopetas de dos caños, tanto superpuestas como paralelas, el centro de masas se encuentra en la unión entre el pasamanos y la báculo para una correcta estabilidad del arma durante uso. Debido a que durante los ajustes del arma se descompensa el centro de masas tanto frontal como lateralmente, se colocarán unos contrapesos en la parte posterior del arma para corregirlo.

Este contrapeso se coloca siempre en la parte posterior del arma (parte de la culata) ya que durante el diseño y mediante la variación de espesores, se confecciona un mecanismo menos pesado para no tener que realizar modificaciones en la parte delantera.

El método a seguir para esta regulación es colocar la escopeta apoyada sobre el lugar exacto del centro de masas e incorporar los diferentes lastres, hasta que el arma quede en perfecto equilibrio con la gravedad.

7. MONTAJE

Una vez conocido en detalle el mecanismo propuesto para el ajuste de variables se pasa a exponer el método de montaje.

En primer lugar, se inserta al cuerpo junto con el separador de longitudes, el casquillo roscado, dejando estos fijos en un único bloque (ilustración 58).

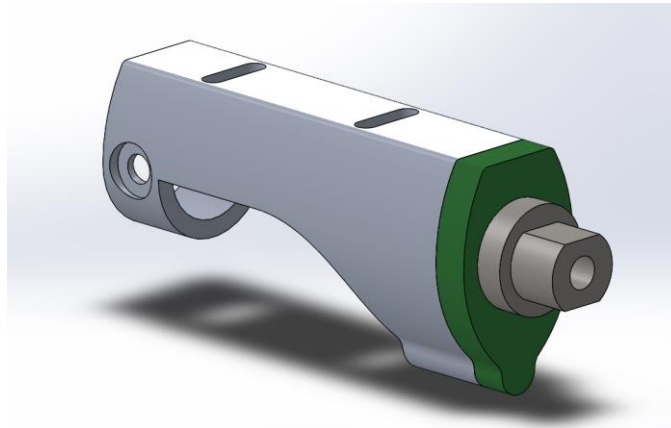


Ilustración 58 Montaje 1

A continuación, se encaja en el posa-manos en el que hay previamente colocado un inserto de madera. Una vez se encuentran alineados, a través del orificio para el eje, se introduce el tornillo M10 y se aprieta para que las piezas queden unidas nuevamente en un único bloque (ilustración 59).

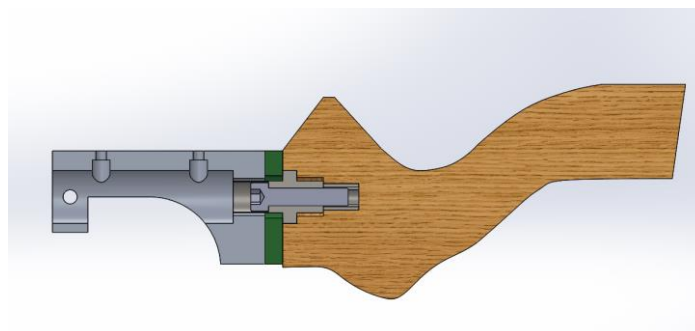


Ilustración 59 Montaje 2

Una vez se encuentra montado el cuerpo del ensamblaje, se insertan los tubos del apoyo superior, ya que es necesario disponer de la cavidad del eje para insertar las tuercas de fijación. Una vez los tubos se encuentran fijos se inserta el apoyo superior. (ilustración 60).

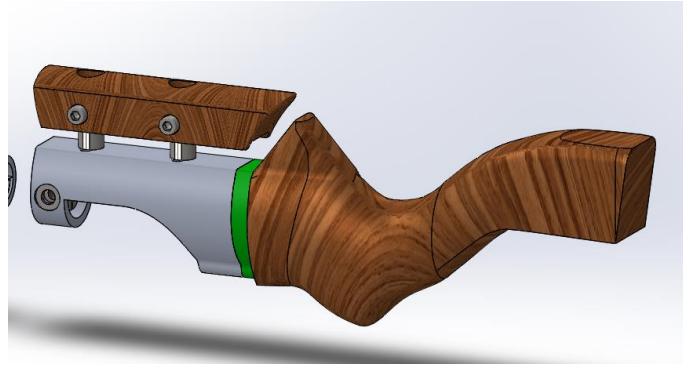


Ilustración 60 Montaje 3

A todo ya montado se le añade el eje con todos los mecanismos ligados a él (talón, culatín, pitch, giro, etc....) ensamblados previamente (ilustración 61)

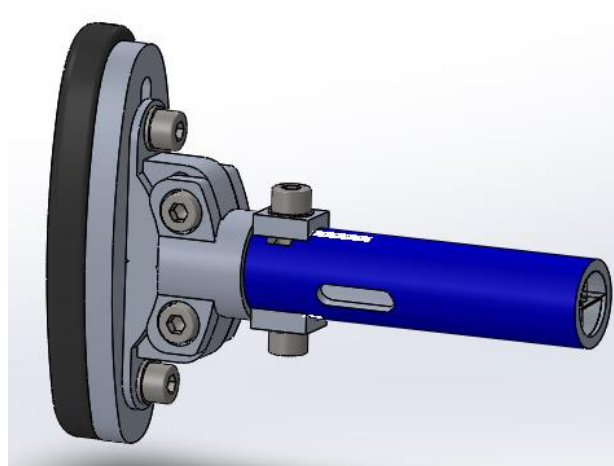


Ilustración 61 Montaje 4

Ahora que el mecanismo se encuentra completamente ensamblado se inserta la báscula y los demás componentes funcionales de la escopeta real junto con el acoplamiento del software de simulación, y el dispositivo queda montado por completo y listo para utilizarse (ilustración 62)



Ilustración 62 Montaje final

Para hacer el dispositivo completo más económico y sencillo se toma la decisión de adaptar una escopeta común en el mercado español actual.

La escopeta seleccionada es la Rizzini, marca joven italiana de escopetas, que produce escopetas de gama media-alta con unas relaciones calidad precio muy competitivas. En concreto el modelo V3 con chokes adaptables para diferentes modalidades de tiro. Esta escopeta tiene un precio de mercado alrededor de los 1500€ y tiene una geometría óptima para insertar el mecanismo.



Ilustración 63 Rizzini V3 [43]

El método de unión del dispositivo a la escopeta real consistirá en soltar la báscula de la escopeta comercial e insertarla en el posa-manos del mecanismo de regulación propuesto.

El método de elección de los materiales de cada uno de los componentes y los insertos se muestra en el apéndice 1.

8. FICHA DE CLIENTE

Una ficha de cliente es una tarjeta identificativa personalizada para cada cliente que disfrute del dispositivo de ajuste de variables, donde se añadirán los diferentes datos importantes sobre la armería o establecimiento en que se encuentre instalado junto con algunos datos del propio cliente.

En la siguiente imagen se puede observar una propuesta de ficha de cliente con la información necesaria en cada campo.

Tabla 3 Ficha de cliente. Edición propia

| FICHA DE CLIENTE | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| ARMERIA TUDELA | TF: 655655655 | OLIGONO INDUSTRIAL TUDEL |
| FECHA: | | |
| HORA: | | |
| CLIENTE | | |
| NOMBRE: | | |
| DNI: | | |
| TF: | | |
| DIRECCIÓN: | | |
| EMAIL: | | |
| DATOS DE LA SIMULACIÓN | | |
| | | |
| Nº | PARÁMETRO | VALOR |
| 1 | ALTURA | |
| 2 | VENTAJA | |
| 3 | LONGITUD | |
| 4 | SALIDA TALÓN | |
| 5 | CAIDA | |
| 6 | PITCH | |
| 7 | SALIDA | |
| 8 | MASA | |
| OBSERVACIONES | | |
| | | |

Una de las partes más importantes de la ficha es la toma de datos del mecanismo de ajuste. Sabiendo el nombre de cada uno de los ajustes, y gracias a la numeración que acompaña a cada pieza móvil del mecanismo, una vez se ha ajustado y fijado la culata se anotan los valores de cada uno de los indicadores quedando reflejados y permitiendo la fabricación de la culata a medida.

En la parte final se añade un apartado para observaciones o cualquier comentario que quiera dejar reflejado el encargado del ajuste del dispositivo, notas tales como si el usuario es zurdo o diestro, si le molesta alguna parte de la culata o cualquier otro matiz que considere importante.

9. FABRICACIÓN

Para la fabricación de la culata real a partir de las medidas tomadas en el dispositivo se proponen dos alternativas. La introducción manual de los valores en un modelo 3D para confeccionar un sólido con las dimensiones resultantes del ajuste, o la automatización del diseño y puesta en marcha de la fabricación automática.

9.1. Diseño manual

Esta alternativa consistirá en leer los datos de la ficha de cliente resultantes de la simulación y mediante un software de diseño dibujar la culata resultante.

Este proceso puede ser largo ya que los diferentes parámetros, aunque se ajusten de manera independiente están ligados unos a otros y el diseño de una geometría que se adapte a 8 variables puede ser un proceso tedioso a la vez que puede elevar los costes del producto final.

Una vez diseñado el modelo 3D se pasa a un formato para mecanizar (. SAT o. STL) y en la fresadora se produce la culata a medida.

La culata antes de ser entregada al cliente pasará por una serie de acabados, tratamientos y refinados para mejorar su apariencia, propiedades y durabilidad.

9.2. Diseño automático

La otra puesta de diseño conlleva un mayor coste de ingeniería por la necesidad de preparación previa de diferentes softwares y sincronización entre ellos, pero una vez diseñado y ajustado proporcionará una notable simplificación de tiempos.

El proceso de diseño y fabricación automático será el siguiente:

1. En cada uno de los ajustes que posibilita el mecanismo implementado en la culata, se dispone de una pegatina con una escala numérica entre 5 y -5. Así una vez el usuario se encuentre cómodo con el arma y todos los mecanismos estén bloqueados se anotarán en las pegatinas, los valores que se indican para cada uno de los ajustes. En la tabla 4 se muestra el modelo para anotar los datos.

Tabla 4 Toma de datos

| CLIENTE | | PARÁMETRO | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|---------|----------|-------------|-------|-------|--------|------|
| NOMBRE | FECHA | ALTURA | VENTAJA | LONGITUD | SALIDATALÓN | CAIDA | PITCH | SALIDA | MASA |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

- Con la ayuda de un software de diseño como en este caso es SolidWorks, se crea una culata a partir de la operación “barrido” en la que todos los croquis que la integran tengan las cotas variables en los puntos de ajuste del mecanismo, de tal modo que solo con modificarlas generen de forma automática una nueva geometría.

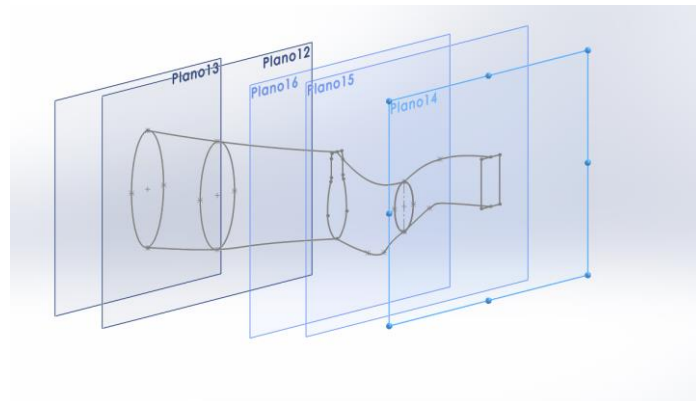


Ilustración 64 Croquis de cotas variables. Edición propia.

- Vincular la tabla de datos con cada una de las cotas de los diferentes croquis permitiendo que al introducir los datos de cada cliente se actualicen automáticamente los croquis del barrido y se genere la culata a medida.

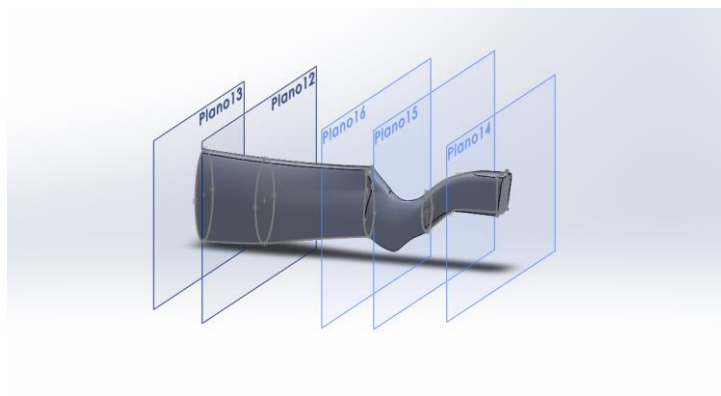


Ilustración 65 Culata 3D. Edición propia.

4. Una vez la culata ya tiene la forma deseada se exporta el modelo 3D en formato STL o SAT para introducir en un programa de simulación de procesos de fabricación como en este caso es Mastercam.

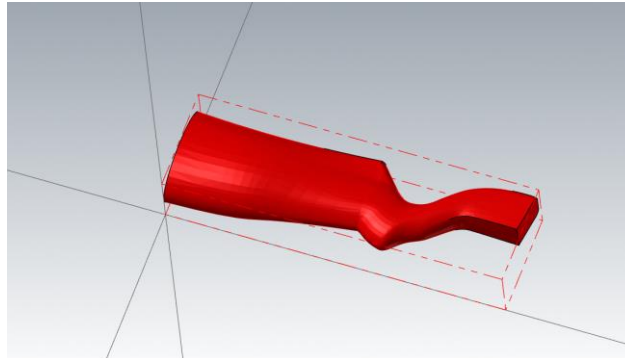


Ilustración 66 Modelo Mastercam. Edición propia

5. Se programan las diferentes operaciones sobre el sólido y el resultado obtenido es el mostrado en la siguiente ilustración.

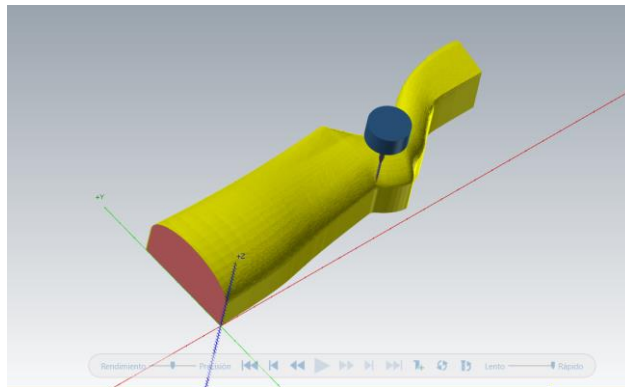


Ilustración 67 Mecanizado final. Edición propia

6. Una vez mecanizada la culata se deben realizar los diferentes orificios y otros posibles anclajes como por ejemplo las uniones para la báscula.
7. Como paso final se tienen los acabados superficiales junto con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades y su apariencia.

10. ESTUDIO ECONÓMICO

Antes de la implantación del dispositivo en el mercado será necesario un estudio de los costes asociados al desarrollo de este, para obtener el precio que supondrá llevarlo a cabo y hacerlo realidad. También aquí se realizará un breve estudio de mercado para comprobar la viabilidad económica del presente proyecto.

10.1. COSTES DEL PROYECTO

En el estudio que se presenta a continuación se computan los costes asociados al desarrollo del proyecto, investigaciones realizadas, materiales, así como costes de montaje. El precio que se estima para el mecanizado y montaje junto con los materiales en este apartado es de 30 €/h de mecanizado.

También se computan todos los gastos de ingeniería del proyecto como son los diseños conceptuales y dimensionado, el modelado 3D de los mecanismos y la fabricación y montaje de prototipos.

En la tabla 5 se muestran los diferentes costes de cada componente necesario para poner en marcha el dispositivo objeto del proyecto.

Tabla 5 Costes asociados al proyecto. Edición propia

| COSTES ASOCIADOS AL PROYECTO | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|----------|----------------------|----------------|--------|
| Nº | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TIEMPO DE MECANIZADO | COSTE UNITARIO | PRECIO |
| - | - | (ud) | horas | (€) | (€) |
| 1 | TALÓN | 1 | 2,5 | 75 | 75 |
| 2 | CULATIN | 1 | 3 | 90 | 90 |
| 3 | DESIZANTE VERTICAL | 1 | 3 | 90 | 90 |
| 4 | GIRO | 1 | 5 | 150 | 150 |
| 5 | EJE | 1 | 3 | 90 | 90 |
| 6 | TUBO APOYO SUPERIOR | 2 | 1,5 | 45 | 90 |
| 7 | APOYO SUPERIOR | 1 | 3 | 90 | 90 |
| 8 | CASQUILLO DELANTERO | 3 | 2,5 | 75 | 225 |
| 9 | MADERA | 1 | 4 | 120 | 120 |
| 10 | TORNILLOS Y ARANDELAS | 30 | - | 0,5 | 15 |
| 11 | COLISO CULATIN | 2 | 1 | 30 | 60 |
| 12 | CASQUILLO MEDIALUNA | 4 | 1,5 | 45 | 180 |
| 13 | INSERTO SUPERIOR | 2 | - | 2 | 4 |
| 14 | INSERTO DELANTERO | 1 | - | 3 | 3 |
| 15 | CASQUILLO ROSCADO | 1 | 2 | 60 | 60 |
| 16 | CUERPO | 1 | 6 | 180 | 180 |
| 17 | ESCOPETA RIZZINI | 1 | 0 | 1500 | 1500 |
| 18 | SOFTWARE | 1 | 0 | 5250 | 5250 |
| TOTAL | | | | | 8272 |

De igual modo que los costes del proyecto, en la tabla 6 se muestran los costes relativos a ingeniería y fabricación de prototipos.

Tabla 6 Costes de ingeniería. Edición propia.

| COSTES DE INGENIERÍA | | | |
|--|--------------|-----------|----------------|
| CONCEPTO | CANTIDAD | COSTE | IMPORTE (€) |
| Diseño conceptual, dimensionado y selección de componentes | 150h | 35€/h | 5250 |
| Diseño CAD | 100h | 25 €/h | 2500 |
| FABRICACIÓN PROTOTIPO | 956,738 cm3 | 1,3 €/cm3 | 1243,76 |
| Construcción prototipo | 15h | 20€/h | 300 |
| | TOTAL | | 9293,76 |

| | |
|------------------------------|-----------------|
| COSTES ASOCIADOS AL PROYECTO | 8.272 € |
| COSTES DE INGENIERÍA | 9.294 € |
| TOTAL | 17.566 € |

De la tabla anterior se concluye que el coste total del proyecto asciende a 17.566 € de los cuales el 53% corresponden a costes de ingeniería y el 47% a la fabricación y montaje del dispositivo.

