



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo de Producto

# **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO**

Autor:

BERRUEZO FERNÁNDEZ, VLADIMIR ALEXANDER

Tutor:

DOMÍNGUEZ VÁZQUEZ, JOSÉ ANTONIO

Departamento de Tecnología Electrónica

SEPTIEMBRE 2014

*A la memoria de:  
mi querido tío y buen consejero, José Antonio Berruezo Fernández,  
y a mi estupenda amiga y ejemplo, Alba García Peláez.*

Documento 1

---

**RESUMEN**







### RESUMEN

Este proyecto se enmarca dentro de los acuerdos existentes entre el tutor del TFG y la empresa NORICA, fabricante de armas para el tiro deportivo de aire comprimido. Como parte del acuerdo existente, se incluye el diseño de una culata para una nueva serie de carabinas de aire comprimido de alta potencia. EN este TFG, se da un paso más allá del diseño de una culata, proponiendo un sistema de ensamblaje rápido modular de las distintas partes de la culata de forma que sea adaptable a los gustos del cliente.

## Documento 2

---

### ÍNDICE



## INTRODUCCIÓN

<b>1</b>	<b>ENUNCIADO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>1</b>

## MEMORIA

<b>1</b>	<b>ETAPA 1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>7</b>
1.1	Declaración de proyecto.....	7
1.2	Antecedentes .....	7
1.3	Tipos de carabinas de aire comprimido .....	8
1.3.1	<i>Carabina de Co2</i> .....	8
1.3.2	<i>Carabinas Y Pistolas De Aire Pre-comprimido (PCP)</i> .....	10
1.3.3	<i>Carabinas de muelle o resorte</i> .....	12
1.4	Partes principales de una carabina.....	14
1.5	Identificación de oportunidades. ....	19
1.5.1	<i>Declarar un compromiso base</i> .....	19
1.5.2	<i>Generar y percibir oportunidades</i> .....	19
1.6	Exponer la idea de proyecto.....	21
1.7	Validación final de la idea de proyecto.....	21
1.8	Organización de proyecto: .....	23
1.8.1	<i>Diagrama de Gantt</i> .....	23
<b>2</b>	<b>ETAPA 2: DESARROLLO DEL CONCEPTO</b> .....	<b>25</b>
2.1	Especificaciones del producto .....	25
2.2	Lista de métricas.....	26
2.2.1	<i>Matriz de Relación Necesidad - Métrica</i> .....	26
2.3	Estado del Arte: Rifles de cañón abatible .....	27
2.3.1	<i>GAMO</i> .....	27
2.3.2	<i>NORICA</i> .....	28

2.3.3	COMETA.....	29
2.3.4	CROSMAN .....	30
2.4	Diseños y Presentaciones de concepto .....	31
2.4.1	<i>Diseño conceptual: Estética general de la carabina</i> .....	32
2.4.2	<i>Sistema modular SIM y SIRAM</i> .....	40
<b>3</b>	<b>ETAPA 3: DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA.....</b>	<b>46</b>
3.1	Descripción de los materiales utilizados .....	46
3.2	Proceso de inyección: Consideraciones de diseño. ....	49
3.3	Descripción pormenorizada de elementos.....	57
3.3.1	<i>Configuración del sistema</i> .....	57
3.3.2	<i>Sistema rápido modular (SIRAM)</i> .....	59
3.3.3	<i>SISTEMA DE INSERTO METALICO (SIM)</i> . ....	61
3.3.4	<i>CULATAS</i> .....	64
3.3.5	<i>GUARDAMANOS</i> .....	67
3.3.6	<i>Cuerpos</i> .....	69
3.3.7	<i>Cantонера</i> .....	72
3.3.8	<i>Guardamontes B</i> .....	72
3.3.9	<i>Elementos base de diseño</i> .....	73
3.4	Descripción de Montaje .....	75
3.5	Fabricación .....	78
3.5.1	<i>Procesos de fabricación utilizados</i> .....	78
3.5.2	<i>Diagrama Analítico de proceso</i> .....	80
<b>4</b>	<b>ETAPA 4: PRUEBAS Y REFINAMIENTO.....</b>	<b>82</b>
4.1	Análisis del moldeado de superficies .....	82
4.2	Evaluación Ergonómica.....	84
4.2.1	<i>Software utilizado</i> .....	84
4.2.2	<i>Análisis Ergonómico RULA</i> .....	84
4.2.3	<i>Código de resultados</i> .....	85
4.2.4	<i>Análisis de visión</i> .....	86
4.2.5	<i>Análisis parte izquierda</i> .....	87

4.2.6	Análisis parte derecha.....	88
4.2.7	Conclusiones extraídas del análisis.....	89
4.3	Validación funcional.....	89
4.4	Validación Estética.....	92

## PLANOS

<b>1</b>	<b>PLANOS DE CONJUNTO .....</b>	<b>95</b>
<b>2</b>	<b>PLANOS DE DESPIECE .....</b>	<b>99</b>

## CÁLCULOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>101</b>
<b>2</b>	<b>BASES DE DISEÑO .....</b>	<b>101</b>
2.1	Programas de cálculo utilizados .....	101
2.2	Normativa de diseño.....	102
2.3	Materiales.....	102
2.4	Acciones consideradas.....	102
2.4.1	Acción de carga de carabina.....	102
2.4.2	Acción de apoyo accidental sobre la carabina .....	103
2.5	Mallado y modelización .....	103
2.6	Criterios de diseño .....	105
2.6.1	Estado límite último de resistencia .....	105
2.6.2	Estado límite de servicio de deformaciones .....	105
<b>3</b>	<b>MODELOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIONES.....</b>	<b>106</b>
3.1	Pieza 1: SIRAM BETA .....	106
3.1.1	Hipótesis 1: Acción de carga de carabina.....	106
3.1.2	Hipótesis 2. Acción de apoyo accidental sobre la carabina .....	109
3.2	Pieza 2: Refuerzo de culata, Sistema SIM .....	112
3.2.1	Hipótesis 1. Acción de carga de carabina.....	112
3.2.2	Hipótesis 2. Acción de apoyo accidental sobre la carabina .....	114
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>