10.2. ESTUDIO DE MERCADO

El presente estudio de mercado se realiza para estudiar la viabilidad económica de la futura implantación en el mercado de un dispositivo de regulación de variables para la configuración personalizada de una escopeta de tiro al plato.

Se pretende la instalación de un dispositivo novedoso para el ajuste de armas de tiro deportivo en armerías para que los compradores de escopetas a medida puedan realizar un ajuste exacto de cada una de las variables que influyen en los disparos y así realizar una posterior fabricación de la culata con las dimensiones correctas para cada una de sus partes.

Con este estudio se pretenden conocer los mercados actuales de armas en España, el volumen de armas vendidas anualmente, y de ellas cual es el porcentaje destinado al tiro al plato y a la confección a medida. Se pretende también conocer la cantidad monetaria de cada uno de los valores mencionados anteriormente para hallar la viabilidad del proyecto y si es necesario modificar el diseño para ajustarlo al mercado actual.

Actualmente en España hay más de 1000 armerías o lugares autorizados para la venta o fabricación de armas. Los españoles tienen en su poder de manera legal más de 3000000 de armas, de las cuales más de 2000000 son escopetas de caza o de tiro deportivo.

Si nos centramos en la distribución por comunidades de estas armas, en términos absolutos, Andalucía con 645.356 es la comunidad que más acumula. Le siguen Madrid (303.007), Cataluña (275.715), Valencia (273.581) y Castilla-La Mancha (244.015).

Sin embargo, si se analizan los datos en función de la población, la comunidad con mayor número de armas por habitante es Extremadura con 13,98 por cada 100, seguida de Castilla- La Mancha (11,85), Navarra (8,78), La Rioja (8,43) y Castilla y León (8,33). Todas ellas, bastante por encima de la media, que se sitúa en una tasa de 6,25 armas por cada 100 habitantes, o lo que es lo mismo, una por cada 15,97.

De los datos facilitados por la Guardia Civil, se obtiene que aquellas Comunidades Autónomas que cuentan con una mayor tasa de escopetas y rifles son precisamente las que poseen una mayor tradición cinegética: Extremadura (12,9 por cada 100 habitantes), Castilla-La Mancha (10,5), Navarra (7,94), La Rioja (7,41) y Castilla y León (7,40). [44]

En el siguiente gráfico se muestran el número de armas que poseen los ciudadanos españoles para uso propio y la variación que tuvo este valor entre 2016 y 2019.

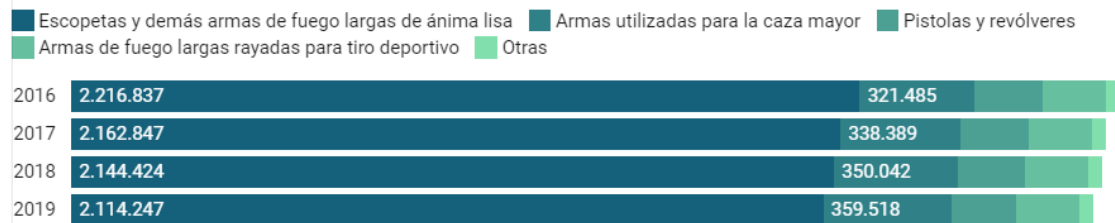


Gráfico: Newtral.es • Fuente: [Secretaría de Estado de Relaciones con las Cortes y Asuntos Constitucionales](#) • Creado con [Datawrapper](#)

Como se puede observar con el paso de los años el número total desciende levemente, aunque el porcentaje de cada tipo de arma se mantiene constante, lo que significa que en España se destruyen más armas que las que se compran. [45]

Durante los 10 últimos años en España se han destruido una media de 32000 escopetas y las ventas de armas nuevas asciende a una media de 5000 escopetas nuevas, ya que existe un potente mercado de armas de segunda mano.

De manera simultánea, España es una de las potencias mundiales más fuertes en la fabricación y exportación de armas para fines de recreo como para fines militares. En esta industria se prevé un incremento de hasta un 30% entre 2020 y 2025.

Ya que el precio medio de una escopeta de tiro deportivo es de 2000€, se obtiene que el tiro al plato en sus armas invierte aproximadamente 3.3 millones de euros anuales. Pero este no es el balance total, ya que las escopetas de marcas españolas tienen un prestigio internacional que crea un nivel de más del 80% de las producciones internacionales. [46]

En la actualidad una escopeta de tiro al plato con una culata a medida puede oscilar entre los 10 y 15 mil euros y puede alcanzar los 30000 en caso de añadirle grabados o diferentes adornos que pudieran subir el precio.

A continuación, se realiza un análisis DAFO para completar la viabilidad económica del proyecto:

- Como principal *debilidad* se observa que se pretende entrar en un mercado basado en tradiciones con alto nivel adquisitivo, el cual presenta unas exigencias muy elevadas y por ello la calidad del producto final deberá ser muy cuidada y buena. Otra debilidad es la introducción de alta tecnología la cual introduce la posibilidad de rechazo por las clases más altas a pesar de las innumerables ventajas de ajuste que esta ofrecen.

- La *amenaza* más destacable está en el sector de confección de armas a medida con un mercado y un prestigio internacionales forjado a lo largo de los años que dificultará la introducción del nuevo producto en ese campo.
- El proyecto presenta la *fortaleza* de utilizar una tecnología innovadora tanto en el software utilizado, como en la posibilidad de regular un número de parámetros muy superior a cualquier otro dispositivo similar en el mercado actual.
- Se presenta la *oportunidad* de introducir en un público de cualquier clase una escopeta a medida que es algo que en la actualidad solo es accesible a personas con alto poder adquisitivo.

Como conclusiones de este estudio económico se deduce que el proyecto es viable ya la mayor parte de los usuarios de armas a medida son personas de clase alta debido a su alto coste, el cual se debe en gran medida al tiempo invertido por artesanos en toma de parámetros y confección de las armas.

El dispositivo objeto del proyecto permitirá crear culatas a medidas producidas mediante un proceso industrial totalmente automatizado por lo que los precios podrían reducirse más de un 50%, precio que lo hace un producto muy competitivo.

11. CONCLUSIONES

Una vez realizado el diseño detallado del dispositivo de ajuste se puede concluir que se han conseguido casi por completo todas las especificaciones técnicas propuestas al comienzo del proyecto. En la siguiente tabla se muestra la comparativa entre dichas especificaciones técnicas y los resultados obtenidos.

Tabla 7 Conclusiones

| CARACTERÍSTICA | REQUERIMIENTO | DISEÑO |
|------------------------|--|------------------------------------|
| Parámetros regulables | 8 | Se consigue |
| Magnitud de variación | suficiente para todos los usuarios | Se consigue |
| Fuerza de retroceso | igual al real | Fuerza ligeramente menor a la real |
| Acústica | 150 Db | Se consigue |
| Software | capaz de localizar el punto de impacto de los proyectiles | Se consigue |
| Masa | 3-3,5 Kg | Se consigue |
| Trasladable | Posibilidad de mover entre distintas salas o instalaciones | Se consigue |
| Proceso de fabricación | Mecanizado u otro proceso automatizado | Se consigue |
| Coste | Reducir método artesanal | Se consigue |

Como se observa, el diseño propuesto cumple con creces todas las especificaciones, es capaz de regular 8 parámetros diferentes de forma independiente en unas magnitudes suficientes para adaptarse a la mayor parte de la población sea cual sea su compleción o estatura. En cuanto a la acústica al utilizar cartuchos de fogeo se consigue un nivel de decibelios exactamente igual al de una escopeta real.

En términos de masa, a partir del diseño 3D se calcula que se encuentra entorno a los 3.5Kg lo que es una masa perfecta para una escopeta de tiro al plato convencional, además con uno de los ajustes será posible ajustar el punto del centro de masas lo que proporcionará una sensación cómoda para el usuario.

El software comercial adaptado al dispositivo es un sistema revolucionario que utiliza la tecnología más avanzada, por lo que ofrece unas prestaciones muy por encima de las previstas en la lista de especificaciones técnicas.

Como única especificación que no consigue ajustarse a la realidad está el retroceso, el cual se simula con munición de fogeo debido a que las limitaciones de espacio y funcionalidad hacen que sea la mejor opción.

Como última conclusión está el coste que consigue reducirse mucho en comparación a los sistemas actuales, abreviando la mano de obra y haciendo los procesos más precisos, rápidos y de mayor calidad.

Como posibles líneas futuras de este proyecto se podría plantear el estudio de un sistema generador de fuerzas de retroceso que se aproximara a la realidad más que el propuesto, ya sea con un mecanismo adicional o mediante el uso de municiones especiales diseñadas para tal fin.

También podría estudiarse la posibilidad de insertar otros tipos de escopeta como yuxtapuestas o correderas con otras masas y otras geometrías para ampliar el campo de intervención del proyecto, y así posibilitar la obtención de una mayor ganancia al conseguir llegar a un público mayor.

Además de las escopetas específicas de tiro deportivo, que representan un porcentaje muy pequeño en las escopetas que actualmente hay en España, este dispositivo podría emplearse también en escopetas específicas de caza lo que ampliaría el número de posibles clientes en un gran número.

12. BIBLIOGRAFÍA

- [I. G. CASTILLA, «ibergrips.com,» [En línea]. Available:
 1 <http://ibergrips.com/producto/pistola-pedersoli-continental-target-s373/>.
]
- [M. Vargas, «Pinterest,» [En línea]. Available:
 2 <https://www.pinterest.com.mx/pin/villa-y-zapata--390757705149545262/>.
]
- [Anónimo, «detectivesdelahistoria.es,» 2012. [En línea]. Available:
 3 <http://www.detectivesdelahistoria.es/historia-de-la-escopeta-y-tipos/>. [Último
] acceso: 2022].
- [J. Sierra, «armas.es,» [En línea]. Available:
 4 <https://www.armas.es/foros/viewtopic.php?t=1015747>.
]
- [Peressports, «peressportsblog.com,» 10 06 2017. [En línea]. Available:
 5 <http://www.peressportsblog.com/2017/01/la-escopeta-historia-y-caracteristicas.html>.
] [Último acceso: 05 2022].
- [Anónimo, «dokumen.tips,» 2015. [En línea]. Available:
 6 <https://dokumen.tips/documents/estudio-de-la-escopeta.html>. [Último acceso: 05
] 2022].
- [J. CNC, «armas.es,» [En línea]. Available:
 7 <https://www.armas.es/foros/viewtopic.php?t=1013610&start=160>.
]
- [J. D. LAPATZA, «ardesa.com,» [En línea]. Available: [https://ardesa.com/fabarm-
 8 las-claves-de-disparo-con-escopeta-1-elegir-nuestra-escopeta/](https://ardesa.com/fabarm-las-claves-de-disparo-con-escopeta-1-elegir-nuestra-escopeta/).
]
- [S. School, «tpwd.texas.gov,» 2020. [En línea]. Available:
 9 [https://tpwd.texas.gov/education/hunter-education/educacion-para-
 \] cazadores/capitulo-2](https://tpwd.texas.gov/education/hunter-education/educacion-para-cazadores/capitulo-2). [Último acceso: 2022].
- [C. GUERINI, «caesarguerini.it,» [En línea]. Available:
 1 <https://www.caesarguerini.it/es/escopetas-superpuestas>.
 0
]
- [R. d. armas, «armas.es,» [En línea]. Available: [https://www.armas.es/tipos-de-
 1 armas/escopetas/248-cerrojo2](https://www.armas.es/tipos-de-armas/escopetas/248-cerrojo2).

1

]

[T. Armas, «todoarmas.com.uy,» 2020. [En línea]. Available:

1 <http://www.todoarmas.com.uy/tipos-de-escopetas/>. [Último acceso: 05 2022].

2

]

[COMPACTUM, «compactum.com,» [En línea]. Available:

1 <https://www.conpactum.com/blog/tipos-de-escopetas/>. [Último acceso: 2022].

3

]

[A. I. jungla, «armerialajungla.com,» [En línea]. Available:

1 [https://armaslajungla.com/woo/producto/escopeta-corredera-stinger-modelo-tactical-](https://armaslajungla.com/woo/producto/escopeta-corredera-stinger-modelo-tactical-47-cal-12-76/)

4 [47-cal-12-76/](https://armaslajungla.com/woo/producto/escopeta-corredera-stinger-modelo-tactical-47-cal-12-76/).

]

[«armeriaalberdi.com,» [En línea]. Available:

1 <https://www.armeriaalberdi.com/producto/escopeta-fabram-calibre-12-no-346912/>.

5

]

[«a-alvarez.com,» [En línea]. Available: [https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-](https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-semiautomaticas-winchester/100041261/escopeta-semiautomatica-winchester-sx4-6-field-cal-12)

1 [semiautomaticas-winchester/100041261/escopeta-semiautomatica-winchester-sx4-](https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-semiautomaticas-winchester/100041261/escopeta-semiautomatica-winchester-sx4-6-field-cal-12)

6 [field-cal-12.](https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-semiautomaticas-winchester/100041261/escopeta-semiautomatica-winchester-sx4-6-field-cal-12)

]

[«a-alvarez.com,» [En línea]. Available: [https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-](https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-superpuestas-caza-primus/100021617/escopeta-superpuesta-primus-spz-calibre-12)

1 [superpuestas-caza-primus/100021617/escopeta-superpuesta-primus-spz-calibre-12.](https://www.a-alvarez.com/caza/escopetas-superpuestas-caza-primus/100021617/escopeta-superpuesta-primus-spz-calibre-12)

7

]

[r. d. armas, «armas.es,» [En línea]. Available: [https://www.armas.es/tipos-de-](https://www.armas.es/tipos-de-armas/escopetas/245-yuxtapuesta)

1 [armas/escopetas/245-yuxtapuesta.](https://www.armas.es/tipos-de-armas/escopetas/245-yuxtapuesta)

8

]

[A. Cano, «armeriacano.com,» [En línea]. Available: [https://armeriacano.com/57-](https://armeriacano.com/57-escopetas-superpuestas-competicion)

1 [escopetas-superpuestas-competicion.](https://armeriacano.com/57-escopetas-superpuestas-competicion)

9

]

[«tiroalplatordm.com,» [En línea]. Available: [https://tiroalplatordm.com/escopetas-](https://tiroalplatordm.com/escopetas-de-tiro-al-plato/)

2 [de-tiro-al-plato/](https://tiroalplatordm.com/escopetas-de-tiro-al-plato/). [Último acceso: 2022].

0

]

- [Corsivia, «corsivia.com,» [En línea]. Available:
 2 <https://corsivia.com/2021/05/12/historia-del-tiro-al-plato/#:~:text=Fue%20en%201915%20cuando%20la,%E2%80%9Ctiro%20alrededor%20del%20reloj%E2%80%9D>. [Último acceso: 2022].
- [C. c. S. Guillermo, 2018, [En línea]. Available:
 2 <https://www.facebook.com/446301452095070/photos/de-las-palomas-al-plato/historia-del-tiro-al-plato-el-tiro-al-plato-tiene-sus-orig/1763444657047403/>.
] [Último acceso: 2022].
- [M. Soria, «sports.es,» [En línea]. Available: <https://www.sport.es/es/noticias/juegos-olimpicos/tiro-olimpico-5238871>. [Último acceso: 2022].
 3
]
- [P. R. y. E. S. Monica rojo, PATRIMONIO HISTORICO ESPAÑOL DEL JUEGOS Y DEL DEPORTE: REAL FEDERACION DE TIRO OLIMPICO, Real federación española de tiro olímpico, 2016.
]
- [Abraham, «zonatactica.es,» [En línea]. Available:
 2 <https://www.zonatactica.es/blog/disciplinas-de-tiro-al-plato/>. [Último acceso: 2022].
 5
]
- [J. M. Cascales, «Gestión electrónica de una máquina de tiro al palto,» Universidad pública de Cartagena, Cartagena, 2013.
 6
]
- [F. i. d. t. a. plato, «fitasc.com,» 2010. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.fitasc.com/upload/files/rgl_t_cs_010110_ang.pdf. [Último acceso: 2022].
]
- [Anónimo, «penadarevolta,» [En línea]. Available:
 2 http://www.penadarevolta.com/index.php/es/pena_revolta/tiro-al-plato. [Último
 8 acceso: 2022].
]
- [A. Álvarez, «a-alvarez.com,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.a-alvarez.com/blog/caza/equipo-de-caza/equipo-para-tiro-al-plato/15433#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20longitud,ser%20de%2074%2D75%20cm>. [Último acceso: 05 2022].
- [H. Gallo, «weekend.perfil.com,» 2020. [En línea]. [Último acceso: 2022].
 3

0

]

[T. a. p. DRM, «tiroalplatordm.com,» [En línea]. Available:

3 <https://tiroalplatordm.com/escopetas-de-tiro-al-plato/>.

1

]

[D. B. Giraldo, «GALE ONEFILE,» 12 2013. [En línea]. Available:

3 <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA434223340&sid=googleScholar&v=2.1>

2 &it=r&linkaccess=abs&issn=19094841&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon

] %7Ebc5df4d2. [Último acceso: 05 2022].

[I. Mecafenix, «ingenieriamecafenix.com,» 09 2018. [En línea]. Available:

3 <https://www.ingmecafenix.com/electronica/electroiman/>. [Último acceso: 05 2022].

3

]

[M. á. Pulido, ELECTROIMANES, San vicente, Alicante: Editorial club

3 universitario, 2010.

4

]

[I. NCB, «incg.com,» 2016. [En línea]. Available:

3 <http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/1041-como->

5 [funcionan-los-solenoides-mec006s](http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/1041-como-funcionan-los-solenoides-mec006s). [Último acceso: 05 2022].

]

[J. Ramirez. [En línea]. Available:

3 https://www.youtube.com/watch?v=WnbjgvSr_UQ.

6

]

[A. carabina, «armeriacarabinasypistolas.com,» 2015. [En línea]. Available:

3 <https://www.youtube.com/watch?v=geC7bBwgMjk>. [Último acceso: 2022].

7

]

[M.M.C., «diccionariomotorgiga,» 2019. [En línea]. Available:

3 <https://diccionario.motorgiga.com/m/gmx-tag412.htm>. [Último acceso: 2022].

8

]

[Perfocan, «catalogoperfocam.com,» [En línea]. Available:

3 <https://catalogo.perfocan.com/articulo/10031231-TRUST-SEPIOL-FOGUEO->

9 (SOLO-RUIDO)-CAL.-1270-1905/. [Último acceso: 2022].

]

- [«simway.se,» [En línea]. Available: <http://www.simway.se/huntpro.html#header7-4> 2t.
 0
]
- [M. t. sistemas, «marksman.se,» [En línea]. Available: <https://www.marksman.se/es/>.
 4 [Último acceso: 2022].
 1
]
- [C. y. L. regulables, «culatasregulables.com,» 2020. [En línea]. Available:
 4 <http://www.culatasregulables.com/2012/09/por-que-necesitamos-un-lomo-2-regulable.html>. [Último acceso: 2022].
]
- [Rizzini, «armeriamateo.com,» 2021. [En línea]. Available:
 4 <https://www.armeriamateo.com/tienda/Catalog/show/rizzini-v3-trap-28773>. [Último
 3 acceso: 2022].
]
- [D. G. Triado, «abc.es,» 2018. [En línea]. Available: https://www.abc.es/espana/abci-4-radiografia-armas-espana-cada-16-habitantes-201606151719_noticia.html. [Último
 4 acceso: 2022].
]
- [A. Maqueda, «newtral.es,» 2021. [En línea]. Available:
 4 <https://www.newtral.es/armas-de-fuego-legales-espana/20211016/>. [Último acceso:
 5 2022].
]
- [«lasexta.com,» [En línea]. Available: https://www.lasexta.com/noticias/nacional/el-4-negocio-de-las-armas-mueve-en-espana-6000-millones-de-euros-y-20000-empleos-6-directos-un-sector-que-se-podria-reconvertir-segun-los-1-expertos_201809095b951b2f0cf220c8011fe575.html.
]
- [D. H. Garcia, «COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y MICROESTRUCTURAL
 4 DE UNIONES DISÍMILES DE ALEACIONES,» Comisa, Coahuila, Saltillo, 2016.
 7
]
- [S. creative, «sdfm.mx,» Disegn fo fascturing, 10 2019. [En línea]. Available:
 4 <https://www.sdfm.mx/post/todo-sobre-los-aceros-m%C3%A1s-usados-en-el-8-mecanizado-de-piezas>. [Último acceso: 05 2022].
]
- [E. d. l. madera, «maderame.com,» 2020. [En línea]. Available:
 4 <https://maderame.com/enciclopedia-madera/nogal/>. [Último acceso: 05 2022].

9

]

[M. Polímeros, «mexpolimeros.com,» 2018. [En línea]. Available:
5 <https://www.mexpolimeros.com/etp/tecno-polimeros.html>. [Último acceso: 05
0 2022].

]

[H. Gallo, «weekend.perfil.com,» 2020. [En línea]. Available:
5 <https://weekend.perfil.com/noticias/armas-2/cual-debe-ser-la-velocidad-optima-de-1-los-cartuchos-para-no-errar-el-tiro.phtml>. [Último acceso: 05 2022].

]

APENDICE 1

En el presente apéndice se expone el método seguido para la elección de los materiales y de la tornillería involucrada en el proyecto.

1. MATERIALES

Para la elección de materiales se distinguen dos campos de intervención. La elección de los materiales metálicos para los componentes de los diferentes mecanismo y componentes del dispositivo de regulación de variables, y la de los materiales para el apoyo superior y el posa-manos. También en este apartado se discute la elección del material empleado en la cantonera.

Para la fabricación de los diferentes componentes del mecanismo de ajuste de variables se requiere de un material apto para ser mecanizado ya que este será el método de fabricación por lo que se han estudiado el acero para mecanizar y el aluminio.

Las principales características del aluminio para mecanizado son:

- Ligero, resistente y de larga duración

El aluminio es un metal muy ligero con un peso específico de 2,7 g/cm³, un tercio el peso del acero. Su resistencia puede adaptarse a la aplicación que se desee modificando la composición de su aleación.

- Muy resistente a la corrosión

El aluminio genera de forma natural una capa de óxido que lo hace muy resistente a la corrosión. Los diferentes tipos de tratamiento de superficie pueden mejorar aún más esta propiedad. Resulta especialmente útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación.

- Excelente conductor de la electricidad

El aluminio es un excelente conductor del calor y la electricidad y, en relación con su peso, es casi dos veces mejor conductor que el cobre.

- Buenas propiedades de reflexión

El aluminio es un buen reflector tanto de la luz como del calor. Esta característica, junto con su bajo peso, hace de él el material ideal para reflectores.

- Muy dúctil

El aluminio es dúctil y tiene una densidad y un punto de fusión bajos. En situación de fundido, puede procesarse de diferentes maneras. Su ductilidad permite que los productos de aluminio se fabriquen en una fase muy próxima al diseño final del producto.

- Completamente impermeable e inodoro

La hoja de aluminio, incluso cuando se lamina a un grosor de 0,007mm, sigue siendo completamente impermeable y no permite que las sustancias pierdan ni el más mínimo aroma o sabor. Además, el metal no es tóxico, ni desprende olor o sabor.

- Totalmente reciclable

El aluminio es cien por cien reciclable sin merma de sus cualidades. La recuperación del aluminio al final de su vida útil necesita poca energía. El proceso de reciclado requiere sólo un cinco por ciento de la energía que fue necesaria para producir el metal inicial. Con el aluminio reciclado podemos volver a fabricar los mismos productos de los que procede.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las principales propiedades física y mecánicas del aluminio. [47]

Tabla 8 Propiedades físicas y mecánicas del aluminio

| Propiedades físicas | |
|------------------------------|-----------------------|
| Densidad | 2.7 g/cm ³ |
| T de fusión | 660°C |
| T de ebullición | 2467°C |
| Conductividad térmica | 238 W/m-K |
| Conductividad eléctrica | 64% IACS |
| Propiedades mecánicas | |
| Módulo de elasticidad | 70 GPa |
| Resistencia a la tracción | 700 MPa |
| % de elongación | 60 |

Por otra parte, las propiedades del acero inoxidable para mecanizado son:

- Desgaste

Esta propiedad se refiere a la dureza del material que será muy influyente en el tipo de herramienta a utilizar y la duración del mecanizado. El acero inoxidable puede presentar un rango de durezas muy variables, desde muy blandas, estado óptimo para mecanizar, hasta durezas muy altas tras someterlo a determinados tratamientos térmicos.

- Tenacidad

La tenacidad es la capacidad que tiene el material para soportar esfuerzos como los generados durante el mecanizado. Este material tiene muy buena tenacidad.

- Aleación

Es una aleación de acero y cromo, evitando así, la oxidación y corrosión.

- Vida útil

Tiene una larga durabilidad y con ella una larga vida útil por lo que se puede decir que es un material con una alta resistencia a desgaste y lo hace muy útil.

- Resistencia a altas temperaturas

El acero inoxidable es un material con muy buena resistencia a altas temperaturas.

- Fácil de limpiar

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las principales propiedades físicas y mecánicas de un tipo de acero inoxidable. [48]

Tabla 9 Propiedades físicas y mecánicas del acero para mecanizar

| Propiedades del Acero INOX 304 | |
|--|-------------------------|
| Densidad | 7.93 g/cm ³ |
| Punto de fusión | 1398-1454 °C |
| Calor específico (Capacidad calorífica específica) | 500 J/(Kg · K) a 20°C |
| Resistividad eléctrica | 0.73 μΩ · m (20°C) |
| Permeabilidad magnética | 1.02 (Aproximado) |
| Modulo elástico | 193 GPa (28 × 106 psi) |
| Difusividad térmica | 3.84 mm ² /s |
| Coeficiente de conductividad termica | 16.3 (100 °C) |
| | 21.5 (500 °C) |
| Coeficiente de dilatacion lineal | 17.2 (0-100 °C) |
| | 17.8 (0-300 °C) |
| | 18.4 (0-500 °C) |

Tras este estudio se toma la decisión de mecanizar las piezas en aluminio ya que para la función que va a desempeñar es suficiente, ofreciendo buenas prestaciones en todos los campos además que su precio de fabricación es mucho menor y dará un margen de beneficio mayor en el precio final del dispositivo.

Para los materiales del apoyo superior y el posa-manos se discute a continuación si se fabricarán de madera como se ha preseleccionado o si será una mejor decisión la confección de estos componentes con tecno-polímero empleados con frecuencia en la confección de culatas.

A continuación, se muestran las propiedades más destacadas de la madera para la fabricación de los componentes mencionados. La madera seleccionada es madera de nogal siguiendo la tradición de confección de escopetas.

- Color

De marrón claro a color chocolate oscuro, la albura puede tener tonalidades grisáceas e incluso amarillas. Se trata de una de las maderas oscuras favoritas de muchos profesionales. En algunas ocasiones se puede comprar la madera de nogal vaporizada con el fin de oscurecer algo la albura y unificar en mayor medida el color.

- Fibra

Recta, en algunas ocasiones ondulada.

- Grano

El tamaño del grano es medio lo que la hace una madera dura y a la vez no quebradiza.

- Densidad

Madera semipesada, en torno a los 650 kg/m³. El nogal americano baja hasta los 610 kg/m³.

- Dureza

Se trata de una madera semidura con 3,8 en la prueba de Monnin

- Durabilidad

Medianamente resistente a la putrefacción. Susceptible al ataque de algunos insectos, entre los que destaca la polilla.

- Estabilidad Dimensional

Es muy estable dimensionalmente. Es decir, los cambios en la temperatura y grado de humedad le afectan en menor medida que a otras maderas.

- Coeficiente de contracción volumétrico

0,34% madera poco nerviosa.

- Propiedades Mecánicas
 - Resistencia a la compresión: 590 kg/cm²
 - Resistencia a flexión estática: 970 kg/cm²
 - Módulo de elasticidad: 113.000 kg/cm²
- Trabajabilidad
- Precio

El precio de la madera de nogal es alto. El europeo puede costar entorno a los 2500€/m³ y el americano aproximadamente la mitad. [49]

Una vez analizadas las principales características de la madera se pasa al estudio de las propiedades del tecno-polímero.

Este material tradicionalmente se ha mejorado y preparado para sustituir a materiales metálicos u otros materiales de construcción. Se le conoce también como polímero de ingeniería por sus excelentes propiedades en diferentes campos siendo capaz de sustituir una gran cantidad de metales u otros materiales con altos valores de resistencia mecánica. [50]

Se concluye que en el dispositivo se empleará madera, debido a las buenas prestaciones que esta ofrece. Ofreciendo un peso, un coste y una facilidad de mecanizado mucho mejores que el polímero.

Para la confección del talón de la escopeta se utilizará un polímero elastómero capaz de absorber valores altos de las fuerzas de retroceso y así aportar una sensación más cómoda al tirador frente al impacto producido por el disparo.

2. TORNILLERÍA

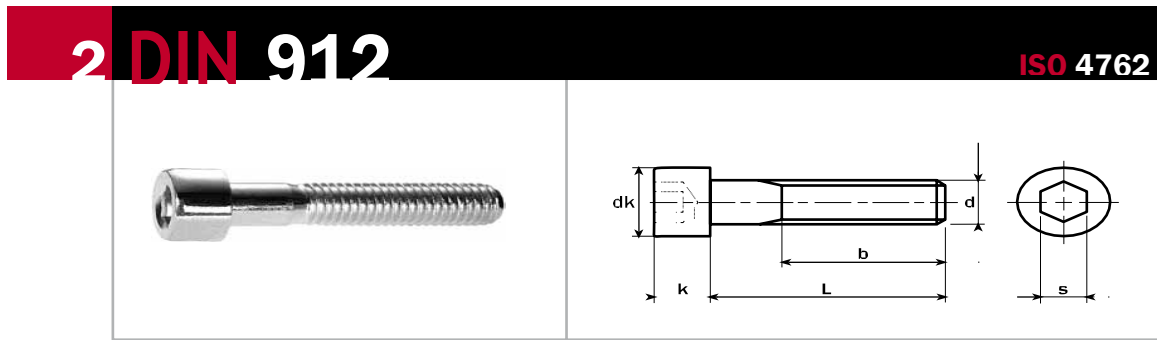
Para la elección de los tornillos y arandelas utilizados en todos los mecanismos del ensamblaje se sigue un único criterio y así se diferencian en dos tipos:

- Tornillos y arandelas según las normas ISO de métrica 6 para todos aquellos mecanismos en que las fuerzas soportadas mayormente sean acción de la cara o el cuerpo del tirador como puede ser el talón o lo referente a las desviaciones del lomo.
- Tornillos y arandelas según las normas ISO de métrica 8 para todos aquellos mecanismos en los que la fuerza ejercida sea mayormente acción del retroceso del arma.

Para la sujeción del conjunto a la madera que conforma el apoyo para la mano, tras considerarse la unión principal, se utiliza un inserto estándar para madera con un tornillo de métrica 10.

Una vez se han estimado las dimensiones de ancho de los diferentes tornillos se pasa a la elección de las longitudes con la siguiente tabla de tornillos comerciales.

Tabla 10 TORNILLOS DIN912



Hexagon socket head cap screws

Vis à tête cylindrique à six pans creux

Tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal

| d | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 |
|----------|-----|-----|-----|----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| P | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2 | 2 | 2,5 |
| b* | 18 | 20 | 22 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 |
| dk (max) | 5,5 | 7 | 8,5 | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 |
| k (max) | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| s | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 |

| L/d: Peso/Weight 1000 ud. kg | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 5 | 0,670 | | | | | | | | | |
| 6 | 0,710 | 1,500 | | | | | | | | |
| 9 | 0,800 | 1,650 | 2,450 | | | | | | | |
| 10 | 0,880 | 1,800 | 2,700 | 4,700 | | | | | | |
| 12 | 0,960 | 1,950 | 2,950 | 5,070 | 10,90 | | | | | |
| 16 | 1,160 | 2,250 | 3,450 | 5,750 | 12,10 | 20,90 | | | | |
| 20 | 1,360 | 2,650 | 4,010 | 6,530 | 13,40 | 22,90 | 32,10 | | | |
| 25 | 1,610 | 3,150 | 4,780 | 7,590 | 15,00 | 25,40 | 35,70 | 48,00 | 71,300 | |
| 30 | 1,860 | 3,650 | 5,550 | 8,300 | 16,90 | 27,90 | 39,30 | 53,00 | 77,800 | 111,00 |
| 35 | | 4,150 | 6,320 | 9,910 | 18,90 | 30,40 | 42,90 | 58,00 | 84,400 | 120,00 |
| 40 | | 4,650 | 7,090 | 11,00 | 20,90 | 32,90 | 46,50 | 63,00 | 91,000 | 129,00 |
| 45 | | | 7,860 | 12,10 | 22,90 | 36,10 | 50,10 | 68,00 | 97,600 | 138,00 |
| 50 | | | 8,530 | 13,20 | 24,90 | 39,30 | 54,50 | 73,00 | 106,00 | 147,00 |
| 55 | | | | 14,30 | 26,90 | 42,50 | 58,90 | 78,00 | 114,00 | 156,00 |
| 60 | | | | 15,40 | 28,90 | 45,70 | 63,40 | 84,00 | 122,00 | 165,00 |
| 65 | | | | | 31,00 | 48,90 | 67,80 | 90,00 | 130,00 | 174,00 |
| 70 | | | | | 33,00 | 52,10 | 71,30 | 96,00 | 138,00 | 183,00 |
| 80 | | | | | 37,00 | 58,50 | 80,20 | 108,00 | 154,00 | 203,00 |
| 90 | | | | | | 64,90 | 89,10 | 120,00 | 170,00 | 243,00 |
| 100 | | | | | | 71,20 | 98,00 | 132,00 | 186,00 | 263,00 |
| 110 | | | | | | | 107,0 | 144,00 | 202,00 | 283,00 |
| 120 | | | | | | | 116,0 | 156,00 | 218,00 | 303,00 |
| 130 | | | | | | | | 168,00 | 234,00 | 323,00 |
| 140 | | | | | | | | 180,00 | 250,00 | 343,00 |
| 150 | | | | | | | | | 266,00 | 353,00 |
| 160 | | | | | | | | | 282,00 | 403,00 |

b*: La cota b es un valor de referencia sobre la longitud mínima de rosca. / Size b is a guide value, it amounts on the minimum length of the threaded part. Longitudes L sobre la línea. Para medidas sobre la línea, rosca total. / Per diameter (d) are lengths (L) above de dotted line threaded up to the head.

CALIDADES/GRADES:



| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|----|
| 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 10.9 | 12.9 | A2 | A4 |
| 4.6 | | | | | | | | |

Como se observa en la tabla anterior, a partir de la métrica del tornillo se pueden saber todos los valores para el diseño de estos y a su vez se dispone de las diferentes longitudes normalizadas que dispone dicho tornillo.

Analizando cada uno de los mecanismos y las longitudes de tornillo que permite usar se toma la decisión de utilizar los siguientes tornillos:

- Para la sujeción del talón polimérico 2 tornillos DIN912 M6x12.
- Para el mecanismo de regulación de altura 2 tornillos DIN912 M6x10.
- Para la regulación de la ventaja del apoyo superior se utilizan 2 tornillos DIN912 M6x35.
- Para el mecanismo de regulación del pitch se emplean 2 tornillos DIN912 M8x25.
- Para los mecanismos de medias lunas empleados en la regulación de la longitud y la salida global se utilizan 4 tornillos DIN912 M8x16.
- Para el mecanismo de la caída se utilizan 2 tornillos DIN912 m8x10.
- Para la considerada sujeción principal, la encargada de fijar todos los mecanismos a la madera se utiliza un tornillo M10x25.

Además de los tonillos se emplean arandelas normalizadas en cada uno de ellos para aumentar la fuerza ejercida por estos y además evitar desgastes excesivos en los puntos de contacto entre las cabezas de los tornillos y las superficies del mecanismo.

Para la elección de las arandelas se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 11 ARANDELAS DIN433 ISO7092

DIN 433 ISO 7092

ARANDELA PLANA

MATERIAL: ACERO 8.8

DUREZA: HV300

RECUBRIMIENTO: Pulido

APLICACIÓN: Apoyo de la tuerca o cabeza del tornillo, cuando el material que se ha de unir entre sí es más blando que el de la tuerca o el tornillo, o si la superficie de apoyo no es lisa.