## **PRESUPUESTO**

<b>1</b>	<b>COSTO DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>118</b>
<b>2</b>	<b>COSTO DEL MATERIAL .....</b>	<b>119</b>
<b>3</b>	<b>COSTO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA .....</b>	<b>121</b>
<b>4</b>	<b>COSTO DEL PUESTO DE TRABAJO .....</b>	<b>121</b>
<b>5</b>	<b>PERIODO DE ADQUISICIÓN O CAPITAL INVERTIDO.....</b>	<b>122</b>
5.1	PERIODO DE AMORTIZACIÓN (p), EN AÑO .....	122
5.2	HORAS ANUALES FUNCIONAMIENTO (Hf).....	123
5.3	VIDA PREVISTA EN HORAS (Ht).....	123
5.4	INTERÉS DE LA INVERSIÓN (Ih) .....	124
5.4.1	AMORTIZACIÓN (A).....	124
5.4.2	MANTENIMIENTO (M).....	125
5.4.3	ENERGÍA CONSUMIDA (Eh).....	125
<b>6</b>	<b>COSTO DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>PRESUPUESTO INDUSTRIAL .....</b>	<b>129</b>
7.1	MANO DE OBRA INDIRECTA.....	129
7.2	CARGAS SOCIALES (C.S) .....	129
7.3	GASTOS GENERALES (G.G.).....	130
<b>8</b>	<b>COSTO TOTAL EN FÁBRICA (C.T.).....</b>	<b>131</b>
<b>9</b>	<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (B.I.).....</b>	<b>131</b>
<b>10</b>	<b>PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA .....</b>	<b>132</b>

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

<b>1</b>	<b>CONDICIONES GENERALES .....</b>	<b>137</b>
<b>2</b>	<b>CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>138</b>
2.1	Compromiso del promotor .....	138
2.2	Condiciones para la empresa auxiliar .....	138
2.3	Condiciones para la empresa administradora .....	139



2.4	Condiciones para empresa de montaje .....	140
2.5	Precio del producto.....	141
<b>3</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>141</b>
3.1	Condiciones de los materiales.....	141
3.2	Garantía del producto.....	142
<b>4</b>	<b>EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>143</b>
4.1	Proveedores .....	143
4.2	Fabricación .....	143
4.2.1	<i>Montaje</i> .....	143
4.2.2	<i>Embalaje</i> .....	144
4.3	Distribución .....	144
4.4	Certificaciones.....	144
4.4.1	<i>Cualificaciones de la mano de obra</i> .....	144
4.4.2	<i>Mediciones</i> .....	145
4.4.3	<i>Ensayos</i> .....	146
4.4.4	<i>Recepción</i> .....	146
4.4.5	<i>Penalización</i> .....	147
4.4.6	<i>Bonificación</i> .....	147
<b>5</b>	<b>DISPOSICIONES FINALES.....</b>	<b>147</b>
5.1	Periodo de garantía.....	147

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL**

<b>1</b>	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>151</b>
1.1.	DEBERES Y COMPROMISOS.....	151
<b>2</b>	<b>PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....</b>	<b>154</b>
<b>3</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS .....</b>	<b>155</b>
3.1	CRITERIOS DE VALORACIÓN: Límites de exposición ambiental según la normativa.....	157
<b>4</b>	<b>EPIS .....</b>	<b>167</b>

<b>5</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS .....</b>	<b>169</b>
<b>6</b>	<b>SERVICIO DE PREVENCIÓN .....</b>	<b>170</b>
<b>7</b>	<b>ÓRGANOS DE REPRESENTACIÓN ESPECIALIZADA .....</b>	<b>171</b>
7.1	Delegados de prevención .....	171
7.2	Comité de seguridad y salud .....	172
<b>8</b>	<b>FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>172</b>
<b>9</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>172</b>
<b>10</b>	<b>NORMATIVA DE SEGURIDAD APLICABLE AL PUESTO DE TRABAJO.....</b>	<b>173</b>
10.1	Normas Generales.....	173

## **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS**

<b>1</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>183</b>
<b>2</b>	<b>LÍNEAS FUTURAS .....</b>	<b>183</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

<b>1</b>	<b>BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA.....</b>	<b>185</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAS A FIGURAS EN EL TEXTO .....</b>	<b>185</b>





Documento 3

---

## **INTRODUCCIÓN**





---

## 1 ENUNCIADO

Se expone a continuación el diseño y desarrollo de un sistema modular de elementos intercambiables para una carabina de aire comprimido.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Generalmente se justifica el desarrollo y comercialización de un producto por los beneficios económicos y de tiempo asociados a él, directa o indirectamente.

Las líneas de estudio en cuanto al planteamiento, diseño, distribución y mejora de las líneas de producción giran en torno a los agentes denominados PPR: Proceso, Producto, Recursos.

Este proyecto se centra en el agente "producto", que en este caso se trata de una **carabina de aire comprimido de alta potencia**, y todos los aspectos asociados a él, en particular en el diseño, en el que se ha tenido en cuenta el proceso de fabricación, consiguiendo una consonancia entre ambos.

Con el diseño propuesto se busca abrir la puerta a la personalización de este tipo de armas de una manera sencilla, flexible y económica. Para ello se propone un sistema de ensamblaje rápido modular en las distintas partes de la culata.

El nuevo diseño permitiría a los usuarios del producto adaptar la carabina a sus necesidades y gustos una vez adquirido. Esto consigue que un solo cuerpo pueda ser enfocado a diferentes prácticas de tiro deportivo tan solo variando sus componentes principales.

Aunque por encima de todo se destaca que este proyecto surge como respuesta a una necesidad existente en una empresa la cual busca que se pueda aplicar en el proceso productivo, generando así un marco de colaboración entre la Universidad y dicha empresa.

## 3 OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto es el diseño efectivo de una carabina con un sistema modular novedoso que permita el intercambio de diferentes piezas. Debido que la idea y el concepto surgen a partir de una asociación entre

empresa y universidad, el proyecto está enfocado a la producción y realización del mismo en el ámbito industrial.

Para cumplir el objetivo general se han de alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Análisis de la situación del mercado, de los clientes potenciales y de necesidades actuales, mediante la utilización de diferentes listas metodológicas.
- Estudio de los fabricantes más relevantes del sector para la determinación de los puntos débiles de los productos del mercado actual.
- Estudio de los diferentes sistemas modulares existentes y creación de uno propio el cual permite el cambio de los cuatro elementos más importantes del sistema: cuerpo, culata, guardamanos y cámara o sistema de disparo.
- Investigación de los principales conceptos a tener en cuenta en el diseño de piezas que se han de fabricar por inyección.
- Realización de una evaluación ergonómica para garantizar las correctas proporciones del diseño de las diferentes piezas utilizando herramientas de simulación en un entorno de diseño 3D: Catia Human Activity Analysis.
- Validación funcional de los sistemas del montaje y validación estética final.
- Desarrollo del proceso de fabricación mediante un diagrama analítico de procesos que analiza las operaciones para la optimización del proceso y de los tiempos de fabricación.

Se debe tener en cuenta que los objetivos sufren diversos cambios a lo largo de todo el proyecto y requieren de feedback continuo y actualización durante todo su desarrollo, hasta que se alcance la solución adecuada.



Documento 4

---

**MEMORIA**





---

# 1 ETAPA 1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

## 1.1 DECLARACIÓN DE PROYECTO.

Se expone las ambiciones de realizar la investigación y desarrollo de un proyecto técnico que satisfaga las posibles necesidades existentes en el mercado relacionado con el tiro deportivo realizado con una carabina de aire comprimido.

## 1.2 ANTECEDENTES

Popularmente el nombre Carabina es el dado al arma de estética similar a un rifle cuyo impulso de disparo es producido por aire comprimido

El nombre de carabina, proviene del vocablo francés carabine, que era un fusil más corto de lo normal, fabricado en proceso para los soldados de caballería que no podían con el peso del arma reglamentaria.

Las carabinas no son armas de fuego porque no utilizan pólvora para disparar el proyectil, sino que éste es impulsado por el aire comprimido en el pistón que esconde la carabina.

Las armas de aire comprimido son una tecnología en auge y han tenido gran difusión en los últimos años. Su precisión y su sencillez hacen de ellas, unas armas ideales para la competición deportiva de tiro en diferentes modalidades. Muchos tiradores las prefieran antes que las armas de fuego debido a estas ventajas. Se destaca que este tipo de armas están prohibidas para la caza en España a diferencia de otros países donde sí son aptas para practicar actividades cinegéticas.[1]

En nuestro país su uso se limita al tiro de deportivo. Una de las principales actividades de tiro deportivo es el Field Target o Tiro de Campo, una competición cuyo origen se sitúa en Gran Bretaña en los años ochenta. El Field Target es una disciplina recreativa de tiro al blanco con dianas metálicas en forma de pequeños animales.

Generalmente las carabinas de aire comprimido son de un único disparo, por lo que tras disparar el balón, hay que amartillar el arma y cargar un nuevo plomo. [2]



**Figura 1.1** El Field target es una modalidad de tiro a diana con formas animales

### **1.3 TIPOS DE CARABINAS DE AIRE COMPRIMIDO**

El tipo de armas de aire comprimido cuenta con una gran variedad de modelos en el mercado, tanto pistolas como rifles o carabinas. Podría realizarse una clasificación de las carabinas según los fabricantes (BSA, Gamo, Cometa, Norica Storm...), según los modelos o según su potencia. En este caso se expone una pequeña clasificación de acuerdo al sistema de carga centrándonos en la carabina de muelle, ya que éste será el sistema elegido sobre el que se realizara el proyecto.

Así, dependiendo del mecanismo de acción de la carabina, pueden clasificarse en tres tipos: carabina de muelle, carabina de CO<sub>2</sub> y carabina de PCP (Pre Charged Pneumatic) o armas de aire pre-comprimido

#### **1.3.1 Carabina de Co2**

Las carabinas de CO<sub>2</sub> emplean el gas como sistema de propulsión. Estas armas cuentan con un depósito donde se almacena el gas comprimido que a través de un mecanismo de carga pasa a una válvula. Esta válvula se acciona a través de un disparador, así el CO<sub>2</sub> queda liberado impulsando el balín que sale hacia el exterior a través del cañón. Las armas de CO<sub>2</sub> precisan de cargas que deben ser



recambiadas cuando se agotan y que pueden comprarse en tiendas especializadas.



**Figura 1.2.** Cargas para armas de aire comprimido de Co2

Una característica de las armas de aire comprimido de CO2 es que son muy fáciles de amartillar (proceso que implica preparar el arma para ser disparada). Además poseen un retroceso mucho menor que el que podría tener una carabina de muelle por ejemplo, ya que esta última tiene un retroceso (entiéndase el movimiento que el arma efectúa sobre el hombro del tirador en el momento en que el balín sale disparado) muy notable. Hay tiradores que consideran este hecho una desventaja del arma de CO2 ya que su retroceso dista bastante del que pudiera tener un arma de fuego y esto le resta realismo.

Sin duda alguna, el hecho de que el retroceso de las carabinas de CO2 sea menor respecto a los rifles de muelles contribuye a conferir mayor precisión al arma. Si la carabina tiene menor vibración a la hora del disparo, la precisión del arma será mayor. Así pues, las carabinas de CO2 son armas de gran precisión sobre todo en disparos a corta distancia (10 metros).



**Figura 1.3.** Carabina de CO2 gamo modelo extreme disponible en calibre 4,5 y 5,5

Las propiedades del gas (CO<sub>2</sub>) determinan el comportamiento de la pistola o carabina. El factor más importante a tener en cuenta respecto al dióxido de carbono es la temperatura, ya que dependiendo de la temperatura exterior que exista el arma adoptará cambios en su comportamiento. Así, si la temperatura exterior es baja (inferior a 10 ° C) la evaporación del CO<sub>2</sub> que el arma precisa para ser disparada será más lenta, bajando la presión. Si por el contrario, la temperatura exterior es alta (superior a 25° C) la evaporación del CO<sub>2</sub> se realiza de manera más rápida.