DIMENSIONES


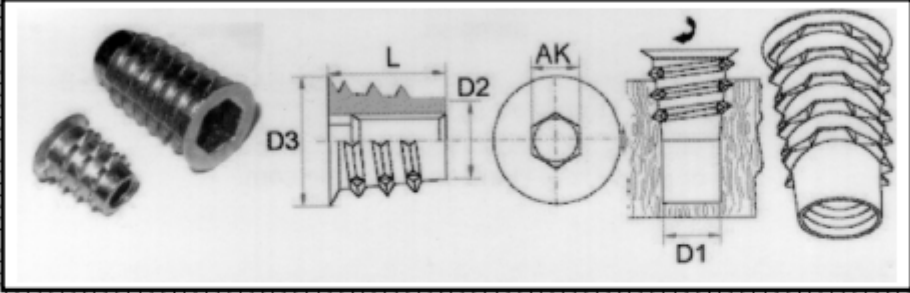
| | d | D | s |
|-------------|----------|----------|----------|
| M 4 | 4,3 | 8 | 0,5 |
| M 5 | 5,3 | 9 | 1 |
| M 6 | 6,4 | 11 | 1,6 |
| M 8 | 8,4 | 15 | 1,6 |
| M 10 | 10,5 | 18 | 1,6 |
| M 12 | 13 | 20 | 2 |
| M 14 | 15 | 24 | 2,5 |
| M 16 | 17 | 28 | 2,5 |
| M 18 | 19 | 30 | 3 |
| M 20 | 21 | 34 | 3 |
| M 22 | 23 | 37 | 3 |
| M 24 | 25 | 39 | 4 |
| M 27 | 28 | 44 | 4 |
| M 30 | 31 | 50 | 4 |

Así se decide la utilización de 6 arandelas DIN433 ISO7092 M6 y 8 arandelas DIN433 ISO7092 M8.

Por último, para la elección de los insertos de madera colocados en el apoyo superior y en la parte delantera se decide la instalación de unos estandarizaos comerciales, especiales para madera de dureza elevada como es la madera de la culata. La dimensión de estos se basará en el único parámetro de tener una rosca interior de M6 o M10 en las correspondientes situaciones.

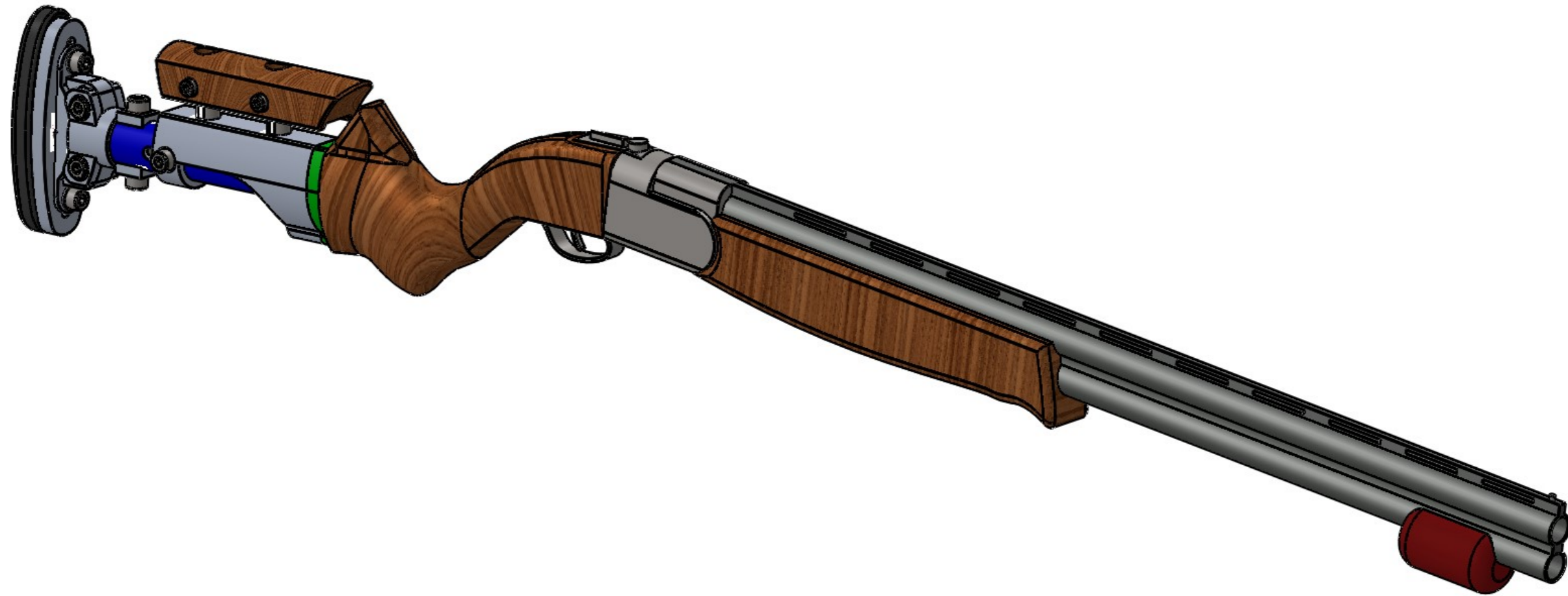
La selección de estos para su diseño se toma en base a la siguiente tabla.

Tabla 12 INSERTOS PARA MADERA

|  | FICHE TECHNIQUE sous réserve de toutes modifications | | 41/TBH | | | |
|---|--|----------|---------------|------|------|----|
| | INSERT TETE AFFLEURANTE EMPREINTE HEXAGONALE CREUSE A VISSER DANS LE BOIS | | | | | |
| 61 avenue de l'Europe - 78140 Vélizy-Villacoublay - Tel : 00 33 (0)1 78 74 32 00 - Fax : 00 33 (0)1 78 74 32 01 | | | | | | |
|  | | | | | | |
| REFERENCE | PAS METRIQUE | LONGUEUR | D1 | D2 | D3 | AK |
| | M | L | | | | |
| 41/TBH040H100 | M4 | 10 | 5.7/6 | 5.5 | 8.5 | 4 |
| 41/TBH050H100 | M5 | 10 | 7.7/8 | 6.5 | 11.5 | 5 |
| 41/TBH050H130 | M5 | 13 | 7.7/8 | 6.5 | 11.5 | 5 |
| 41/TBH060H100 | M6 | 10 | 8.7/9 | 7.5 | 12.5 | 6 |
| 41/TBH060H130 | M6 | 13 | 8.7/9 | 7.5 | 12.5 | 6 |
| 41/TBH060H200 | M6 | 20 | 8.7/9 | 7.5 | 12.5 | 6 |
| 41/TBH060H250 | M6 | 25 | 8.7/9 | 8 | 12.5 | 6 |
| 41/TBH080H130 | M8 | 13 | 10.7/11 | 9.5 | 14.5 | 8 |
| 41/TBH080H250 | M8 | 25 | 10.7/11 | 9.5 | 14.5 | 8 |
| 41/TBH100H130 | M10 | 13 | 12.2/12.25 | 11.5 | 16 | 10 |
| 41/TBH100H250 | M10 | 25 | 12.2/12.25 | 11.5 | 16 | 10 |

Observando la tabla y el mecanismo propuesto una vez ensamblado se toma la decisión de utilizar 2 insertos M6x10 y uno M10x25.

ANEXO 1 PLANOS



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO

FECHA

01/05/2022

ESCALA

1:4

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO COMPLETO

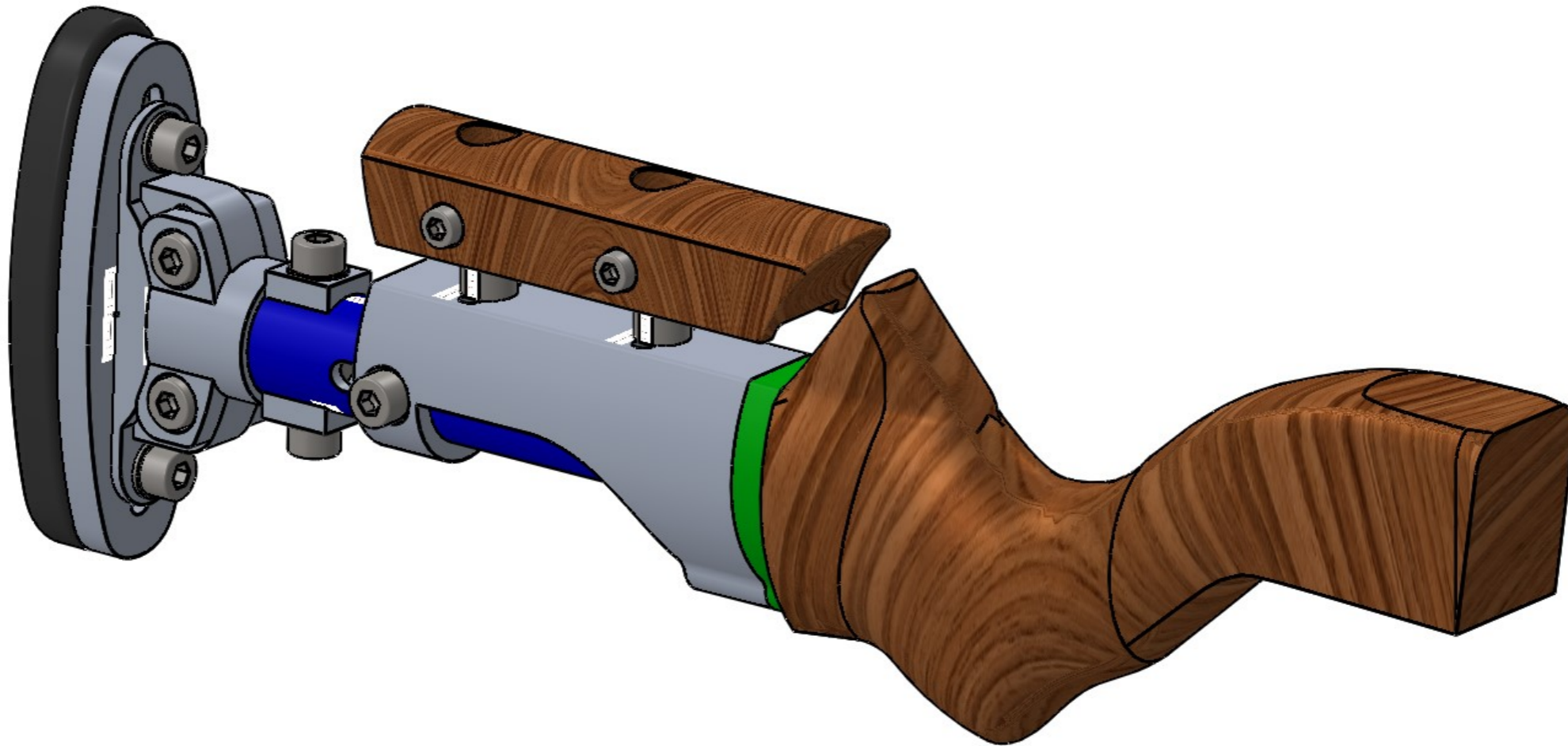
Nº PLANO

1

upna
 Universidad
 Pública de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

DIBUJADO

Cristian Rematírez
 Llorente



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO

FECHA
 01/05/2022

ESCALA

1:1.5

DESCRIPCIÓN

CULATA ARTICULADA

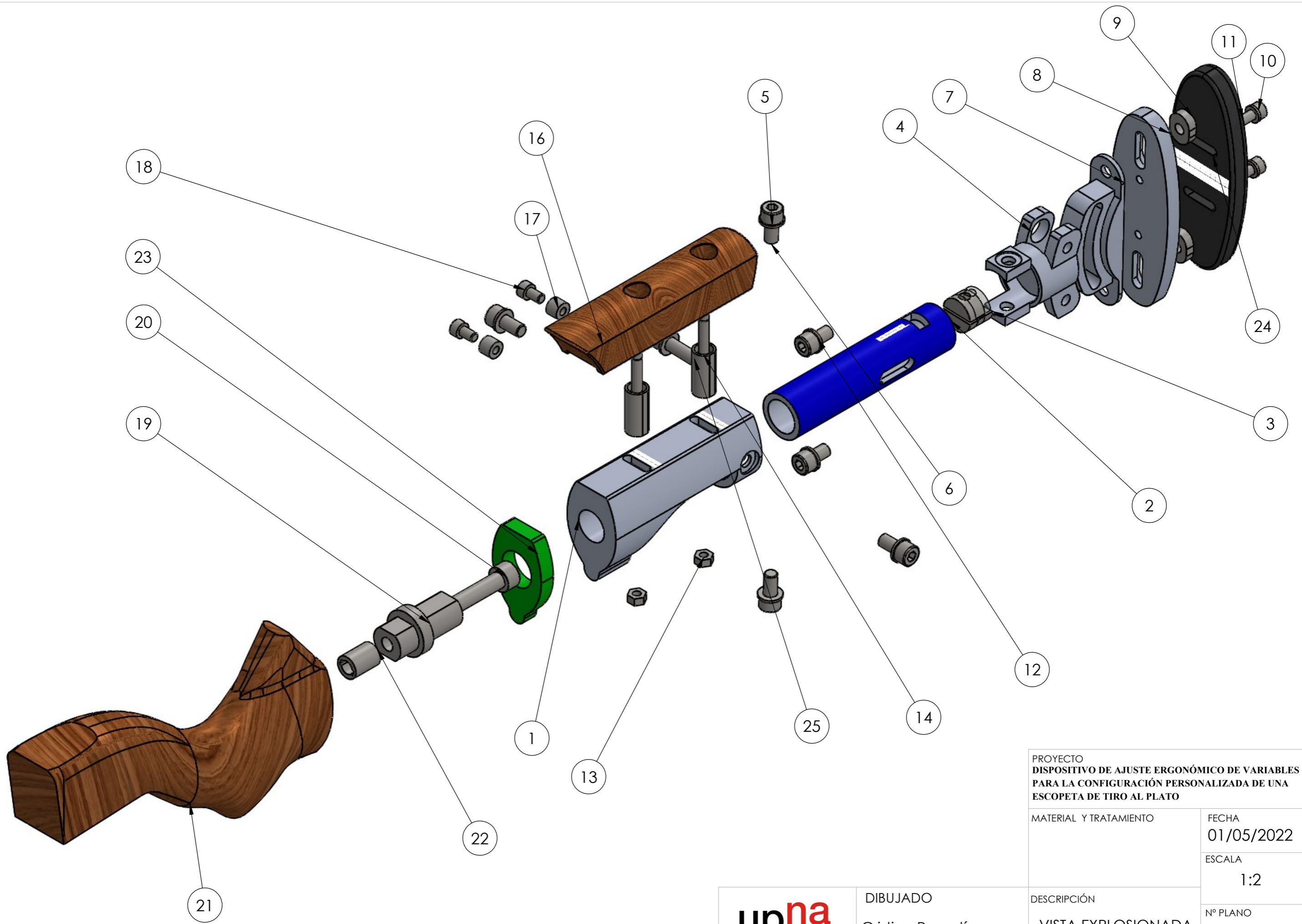
Nº PLANO

2

upna
 Universidad
 Pública de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

DIBUJADO

Cristian Rematírez
 Lorente



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

| | | |
|------------------------|----------|------------|
| MATERIAL Y TRATAMIENTO | FECHA | 01/05/2022 |
| | ESCALA | 1:2 |
| DESCRIPCIÓN | Nº PLANO | 3 |
| VISTA EXPLOSIONADA | | |



DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente

| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------|
| 1 | CARCASA | CUERPO DEL ENSAMBLAJE | 1 |
| 2 | EJE | EJE PRINCIPAL | 1 |
| 3 | CASQUILLO MEDIALUNA | SUJECCIÓN LONGITUD Y GIRO | 6 |
| 4 | GIRO | | 1 |
| 5 | ISO7092M8 | ARANDELA M8 | 8 |
| 6 | din_912-m8x1-16-10_9 | TORNILLO M8 | 4 |
| 7 | DESLIZANTE VERTICAL | | 1 |
| 8 | CULATÍN | | 1 |
| 9 | COLISO CULATIN | | 2 |
| 10 | ISO7092M6 | ARANDELA M6 | 4 |
| 11 | din_912-m6x1-12-10_9 | TORNILLO M6 | 2 |
| 12 | din_912-m8X1-14-10_9 | TORNILLO M8 | 2 |
| 13 | DIN934M6 | TUERCA M6 | 2 |
| 14 | TUBO APOYO SUPERIOR | | 2 |
| 15 | din_912-m6x1-35-10_9 | TORNILLO M6 | 2 |
| 16 | MADERA SUPERIOR | | 1 |
| 17 | INSERTO | INSERTO NORMALIZADO | 2 |
| 18 | din_912-m6x1-10-10_9 | TORNILLO M6 | 2 |
| 19 | ROSCA DELANTERA | | 1 |
| 20 | din_912-m10x1-25-12_9 | TORNILLO M10 | 1 |
| 21 | MADERA | | 1 |
| 22 | INSERTO DELANTERO | INSERTO NORMALIZADO | 1 |
| 23 | CASQUILLO DELANTERO | | 1 |
| 24 | GOMA | | 1 |
| 25 | din_912-m8x1-25-10_9 | TORNILLO M8 | 2 |
| 26 | BASCULA | BÁSCULA ESCOPETA RIZZINI | 1 |
| 27 | CAÑOS | CAÑOS ESCOPETA RIZZINI | 1 |
| 28 | SOFTWARE | SOFTWARE COMERCIAL | 1 |