A este respecto hay que tener en cuenta que cuando el CO<sub>2</sub> es accionado dentro de la válvula y pasa rápidamente de estado líquido a gaseoso expandiéndose se enfría rápidamente, enfriando a su vez el arma. Entonces, la presión del gas disminuye, restando velocidad al arma.. Para evitar esto se suele dejar un intervalo de tiempo de 15 segundos entre disparo y disparo para que el arma recupere una temperatura normal,

### **1.3.2 Carabinas Y Pistolas De Aire Pre-comprimido (PCP)**

Las siglas PCP derivan de los términos ingleses Pre Charged Pneumatic, es decir, aire pre-comprimido. Aunque la incorporación de estas armas al mercado ha sido relativamente reciente, su historia se remonta siglos atrás usada por Ejército Austriaco contra las tropas napoleónicas.

Uno de los principales problemas que esta originaria arma de aire pre comprimido presentó fue el duro esfuerzo que se requería para recargar los depósitos de aire. Fueron esta y otras causas menores las que provocaron que el arma PCP se retirase del campo de batalla y se destinase principalmente a actividades de caza.



A lo largo de los últimos treinta años del siglo XX y en la primera década del siglo XXI el uso de armas de PCP (Pre Charged Pneumatic) se ha ido extendiendo rápidamente.

El funcionamiento de las carabinas y pistolas de PCP es muy similar al de las armas de CO<sub>2</sub>, es decir, cuentan con un depósito de almacenamiento del aire, el cuál pasa a una válvula a través de un mecanismo de carga. Con el accionamiento del gatillo se abre la válvula y el aire queda liberado con toda su presión ofreciendo impulso a la munición del arma que sale disparada a grandes velocidades. La presión del aire en el depósito disminuye sucesivamente con cada disparo, aunque varía dependiendo del modelo del arma.

El mayor problema que se atribuye a las armas de PCP es el sistema de recarga del depósito de aire. En la actualidad se continúa innovando en este sentido intentando facilitar el llenado del depósito incorporando sistemas de bombeo múltiple, sin embargo, el sistema empleado más común es el uso de bombas manuales que, aunque requieren de un importante esfuerzo físico, tienen un coste inferior al que podrían tener otros sistemas de recarga. También pueden emplearse bombas eléctricas como compresores que realizan la recarga de la carabina de manera precisa y rápida, sin embargo, el costo es muy elevado.

Recientemente el uso de rifles y pistolas de PCP está desbancando en cierta medida a las armas de aire de CO<sub>2</sub>.



**Figura 1.4.** Carabina de aire PCP del fabricante BSA modelo Scorpion Tactical Multishot con cargador para 10 balines

En resumen se puede decir que las carabinas PCP conforman un grupo de armas de gran precisión y potencia que resultan muy eficaces para la práctica del tiro deportivo.

### 1.3.3 Carabinas de muelle o resorte

Por último, se analiza la carabina de muelle también denominada carabina de resorte, o carabina de muelle y pistón. Este rifle se ha posicionado en el mercado como una de las armas de aire comprimido más solicitadas por los aficionados a deportes de tiro. La sencillez en su manejo, su fiabilidad y su similitud de comportamiento con armas de fuego, unido a que el precio de mantenimiento y munición no es muy elevado, son factores que hacen de la carabina de muelle el rifle ideal para quienes pretenden iniciarse en el uso de las carabinas de aire comprimido. La carabina de muelle posee un mecanismo de carga a través de un cañón basculante. Este mecanismo se basa en una palanca accionada manualmente que empuja el pistón interior del arma, comprimiendo el aire existente en el interior de un cilindro. Así, el balín que se encuentra albergado en el interior del cañón de la carabina, sale propulsado a gran velocidad. Los calibres más comunes de las carabinas de muelle en España son 4,5 mm (177 pulgadas), calibre oficial de las competiciones con balines habitualmente de plomo y otras aleaciones, el de 5,5 milímetros es otro calibre de alta popularidad. En las carabinas de resorte se realiza una compresión de aire mediante la compresión manual de un resorte de cualquier tipo (neumático, metálico o elastómero). En consecuencia, la acción del gatillo (disparo) libera el resorte que acciona el pistón o émbolo. El rápido movimiento del émbolo provoca la compresión del aire en un depósito, generalmente una cámara cilíndrica. El aire comprimido contenido en el depósito causado por la acción del émbolo es evacuado a través de un orificio de un diámetro menor al del depósito, lo que facilita el aumento de presión del aire. Finalmente, el aire comprimido evacuado es utilizado para impulsar un perdigón o cualquier otro tipo de munición.

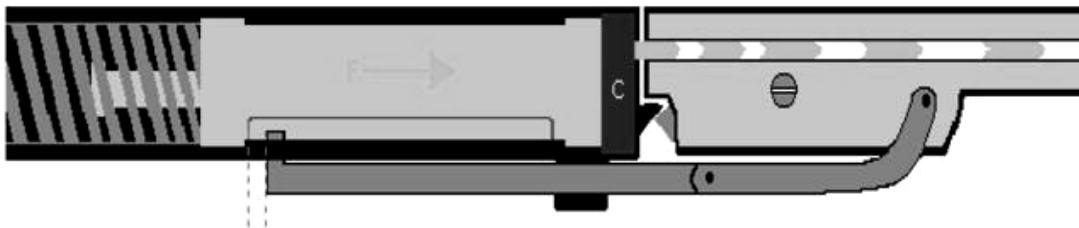
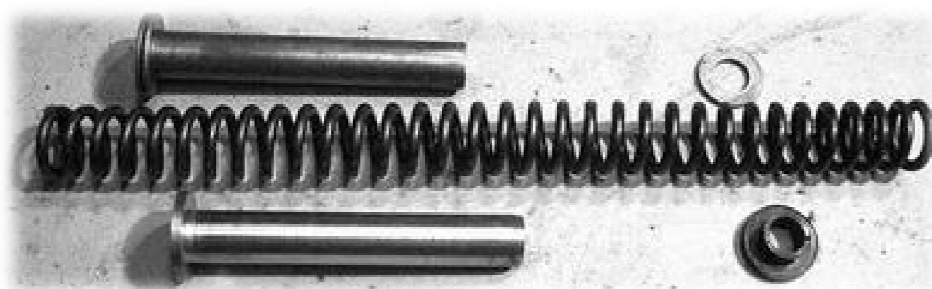