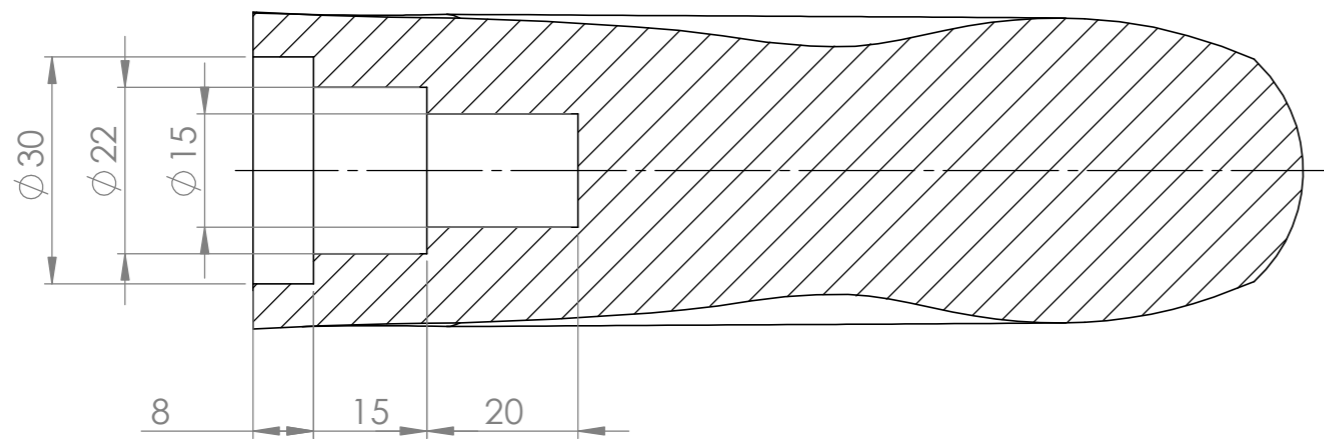
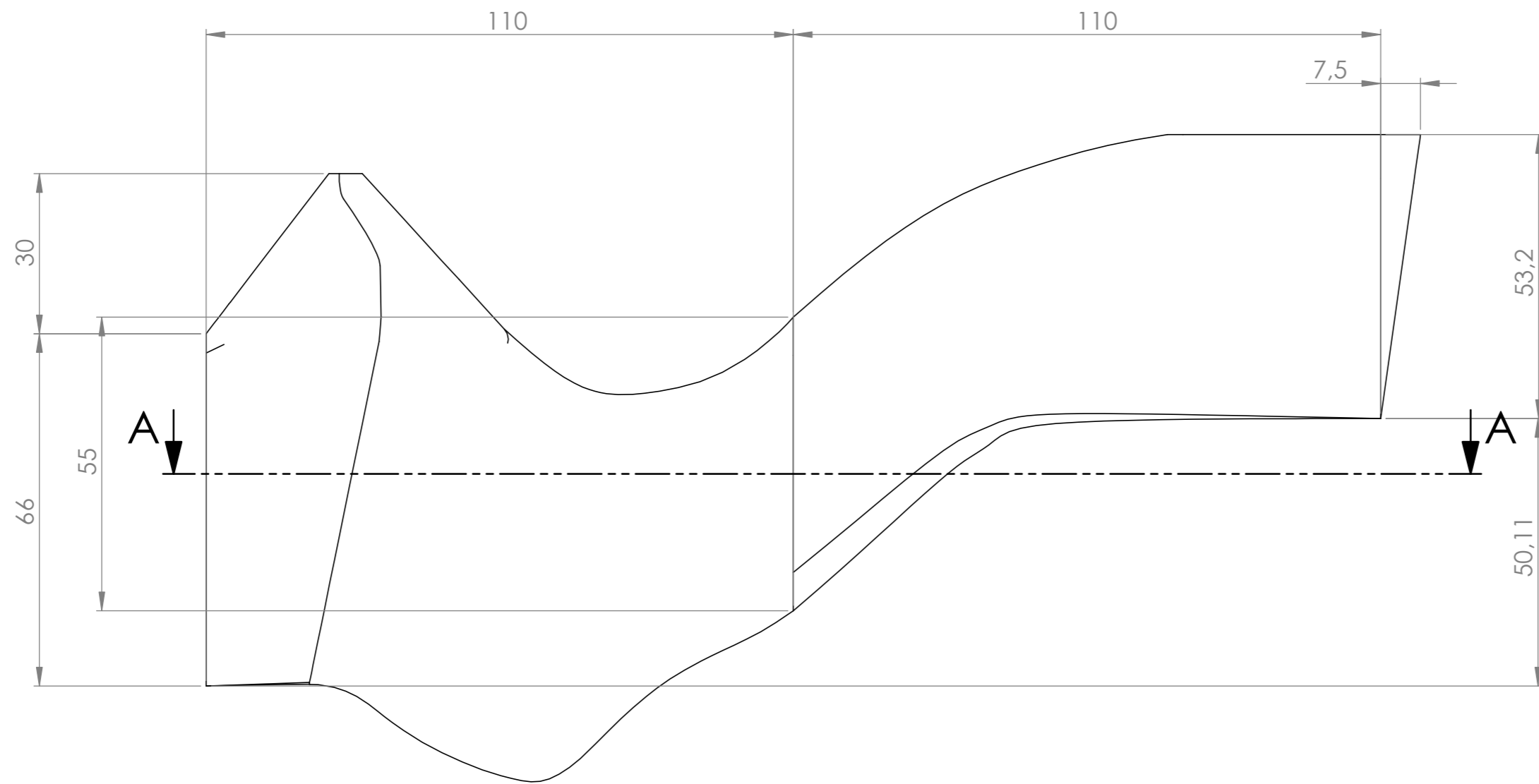
PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO

FECHA

01/05/2022

ESCALA



SECCIÓN A-A



Se adjunto archivo SAT

PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

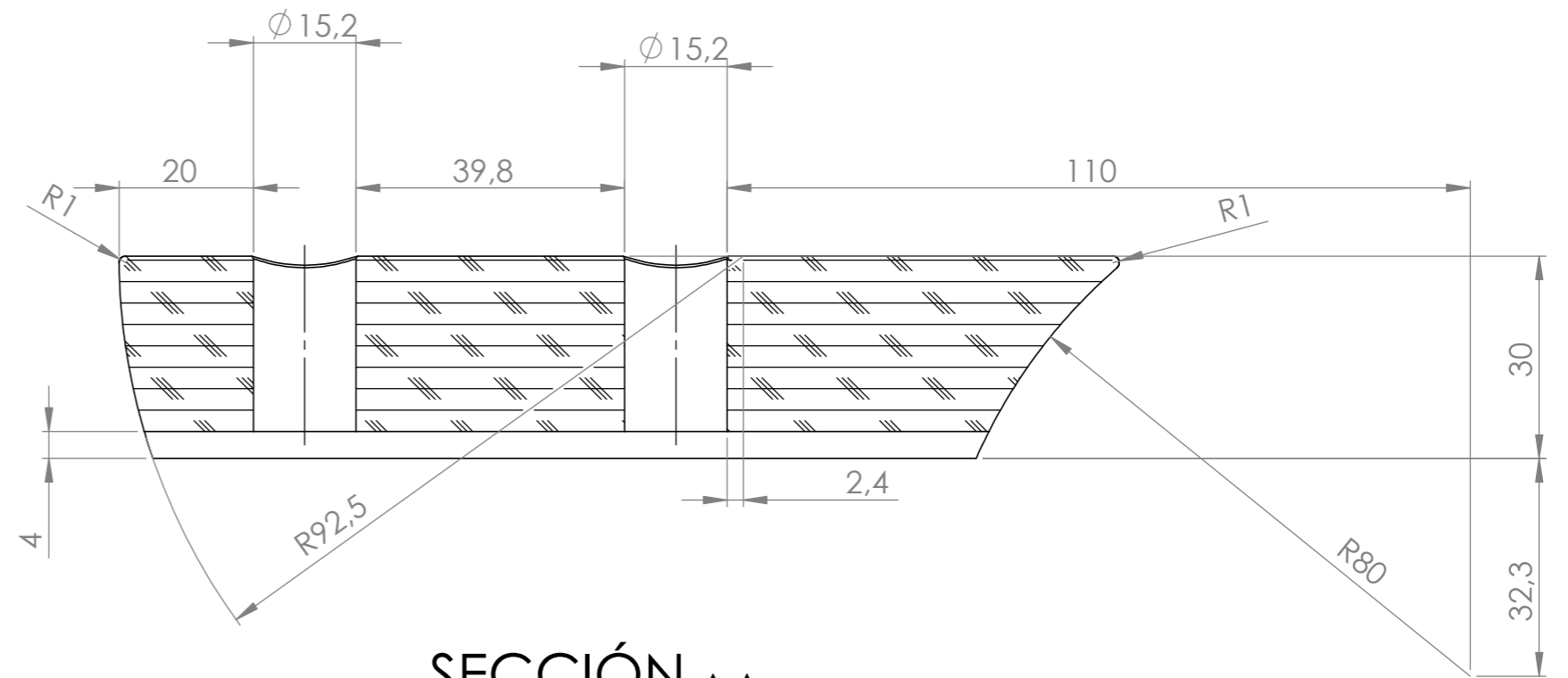
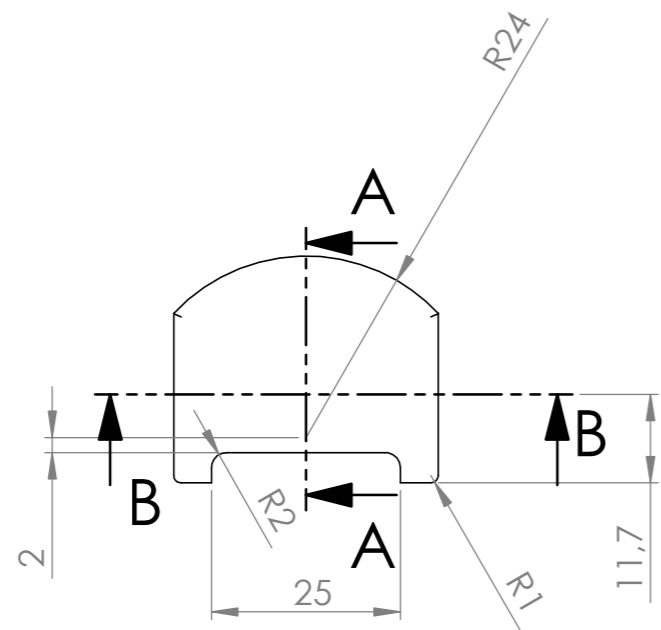
| | |
|------------------------------|------------|
| MATERIAL Y TRATAMIENTO | FECHA |
| MADERA DE NOGAL BARNIZADA | 01/05/2022 |

| | |
|-------------|--------|
| DESCRIPCIÓN | ESCALA |
| POSA MANOS | 1:1 |

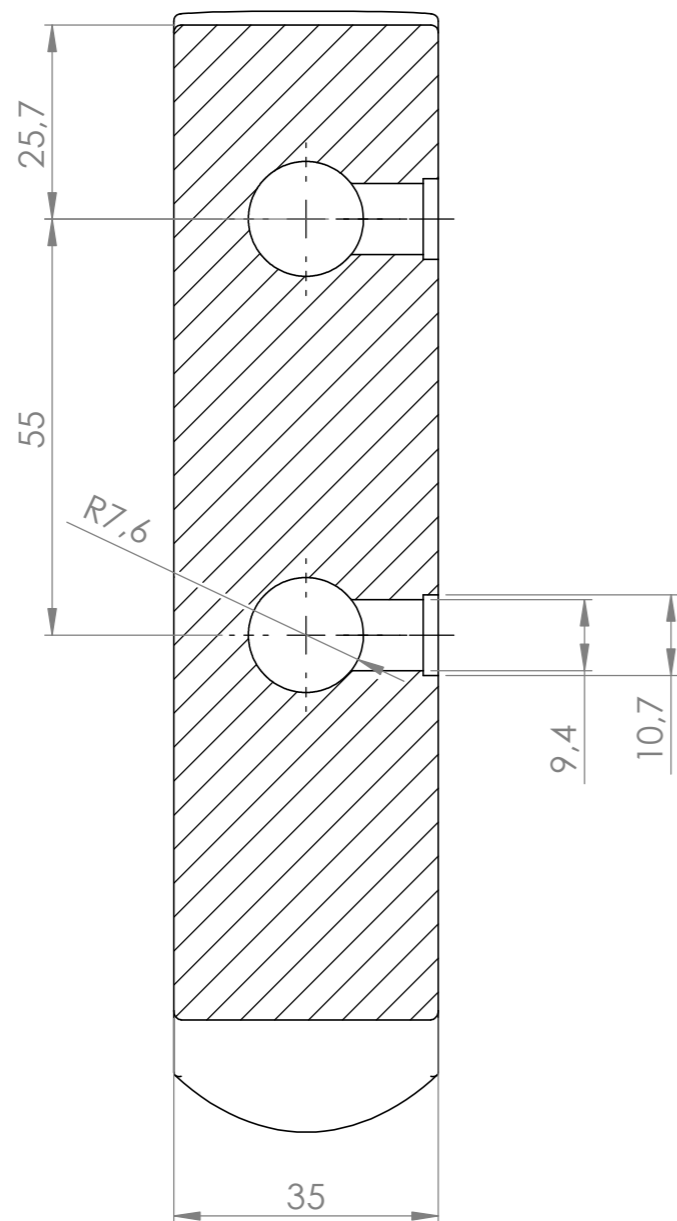
| | |
|--------------------------------|----------|
| DIBUJADO | Nº PLANO |
| Cristian Rematínez Llorente | 5 |



DIBUJADO
 Cristian Rematínez
 Llorente



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



Se adjunta archivo .SAT

PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**MADERA DE NOGAL
 BARNIZADA**

FECHA
01/05/2022

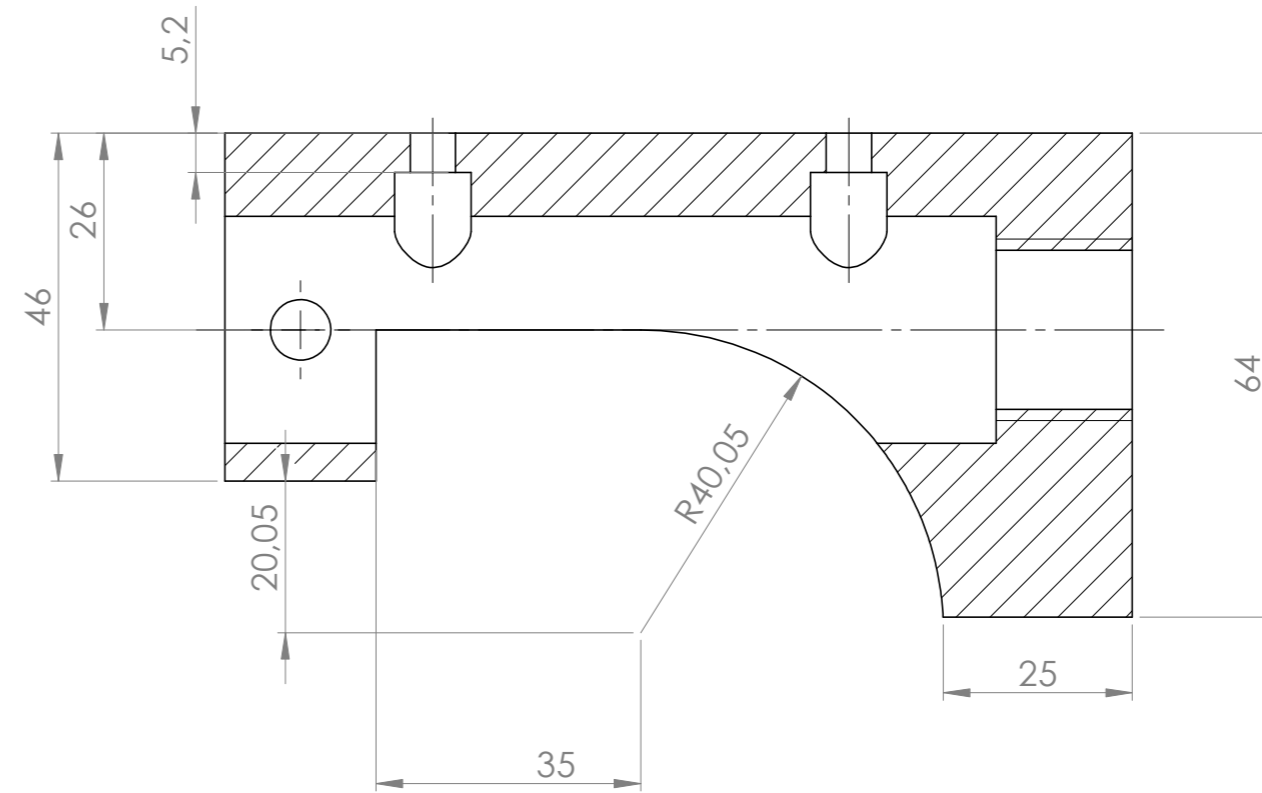
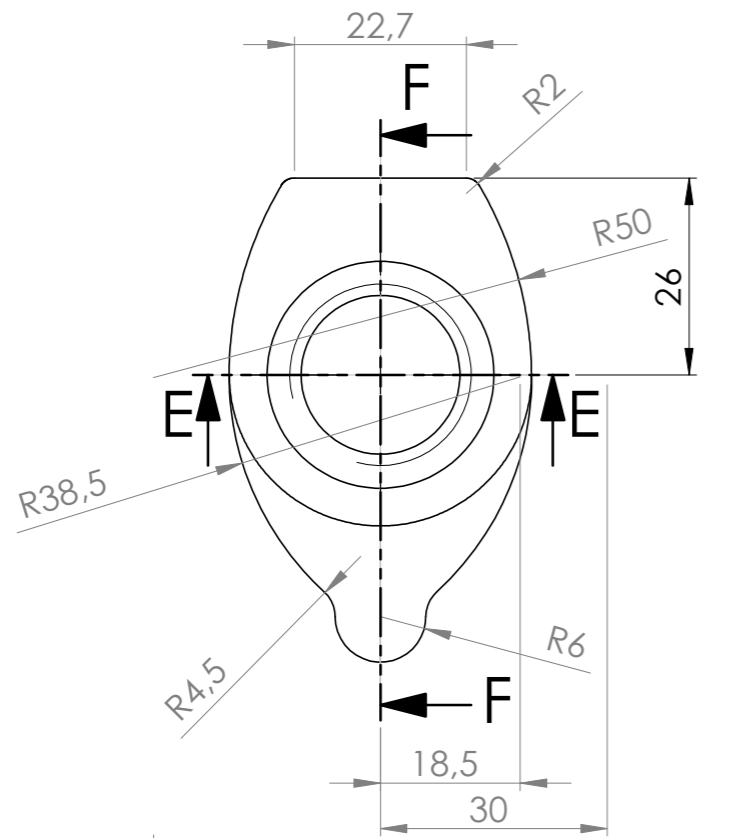
ESCALA
1:1

DESCRIPCIÓN
APOYO SUPERIOR

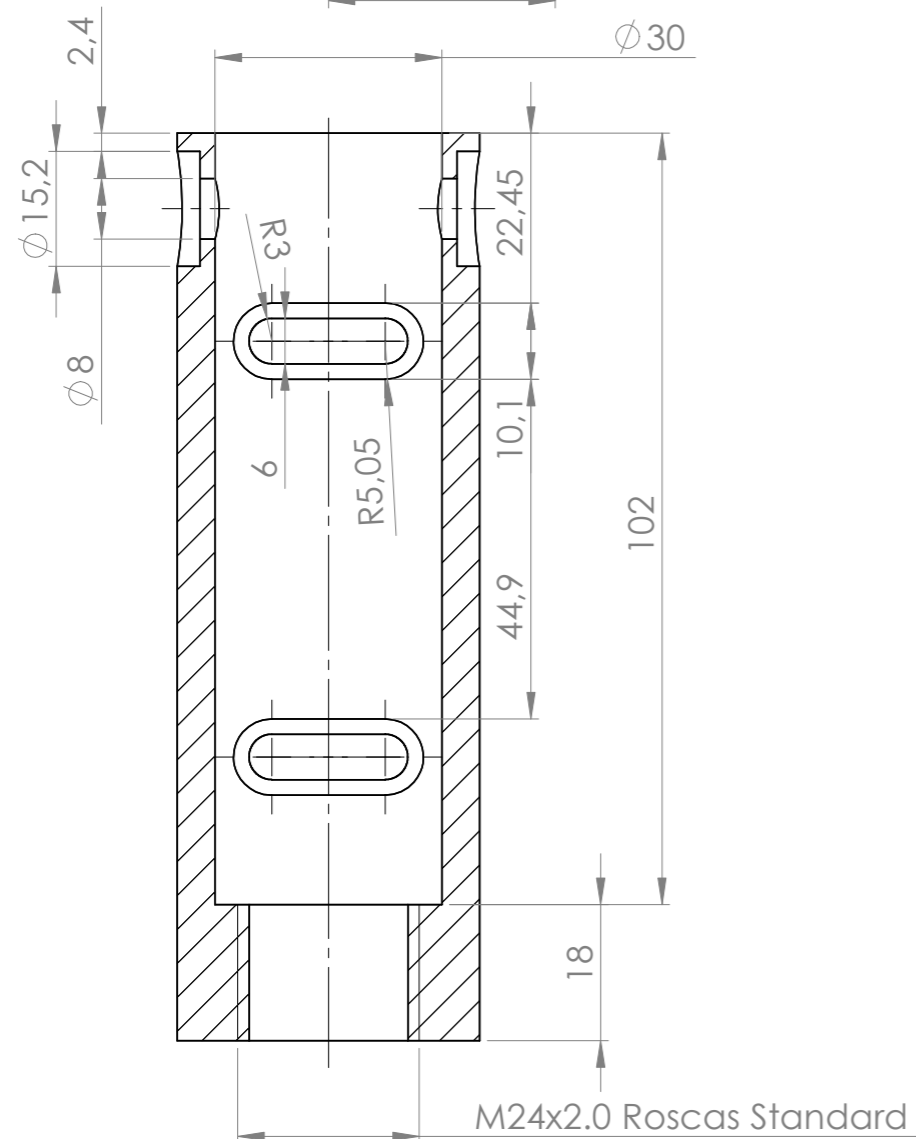
Nº PLANO
6



DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Llorente**



SECCIÓN F-F



SECCIÓN E-E



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
01/05/2022

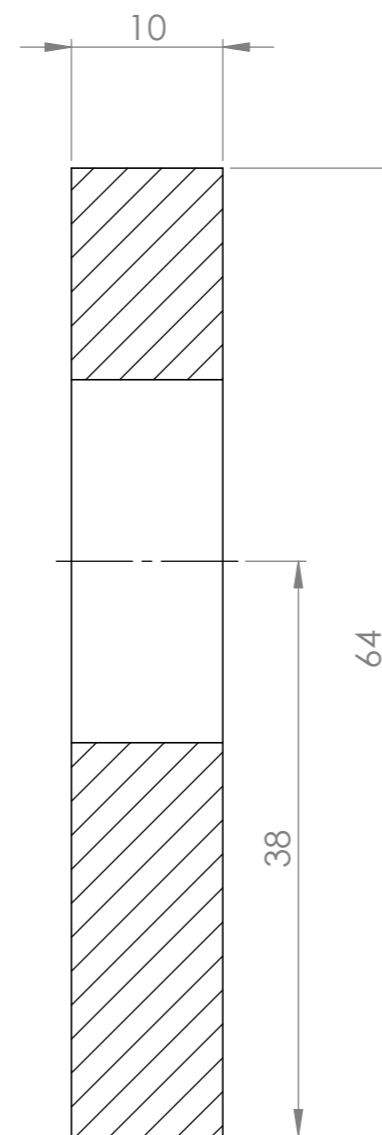
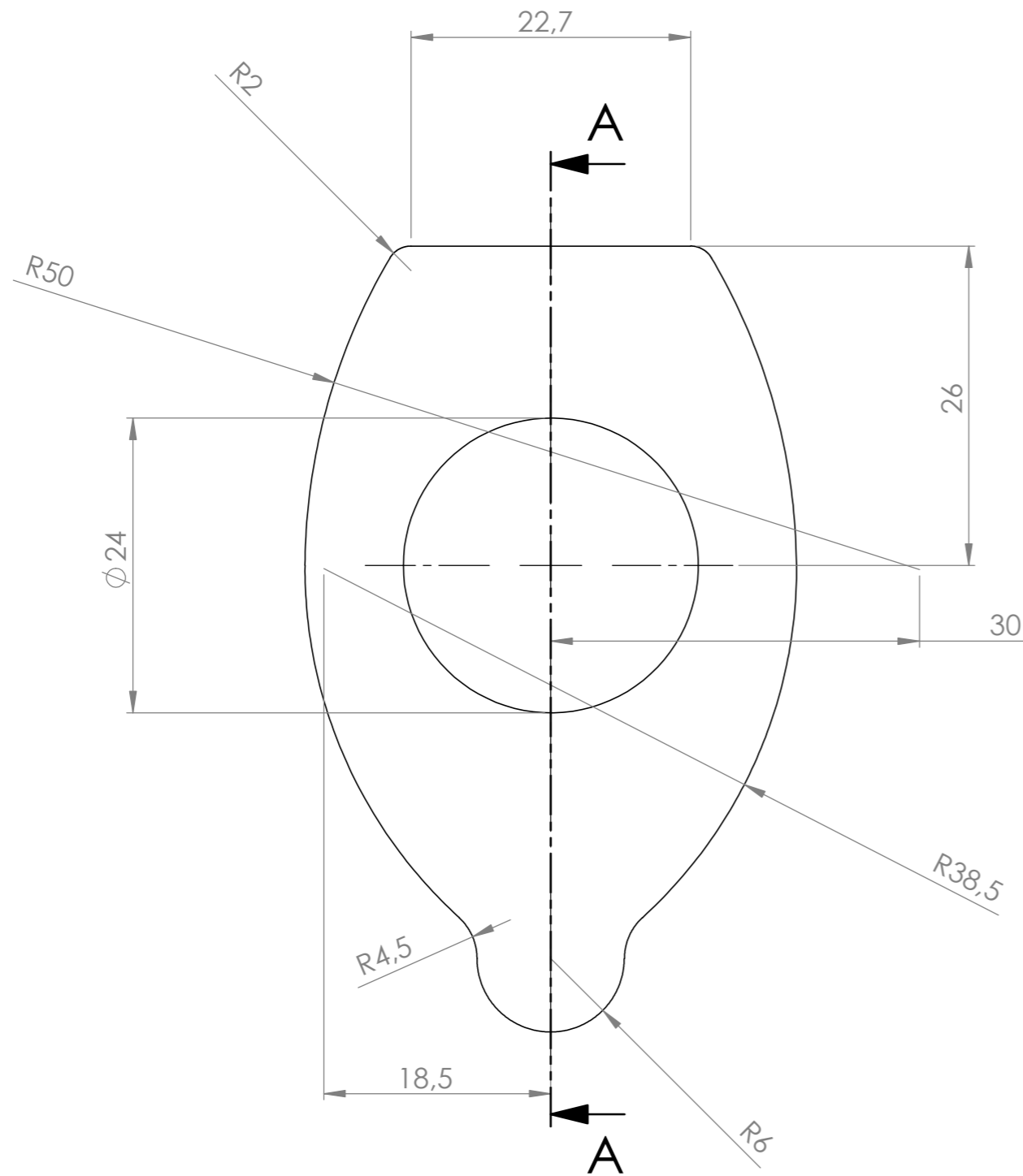
ESCALA
1:1

DESCRIPCIÓN
CARCASA

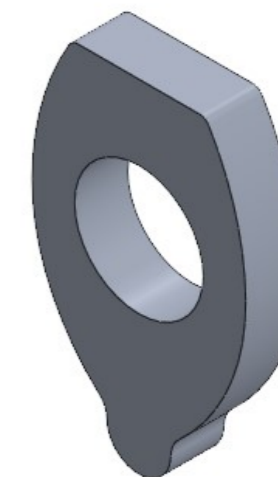
Nº PLANO
7



DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Lorente**



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
01/05/2022

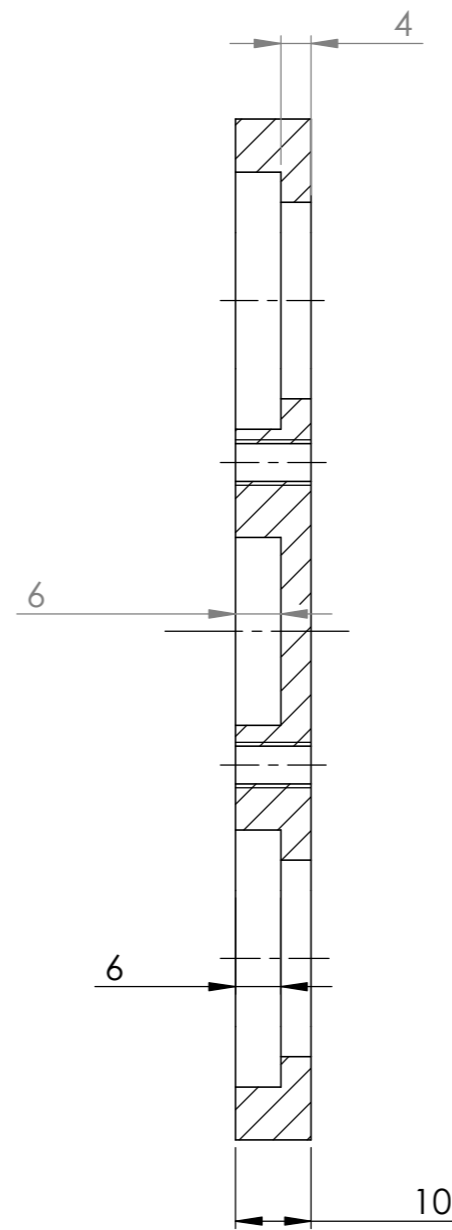
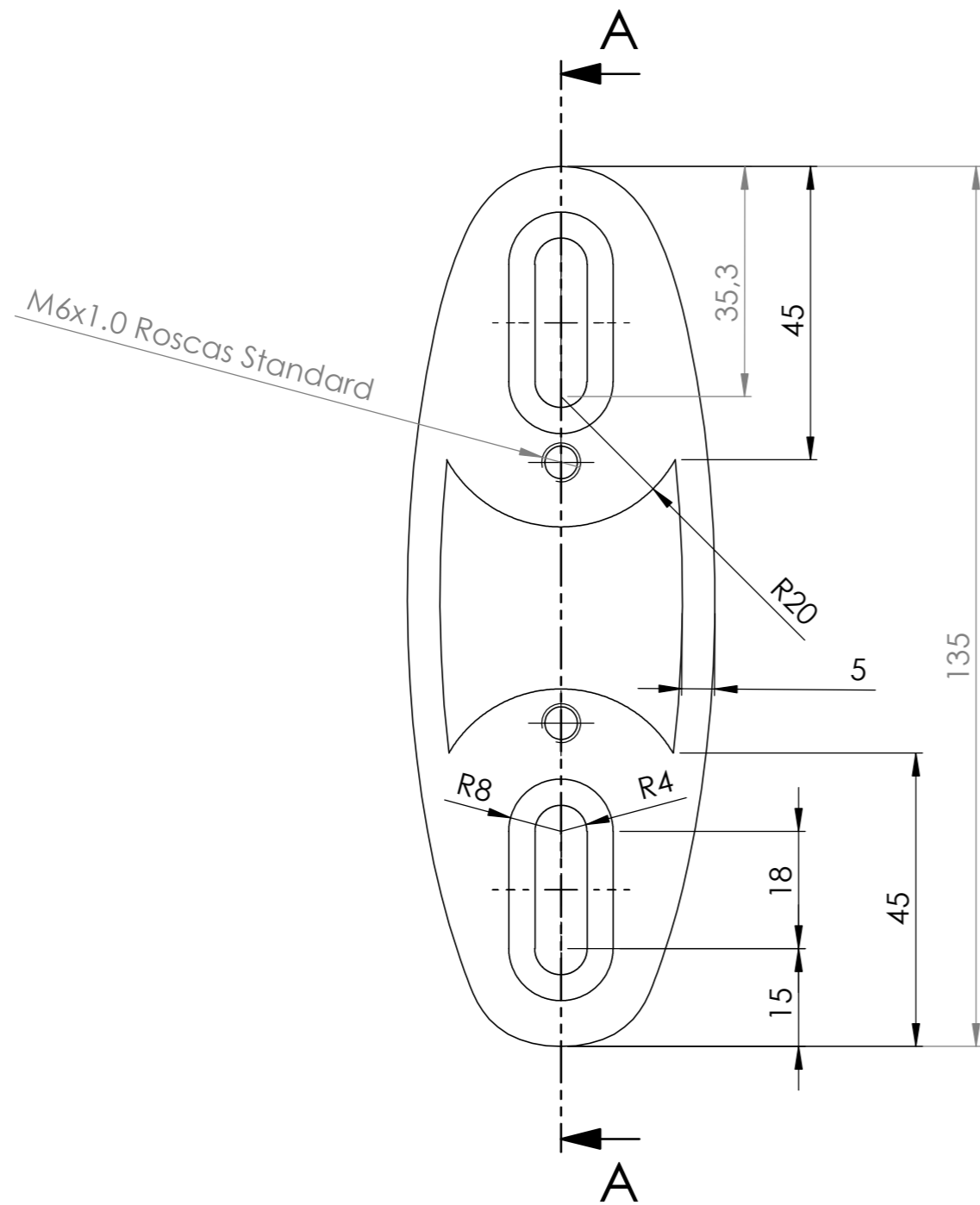
ESCALA
1:1

DESCRIPCIÓN
**CASQUILLO
 DELANTERO**

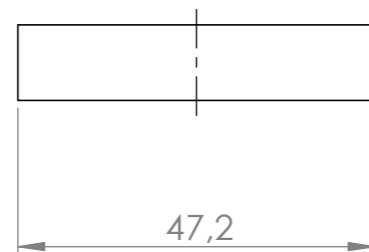
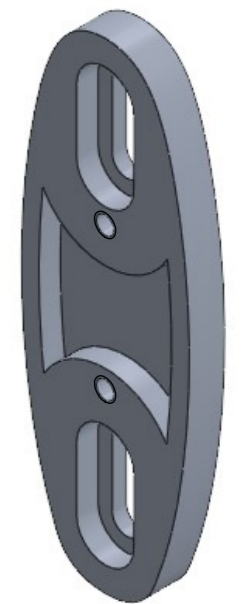
Nº PLANO
8



DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Lorente**



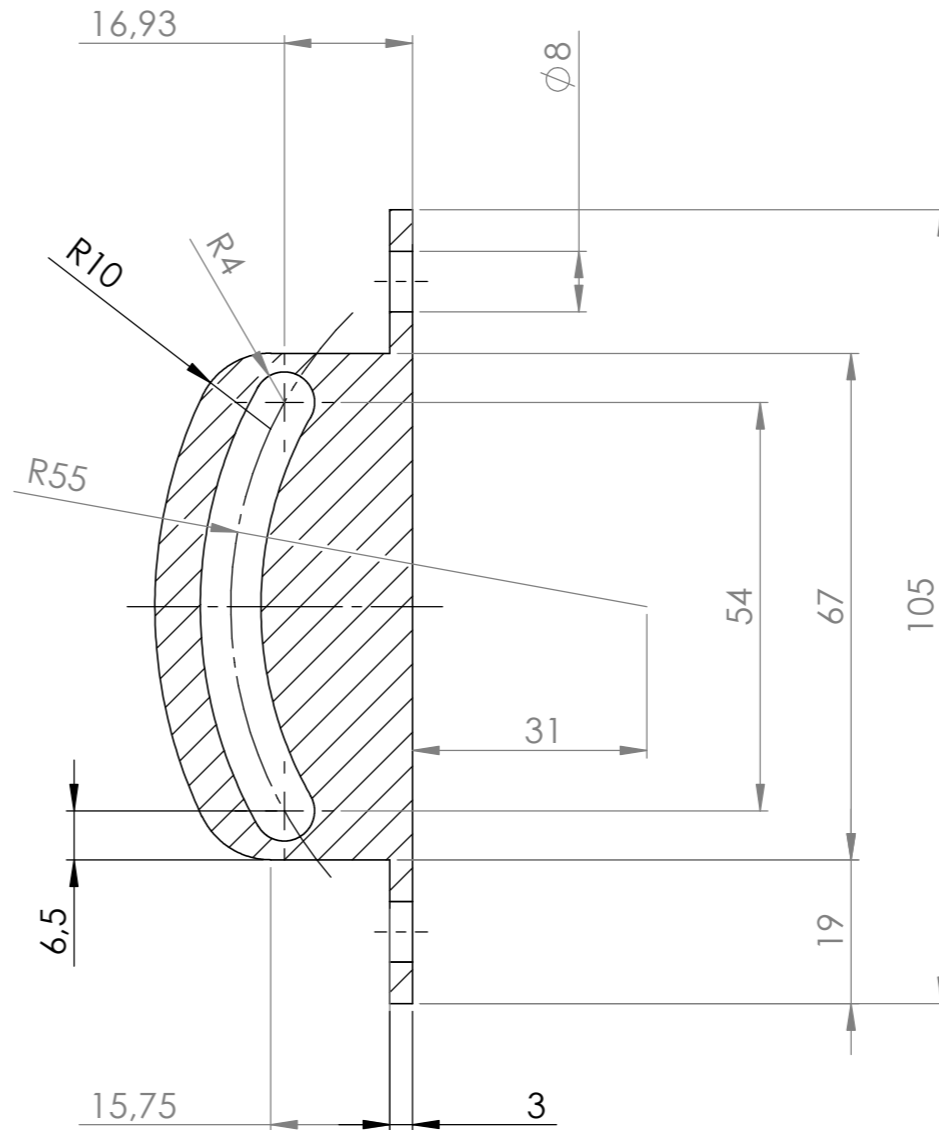
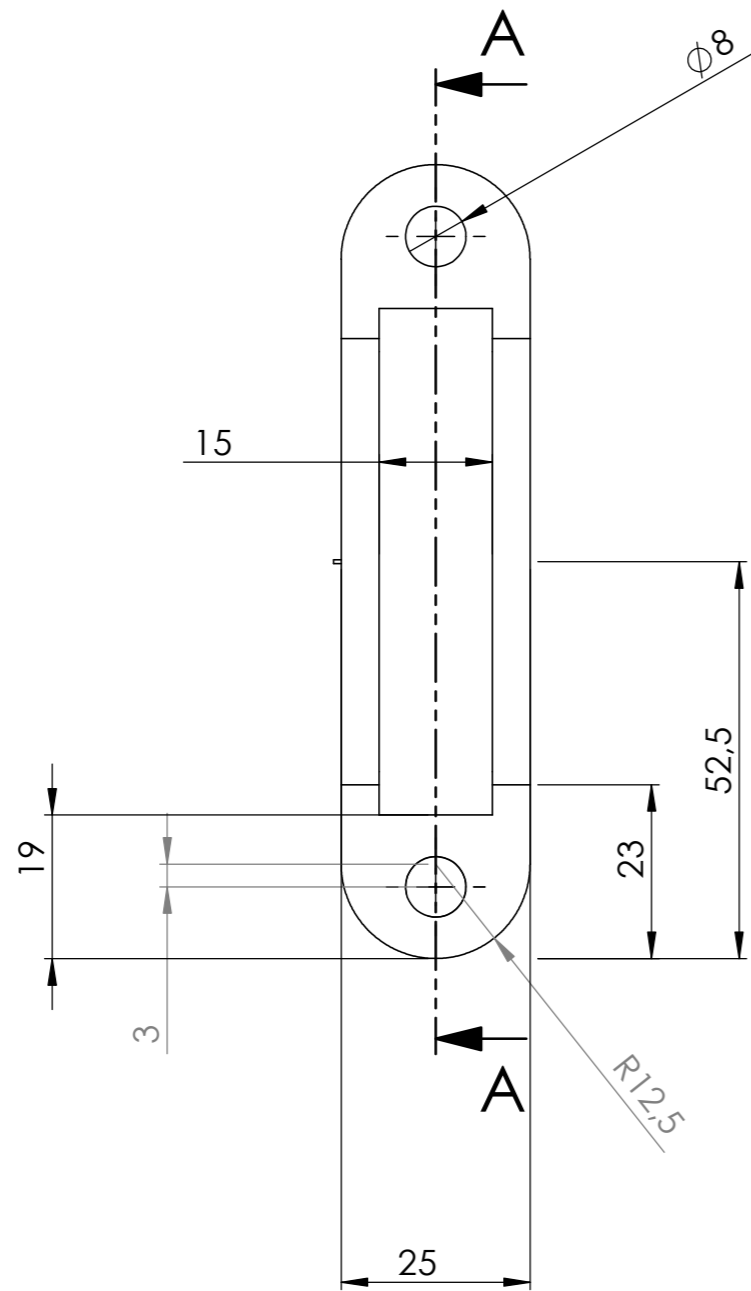
SECCIÓN A-A