Figura 1.5. Esquema de los principales elementos de una carabina de aire comprimido de muelle o resorte





Dos elementos esenciales de la carabina de aire comprimido son el muelle y el pistón. El muelle de compresión o resorte es la pieza que ofrece la potencia al arma. Su longitud es variable en función del modelo de carabina aunque lo normal es que el número de espiras no sea inferior a 28 ni sobrepase las 40. La calidad del muelle es muy importante ya que de él depende la potencia que posea la carabina. Es una pieza que en ocasiones debe reponerse ya que con los disparos va perdiendo fuerza, sin embargo, no resulta difícil conseguir una pieza de similares características a la anterior en las armerías.



**Figura 1.6.** Muelle y vástago de una carabina de resorte

Otro de los elementos importantes es el pistón, es la pieza que comprime el aire en el interior del cilindro. Dependiendo del peso que tenga, la potencia de la carabina puede cambiar, por ello es muy importante su diseño ya que determinará el provecho final del rifle de aire comprimido. En la zona superior del pistón se localiza el sello del pistón que es una pieza tradicionalmente de caucho o goma (nylon) cuya función es evitar fugas de aire en el momento en que el pistón hace su recorrido cuando el arma es disparada. Esta pieza debe soportar altas temperaturas y ofrecer la máxima capacidad de resistencia posible en el momento de acción del pistón, para ello tanto el sello como el pistón suelen engrasarse con aceites no inflamables. En algunas ocasiones, la temperatura que se genera en el arma en el momento del disparo hace que los aceites que lubrican el pistón y el sello entren en combustión produciéndose lo que se ha denominado “dieseling”. Este proceso, si se produce de manera leve puede contribuir a aumentar la potencia de la carabina de CO<sub>2</sub>, no obstante, si la combustión es muy intensa puede llegar a deteriorar el arma seriamente.

Una característica de las carabinas de muelle es que tiene un retroceso muy acusado como consecuencia del movimiento hacia delante del pistón. El retroceso es el golpe seco que el arma produce en el hombro del tirador cuando se produce el disparo. Así pues, el retroceso de las carabinas de muelle y pistón

resulta muy similar al retroceso de un arma de fuego como ya se ha mencionado, esto dificulta en cierta medida el dominio del arma y es muy apreciada como arma de práctica. La carabina de muelle también puede sufrir vibraciones durante el disparo que modifican su precisión y exactitud. Para controlarlas, las escopetas incluyen en su interior unas guías traseras ajustadas al muelle para controlar la vibración del mismo a la hora del disparo. El muelle debe estar bien ajustado a estas guías para así evitar la vibración. Es recomendable situar el muelle ni muy ajustado, ya que la carabina perdería potencia, ni demasiado flojo puesto que la vibración sería mayor. Las guías traseras puede ser bien metálicas o de algún material sintético.



**Figura 1.7.** Carabina de muelle BSA LIGHTNING XL con carga de balín directa en el cañón abatible y calibre 5,5 mm.

Después del análisis de los distintos tipos de carabinas se ha determinado el desarrollo del diseño entorno a una Carabina de tipo muelle. Se ha llegado a la conclusión de que por la sencillez en su manejo, su fiabilidad y su similitud de comportamiento con armas de fuego, unido a que el precio de mantenimiento y munición es bajo y el número de ventas es elevado, es el sistema idóneo sobre el que ha de desarrollarse un proyecto de estas características.

### 1.4 PARTES PRINCIPALES DE UNA CARABINA

Debido a que se hace referencia a elemento de una carabina y se usa una terminología concreta en multitud de ocasiones se ha considerado necesario la presentación previa de los elementos principales de esta a fin de comprender adecuadamente explicaciones y procesos desarrollados en los apartados siguientes.[3]

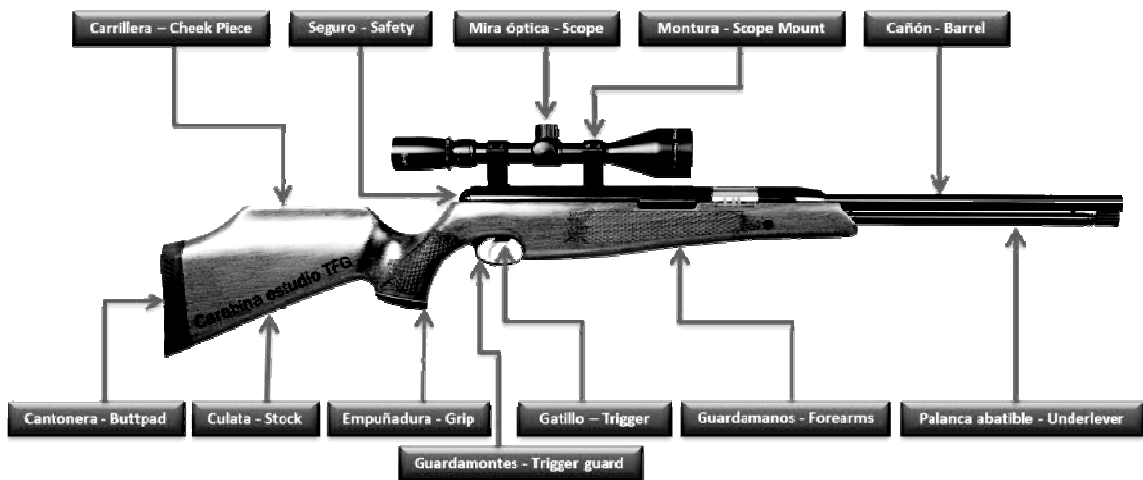


Figura 1.8. Partes principales en carabina de resorte.