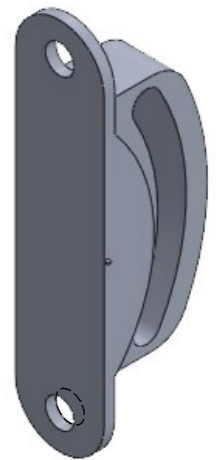
| | |
|---|----------------------------|
| PROYECTO DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA ESCOPETA DE TIRO AL PLATO | |
| MATERIAL Y TRATAMIENTO ALUMINIO ANODIZADO | FECHA 01/05/2022 |
| DESCRIPCIÓN CULATÍN | ESCALA 1:1 |
| | Nº PLANO 9 |



DIBUJADO
 Cristian Rematírez Lorente



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
01/05/2022

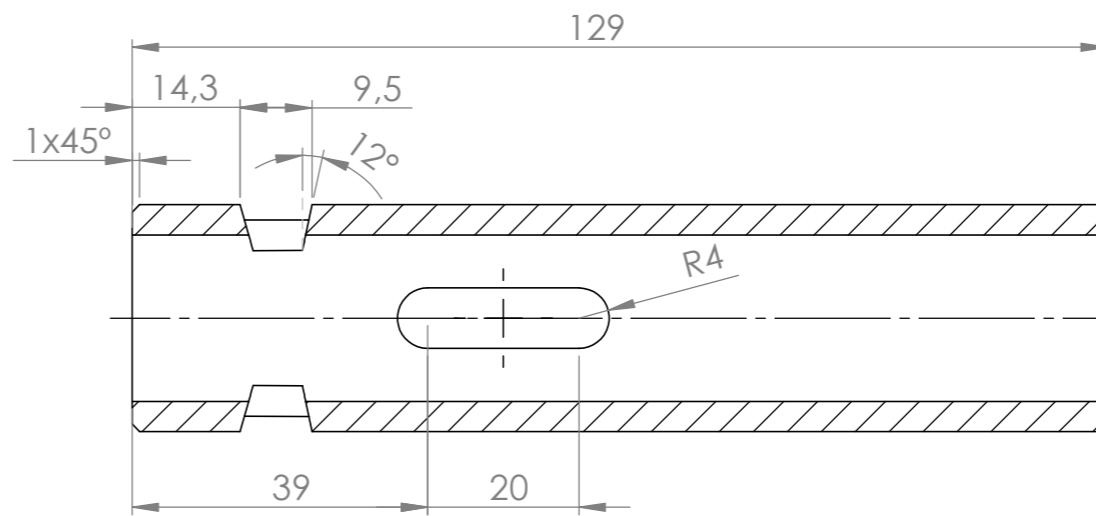
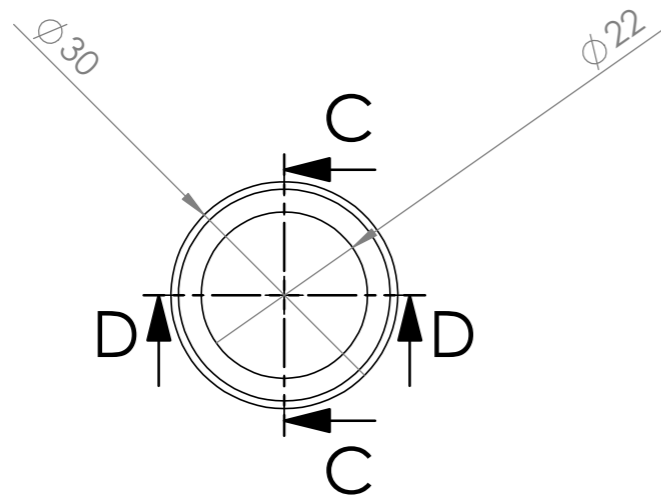
ESCALA
1:1

DESCRIPCIÓN
DESLIZANTE VERTICAL

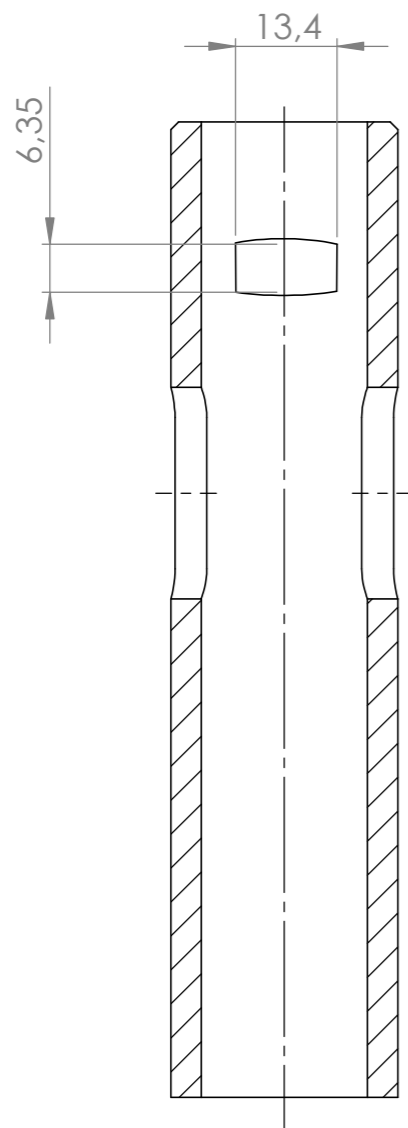
Nº PLANO
10



DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente



SECCIÓN C-C



SECCIÓN D-D



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
01/05/2022

ESCALA
1:1

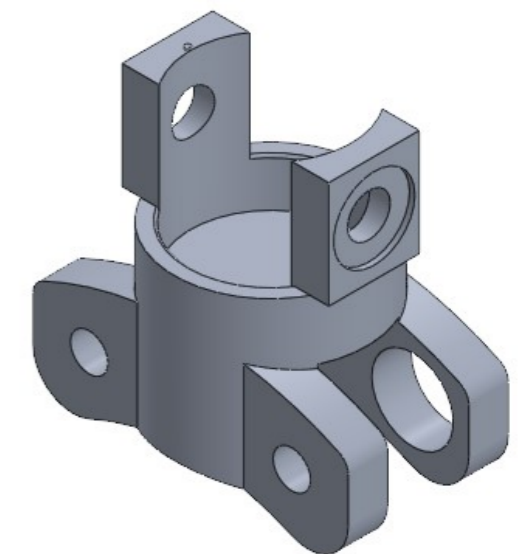
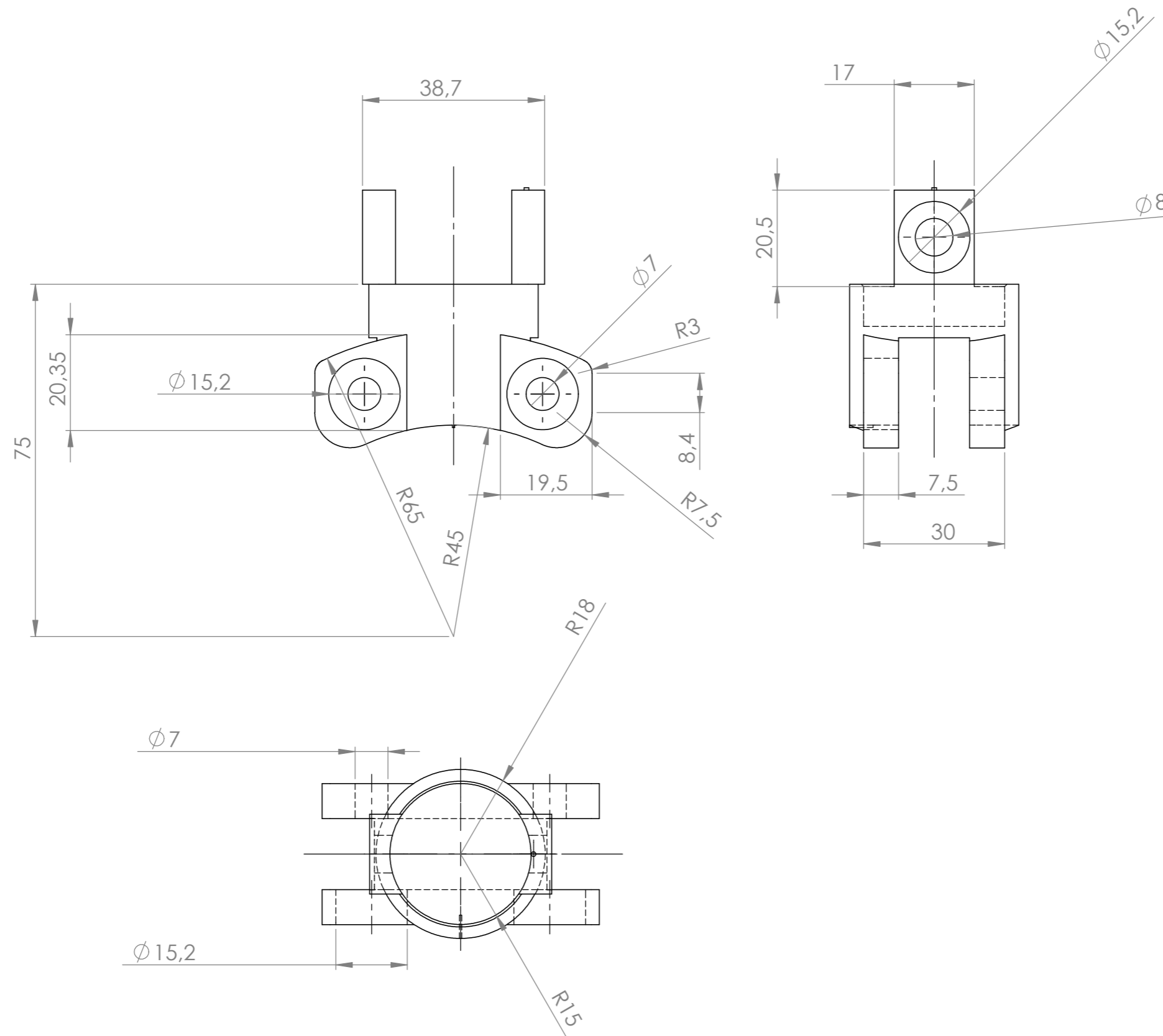
DESCRIPCIÓN

EJE

Nº PLANO
11



DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Lorente**



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
01/05/2022

ESCALA
1:1

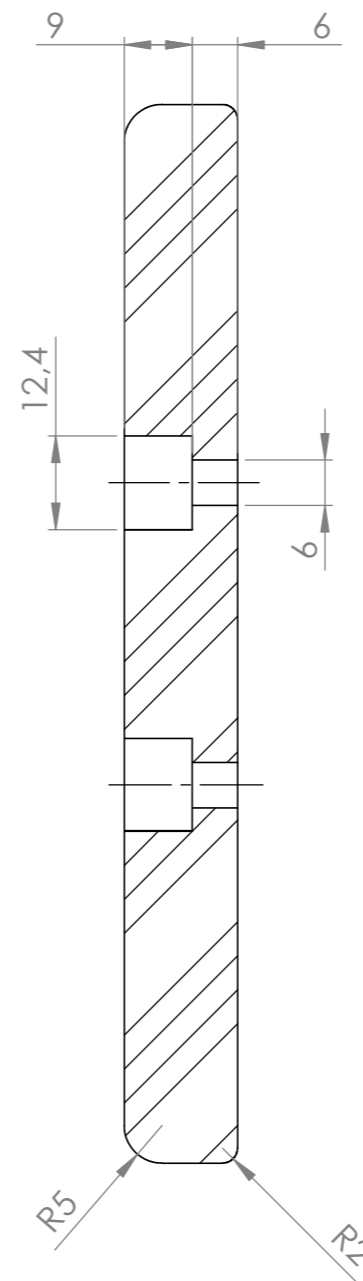
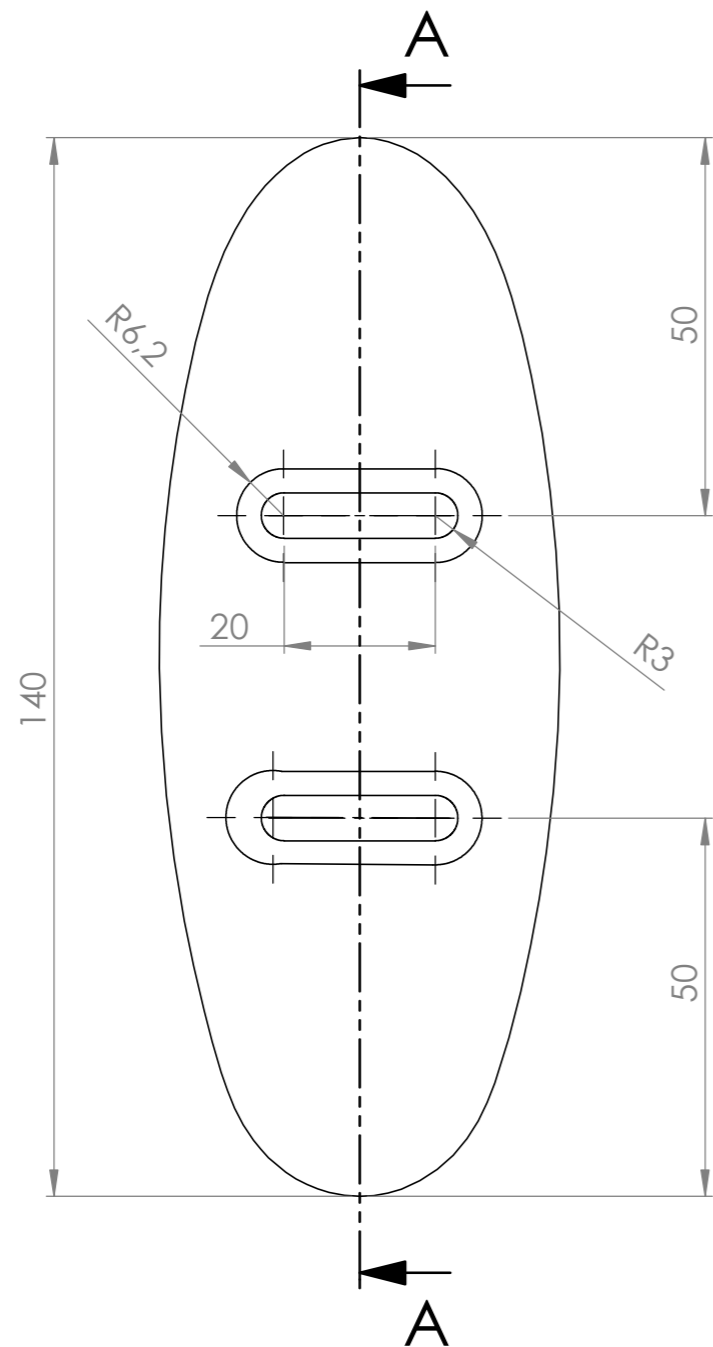
DESCRIPCIÓN

GIRO

Nº PLANO
12

upna
 Universidad
 Pública de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**CAUCHO
 SINTÉTICO**

FECHA
01/05/2022

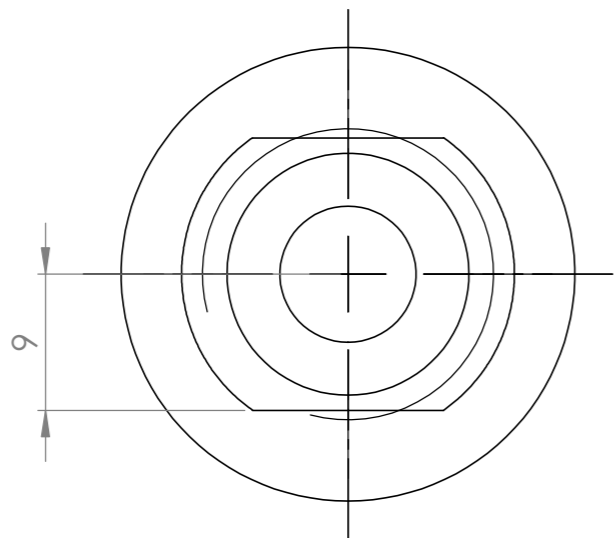
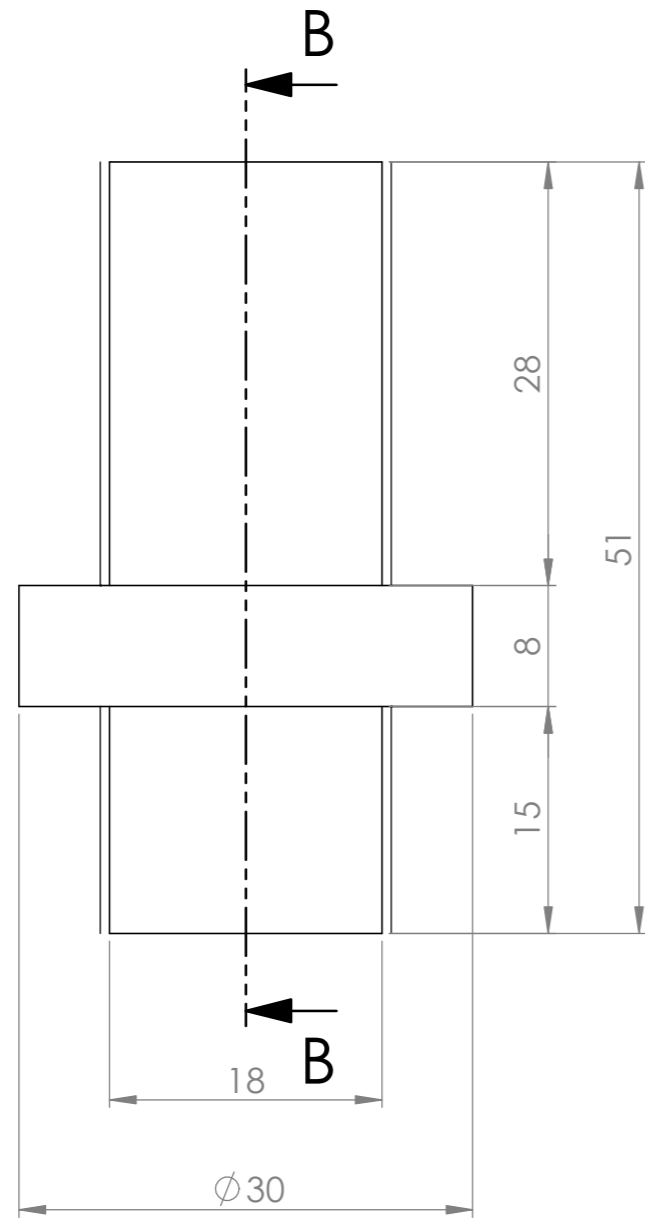
ESCALA
1:1

DESCRIPCIÓN
GOMA

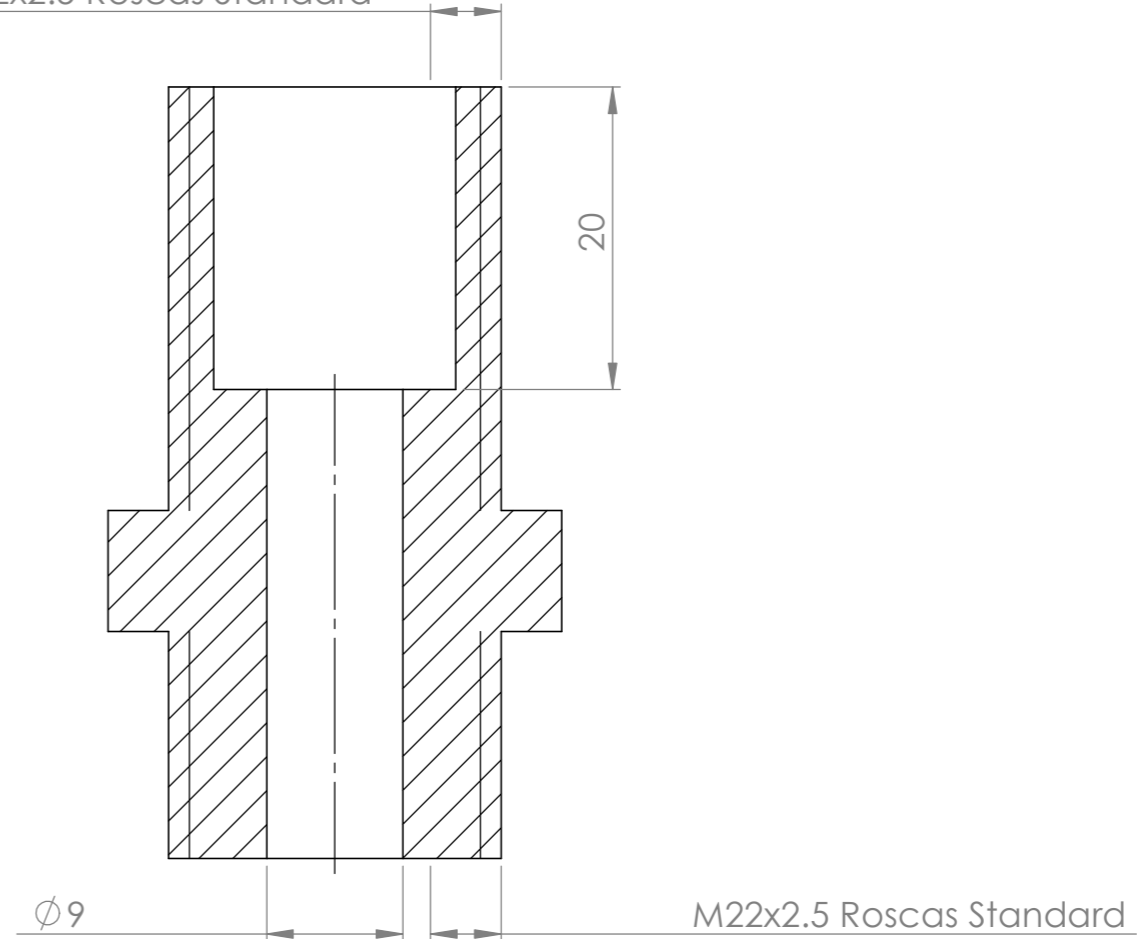
Nº PLANO
13



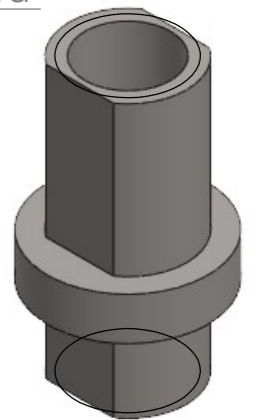
DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Lorente**



M22x2.5 Roscas Standard



SECCIÓN B-B



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
ACERO INOXIDABLE

FECHA
01/05/2022

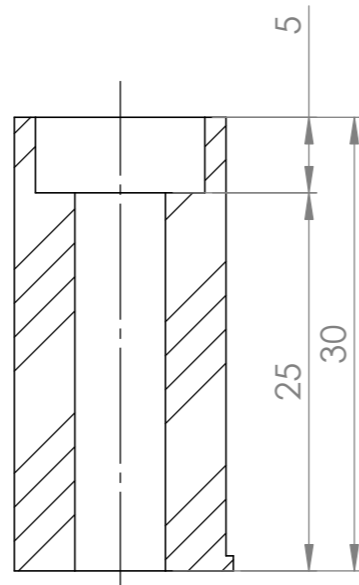
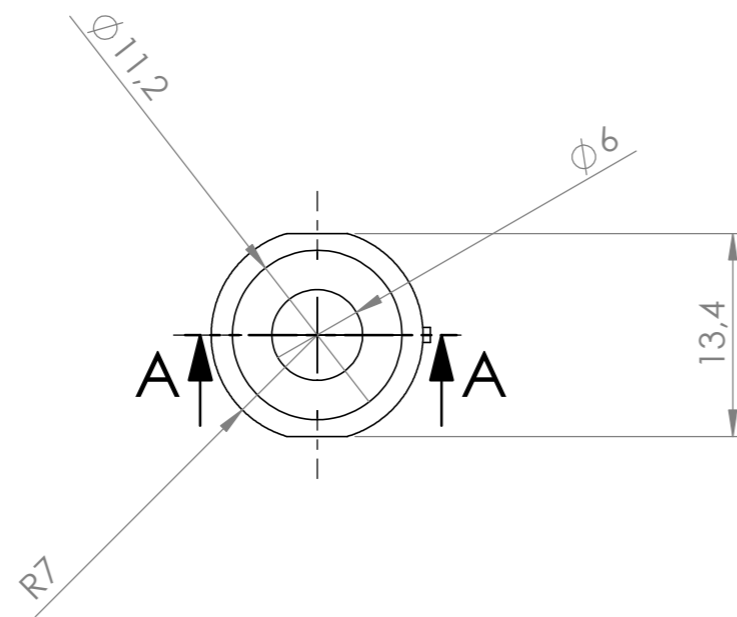
ESCALA
2:1

DESCRIPCIÓN
ROSCA DELANTERA

Nº PLANO
14



DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
**ALUMINIO
 ANODIZADO**

FECHA
 01/05/2022

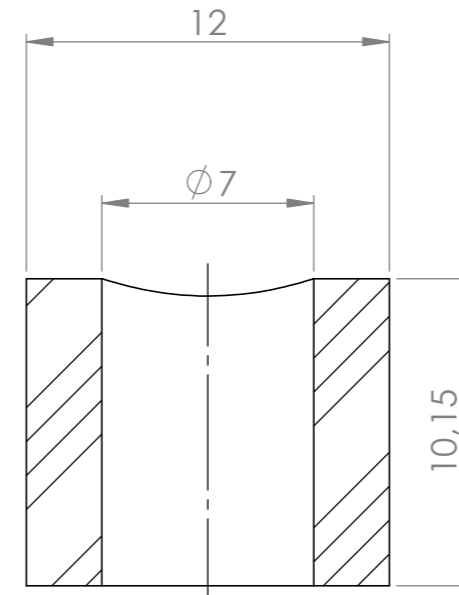
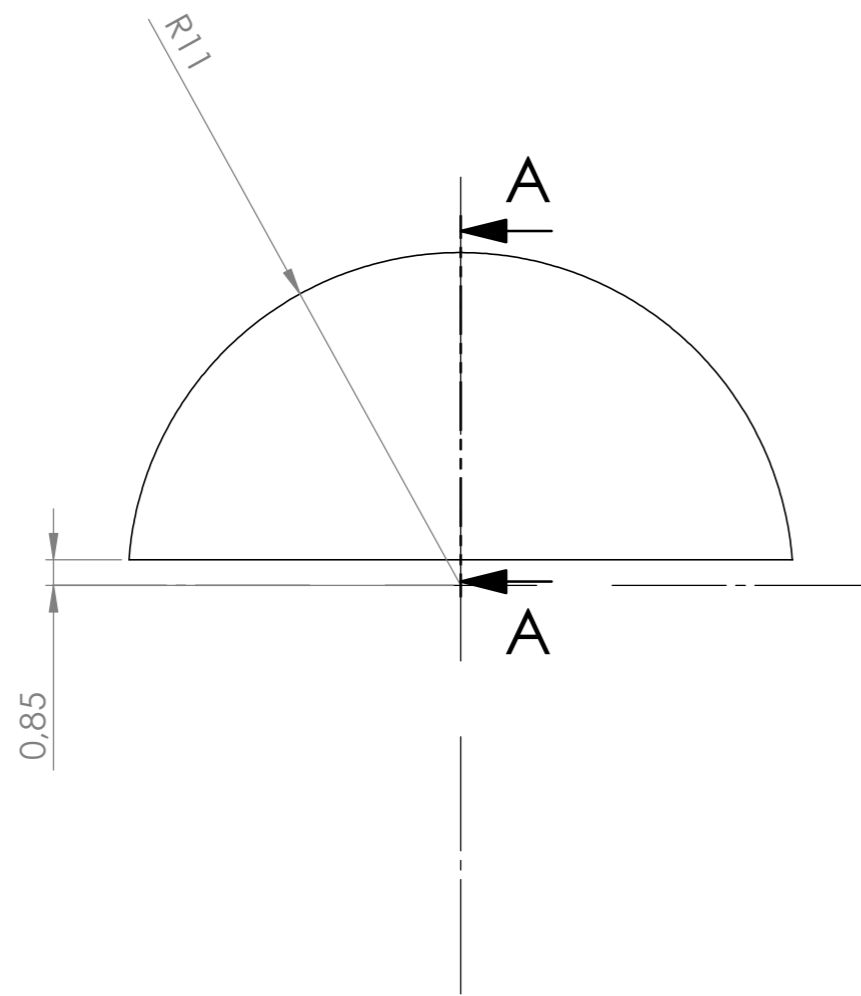
ESCALA
 2:1

DESCRIPCIÓN
**TUBO APOYO
 SUPERIOR**

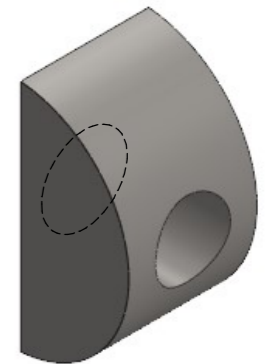
Nº PLANO
 15



DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

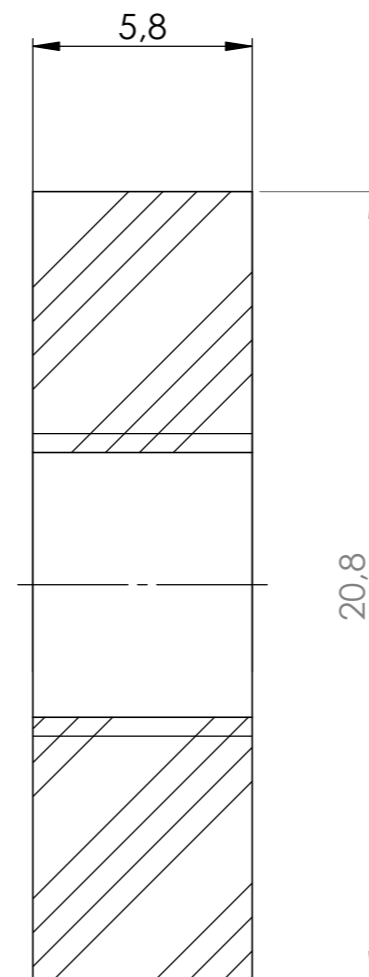
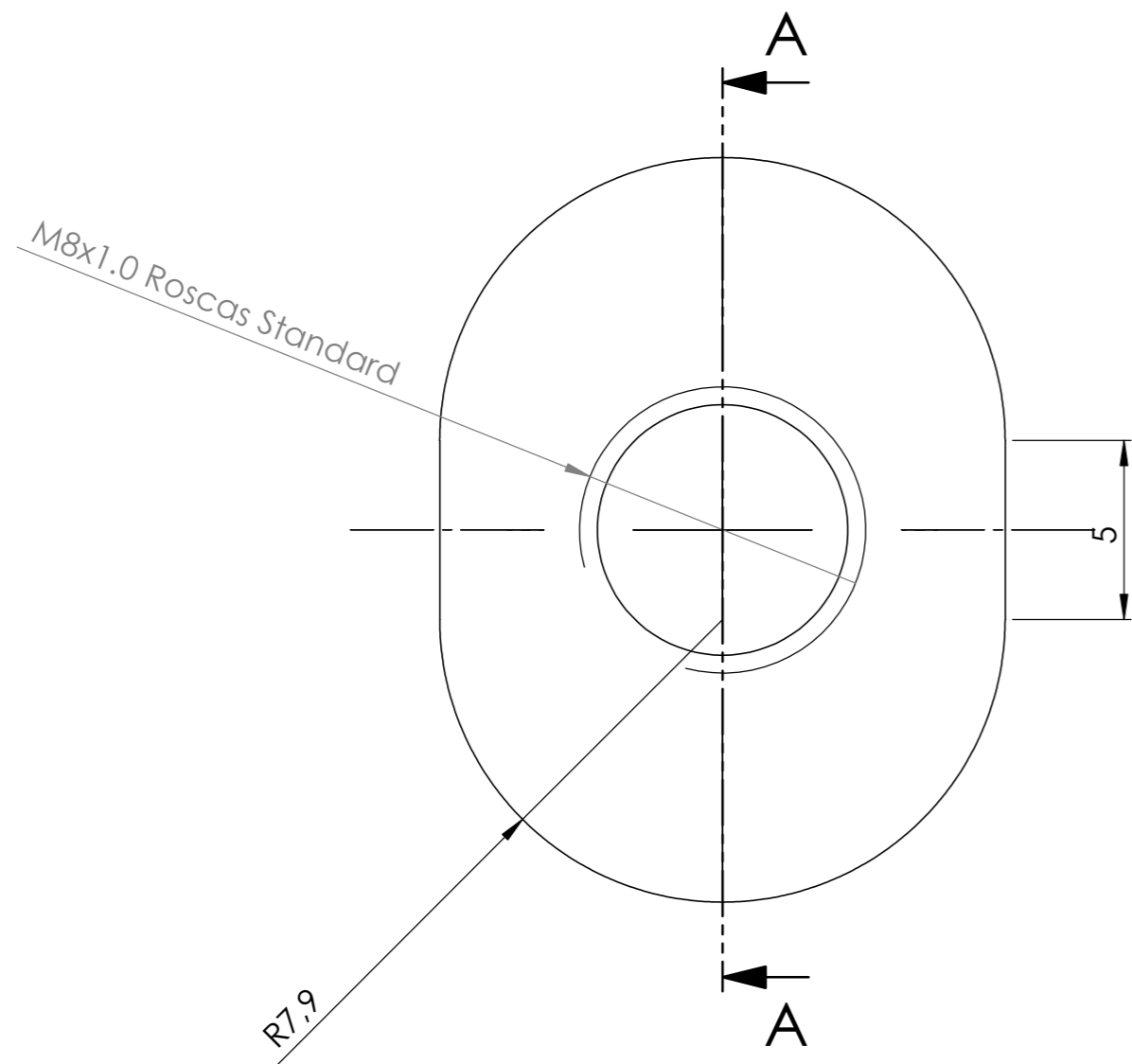
| | |
|------------------------|------------|
| MATERIAL Y TRATAMIENTO | FECHA |
| ACERO INOXIDABLE | 01/05/2022 |

| |
|--------|
| ESCALA |
| 4:1 |

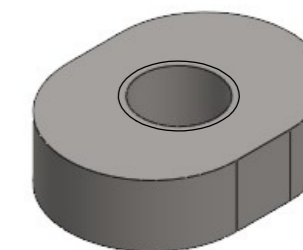
| | |
|------------------------|----------|
| DESCRIPCIÓN | Nº PLANO |
| CASQUILLO MEDIALUNA | 16 |



DIBUJADO
 Cristian Rematírez
 Lorente



SECCIÓN A-A



PROYECTO
**DISPOSITIVO DE AJUSTE ERGONÓMICO DE VARIABLES
 PARA LA CONFIGURACIÓN PERSONALIZADA DE UNA
 ESCOPETA DE TIRO AL PLATO**

MATERIAL Y TRATAMIENTO
ACERO INOXIDABLE

FECHA
01/05/2022

ESCALA
5:1

DESCRIPCIÓN
COLISO

Nº PLANO
17



DIBUJADO
**Cristian Rematírez
 Lorente**