Así pues, las partes principales de una carabina son:

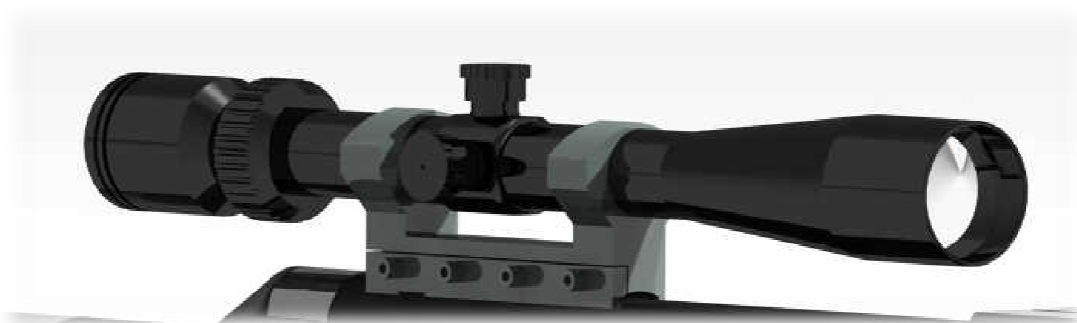
- **Cañón / Barrel** : La función de los cañones es la de estabilizar, conducir y proyectar al exterior el proyectil. Los cañones se ubican en la parte anterior del arma y suelen estar contruidos con acero al carbono. No se realizara diseño y desarrollo ninguno sobre este elemento si no que se utilizara los sistemas MARVIC y HAWK del Fabricante NORICA
- **Palanca abatible / Underlevel** : En la mayoría de las carabinas de muelle la palanca abatible coincide con el cañón. Su función es utilizar la longitud de este como palanca para poder comprimir el muelle. Es importante mantenerlo sujeto mientras se carga el perdigón por seguridad.
- **Puerto de carga. Recámara / Breech**: Cuando hablamos de armas de aire comprimido, la recámara o donde se aloja el balín esta unida al cañón. Su función es alojar a la munición antes de sufrir el empuje del aire a través del puerto de transferencia.

- **Culata/ Stock:** Es la parte posterior del arma. Está fabricada normalmente de madera, aunque últimamente se crean de plástico, sobre todo en el estilo táctico como el que se ha abordado en el proyecto. Sirve para empujar, encarar y apoyar el arma sobre el hombro en el momento de enfilar el arma y disparar.  
Es el elemento más importante para encarar el arma y por consiguiente para conseguir el éxito del disparo. Debe tener una longitud y curvatura adecuadas a la complejidad física del individuo. Es un elemento clave ya que al ser de elevadas dimensiones requiere una atención especial como elemento estético, cuidando que sea funcional y ergonómico,
- **Carrillera/ Checkpiece:** Protuberancia de la culata de un arma larga que facilita apoyar la mejilla contra el arma. Al ser más elevada que la culata facilita la alineación del ojo con las miras.
- **Cantonera ventilada / Ventilated recoilpad:** Parte trasera de la culata de las armas largas, es la que apoya en el hombro del tirador, en las escopetas generalmente es de goma con amortiguación para absorber el choque del retroceso. Las hay de diferentes diseños y en la actualidad las más prolíficas son de goma absorbente ventilada.
- **Gatillo / Trigger:** Cola de disparador. Pieza de metal que acciona el tirador para realizar el disparo. El tema del gatillo puede dar para un artículo entero ya que la tecnología actual ha permitido la intrusión de la electrónica en el diseño y construcción de los mismos para beneficio de la precisión del arma. No se realiza diseño y desarrollo ninguno sobre este elemento si no que se utilizará los sistemas incluidos en el sistema MARVIC y HAWK del Fabricante NORICA.
- **Seguro /Safety catch:** Sistema que tienen las armas para impedir que se disparen accidentalmente.



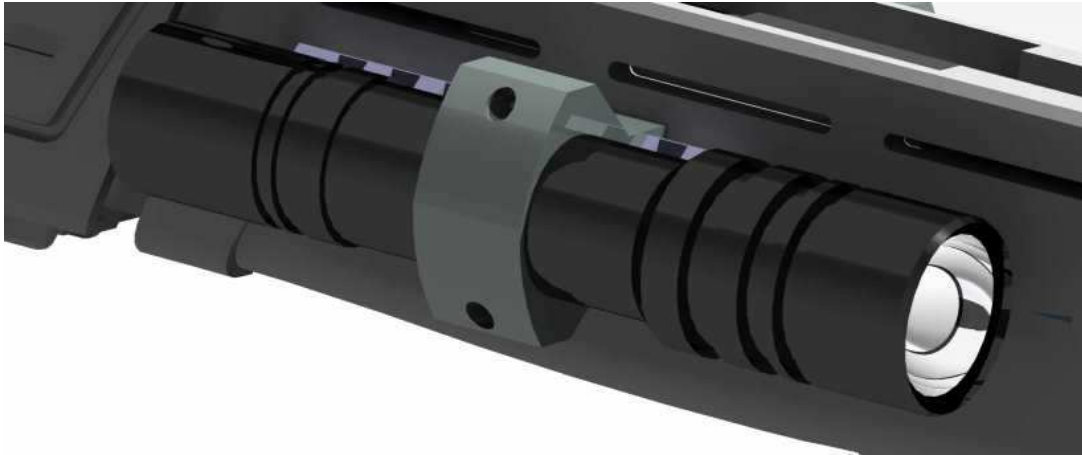
- **Sistemas de puntería:** Los sistemas tradicionales de puntería se componen de alza y túnel en la punta del cañón. Se trata del sistema de puntería más extendido en las armas de aire comprimido ya que la utilización de visores telescópicos de aumento se ha extendido de unos años al mejorar la calidad de estos. El alza suele ser de carácter micrométrica con ajuste en altura y deriva. Además, las lengüetas del alza o el punto de ajuste del túnel normalmente adopta formas diferentes configurables por el usuario (según el fabricante).
- **Monturas / Scopemount:** Las monturas son el elemento mecánico que se interpone entre la óptica y el chasis del rifle o llamada cámara de potencia. Su función es la de soportar el visor óptico y conseguir que el rifle y éste se comporten como una sola pieza.
- **Guardamanos / foreand:** Se trata de la terminación de la culata en la parte delantera. Suele estar marcada con algún picado (chekering) en forma de dibujo o cenefa, o con algún bajo relieve para facilitar el agarre del arma en el momento del encare y transporte.
- **Acoples :** Además de los elementos antes citados hay muchos otros elementos que se pueden añadir con algún tipo de función específica , esto es posible gracias a el riel Picattiny que posibilita gracias a un macho común añadir elementos con enganches hembras, algunos de los ejemplos que se han modelado para el análisis estético del proyecto han sido:

**Visor:**



**Figura 1.9** .Visor modelado para el proyecto.

**Linterna:**



**Figura 1.10** .Linterna modelada para el proyecto.

**Bípode:**



**Figura 1.11.** Bípode modelado para uso de referencia en proyecto.



---

## 1.5 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES.

### 1.5.1 Declarar un compromiso base

En primer se ha de declarar un estatuto base que proclame de forma amplia pero con restricciones cual va a ser el punto de partida de nuestro proyecto. El objetivo de este paso es establecer cuáles son las condiciones fronteras a la hora de investigar nuestro producto de innovación.

El objetivo es cubrir un vacío en la línea de productos actual penetrando en nuevos segmentos de mercado evitando grandes inversiones en el proceso de investigación. Después de estudiar las capacidades y las posibilidades del mercado, el estatuto de este proyecto es:

“Crear un bien físico para satisfacer una necesidad latente en el mercado de las armas de aire comprimido que suponga una innovación y sea capaz de proyectarse por un solo alumno con la supervisión de un tutor.”

Como se puede advertir el compromiso base es bastante amplio pero ya queda restringido el marco de investigación. Éste se limita a un bien físico y a las capacidades reales de las que se dispone.

### 1.5.2 Generar y percibir oportunidades

A la hora de generar ideas percibiendo oportunidades se han recurrido a fuentes externas e internas utilizando distintas metodologías y técnicas ya probadas.[4] A continuación se transcribe la técnica de generación de oportunidades usada y la idea que ha generado:

**Lista de Fallas:** La lista de fallas se centra en las necesidades no satisfechas por los productos en este caso las carabinas de aire comprimido. La realización de la lista muestra muchos defectos pero algunos no son abarcables por las restricciones dadas en el “compromiso base”.

NECESIDAD NO SATISFECHA	IDEA DE MEJORA	REALIZABLE
Falta de carabinas personalizables	Crear un sistema de piezas intercambiables	SI
Cambio de calibres.	Sistema de rosca de cañones	NO
Diseños novedosos corte realista	Estilo táctico realizado en fibra tapando bascula	SI

**Imitar mejorando:** Muchas de las soluciones dadas por la competencia tienen en cuenta necesidades subyacentes del mercado muy interesantes. La ubicación de estas necesidades encontradas por empresas y particulares puede ser usadas en muchos casos para poder abordar las mismas con un nuevo ángulo y satisfacerlas de mejor modo.

Del estudio de los productos de la competencia se habla también en el “Estado del arte” en la el apartado DEFINICION Y DESARROLLO DE CONCEPTO. En este estudio se ha observado cómo las carabinas más vendidas no son las más potentes, por lo que el problema de la potencia no es lo más demandado por los consumidores. Se ha establecido que las carabinas de corte táctico con reminiscencias a las armas de fuego (pero sin imitarlas literalmente), son las que más gustan al consumidor. La creación de un arma de corte, táctico, de fibra y reminiscencias a las armas clásicas se cree que podría acerse un hueco en el mercado objetivo.

**Uso las fuentes:** Las redes sociales y foros de discusión son semilleros de ideas y tendencias así como intercambio de impresiones y soluciones a problemas de un mercado.

En el caso que aquí ocupa se ha querido utilizar esta as redes para realizar una investigación previa de tendencia. Ésta se realizo en uno de los foros más importantes AIRECOMPRESIONADO.NET en el que cientos de posibles clientes de este mercado exponen sus inquietudes y sus gustos así como ideas y soluciones a estas. [2]

El uso de esta técnica confirmó lo aprendido en el estudio de la competencia sobre el gusto estético general de armas tácticas con reminiscencias a armas reales (pero sin ser imitaciones de estas) y despertó otros también observados en la listas de fallas: la necesidad de personalización de las carabinas.





---

Resumiendo podría determinarse que la búsqueda de oportunidades por medio de estas metodologías ha generado una serie de ideas clave sobre las que se va a desarrollar el proyecto

- **PERSONALIZACIÓN:** Esta necesidad ha generado la idea de crear una carabina con la posibilidad de personalizar las piezas adaptando el producto al gusto estético y funcional del cliente objetivo. Se ha creído útil utilizar elementos modulares que faciliten este intercambio usando unos elementos de unión estandarizado. Es aquí donde se ha creído interesante la creación de un Sistema de cambio Rápido Modular que se denominará sistema SIRAM.
- **ESTÉTICA TÁCTICA:** La estética general para los distintas unidades modulares ha de ser Táctica realista pero de diseño cuidado alejada de las copias literales usadas en PCP y CO2. Se considera interesante la combinación de materiales como el metal y la fibra para dar aspecto realista.
- **ECONÓMICA:** El precio no ha de ser demasiado elevado. Los materiales a usar serán plásticos. En estos casos suele ser utilizado producción por inyección.
- **ERGONÓMICA:** Es muy valorado por este mercado la comodidad en el tiro y el tacto agradable por lo que se considera cuidar los materiales y las proporciones se ha de realizar un análisis ergonómico del diseño.

## 1.6 EXPONER LA IDEA DE PROYECTO

De la unión de estas ideas sale la exposición final de idea de proyecto:

“Diseño y desarrollo de un sistema modular de elementos intercambiables y ergonómicos de aspecto táctico para una carabina de tiro deportivo “

## 1.7 VALIDACIÓN FINAL DE LA IDEA DE PROYECTO

Esta idea de proyecto ha de ser reflexionada, y puesta en juicio, como último paso antes de dedicar recursos y esfuerzo a un proyecto no viable .

Para este fin se utilizó el enfoque específico: REAL-WIN-WORTH IT. (REALISTA, GANAMOS, MERECE LA PENA) en el que se analiza con tres enfoques distintos si nuestro proyecto es realizable.

- **REALISTA (REAL):** ¿Es real la oportunidad?. ¿Existe un mercado real para atenderlo con este producto?. Los criterios aquí son tamaño del mercado, precio potencial, disponibilidad de tecnología y probabilidad de fabricar el producto en el volumen y costo requeridos.
- **GANAMOS (WIN):** ¿Se gana con esta oportunidad? ¿Se establece una ventaja competitiva sustentable?. ¿La idea es patentable o comercializable?
- **MERECE LA PENA (WHORT IT):** ¿La oportunidad vale la pena financieramente? ¿Cuenta con los recursos necesarios (financieros y de desarrollo) y confía en que la inversión dará los rendimientos adecuados?

**REAL – WIN – WORTH IT / ( REALISTA –GANAMOS -VALE LA PENA)**

**1 REALISTA:¿ MERCADO REAL Y PRODUCTO VIABLE ?**

¿Hay necesidad?	SI
¿El cliente compra?	SI
¿El cliente comprará?	SI
¿Tengo la capacidad de desarrollar un producto viable?	SI
¿El producto es aceptable conforme a normas sociales, legales y ambientales?	SI
¿El producto es factible?. ¿Puede fabricarse?	SI
¿Hay una ventaja en relación con otros productos?	SI
<b>RESPUESTA FINAL</b>	<b>SI</b>

**2 GANAMOS: ¿Nuestro producto o servicio es competitivo?**

¿Tenemos una ventaja competitiva?	SI
¿El momento es el correcto?	SI
¿Vencerá a nuestra competencia?	SI
¿Tenemos mejores recursos? (ingeniería, finanzas, mercadotecnia, producción;	NO
¿Tenemos experiencia?	NO
<b>RESPUESTA FINAL</b>	<b>SI</b>

**3. Vale la pena hacerlo: ¿El rendimiento es adecuado y aceptable el riesgo?**

¿Ganaremos dinero?	SI
¿Tenemos los recursos?	SI
¿Los riesgos son aceptables?	SI
<b>RESPUESTA FINAL</b>	<b>SI</b>



---

En vista del resultado del análisis, se da por válida la idea final del proyecto y se dispone el comienzo del Diseño y desarrollo de la carabina modular de elementos intercambiables .

## 1.8 ORGANIZACIÓN DE PROYECTO:

El desarrollo del proyecto se ha realizado con una organización basada en modelos y conceptos teóricos. Distribuyendo el proyecto en cuatro etapas claramente diferenciadas.

- **ETAPA1: Organización de proyecto:** Se persigue declarar la idea buscada investigar la oportunidad que ofrece el mercado así como recopilar todo los conceptos necesarios para la comprensión del producto. Se analiza el proyecto anunciado y se organiza el proyecto.
- **ETAPA2: Desarrollo de concepto:** Se traducen las necesidades en métricas que se puedan usar a nivel de desarrollo. Se realiza un estudio de mercado para poder proyectar los primeros conceptos los cuales se irán poco a poco cribando hasta elegir al concepto más adecuado y con más posibilidades de éxito. Se realiza un pre-modelado del producto a desarrollar
- **ETAPA 3: Diseño a nivel de sistema:** Se eligen los materiales y recopilan todas las piezas integrantes del diseño. Posteriormente se modelan las piezas necesarias en CAD y se realiza un estudio del proceso productivo.
- **ETAPA 4: Pruebas y Refinamientos:** Se valida el proyecto realizando análisis de esfuerzos, ergonómico, estético y funcional. Si hubiese cualquier cambio se volvería a la etapa anterior y se repetiría el ciclo hasta conseguir la solución buscada.

Además se ha efectuado un diagrama de tiempos para poder discernir todas las etapas necesarias en el proyecto.

### 1.8.1 Diagrama de Gantt.

Para la organización de tiempos de cada etapas se ha realizado un Diagrama de Gantt.





## 2 ETAPA 2: DESARROLLO DEL CONCEPTO.

### 2.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

En esta etapa se tienen en cuenta características o factores que afectan al proyecto desde el entorno que lo rodea. Para determinar los factores fundamentales y cómo afectan, se realizará:

**La matriz de correlación:** es un método cuantitativo. Analiza todos los factores que se creen determinantes para el diseño, de dos en dos, para determinar su relación entre ambos, Así conoceremos cual es el factor más relacionado con el resto, y se determinará qué factores son más importantes para la resolución de los diferentes subsistemas.

- F1: Estética
- F2: Precio
- F3: Manejabilidad
- F4: Funcionalidad
- F5: Materiales
- F6: Ambidiestra
- F7: Capacidad de personalización
- F8: Seguridad
- F9: Peso
- F10: Originalidad
- F11: Mantenimiento
- F12: Robustez
- F13: Capacidad de admitir adjuntos como linterna y bípode.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	SUMA
F1		0.8	0.7	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.7	7.3
F2	0.3		0.3	0.4	0.4	0.2	0.6	0.3	0.6	0.1	0.2	0.2	0.5	4.1
F3	0.5	0.2		0.4	0.1	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	3.4
F4	0.6	0.4	0.3		0.6	0.5	0.6	0.4	0.3	0.5	0.2	0.4	0.5	5.3
F5	0.5	0.5	0.1	0.7		0.6	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.5	0.2	4.4
F6	0.7	0.3	0.6	0.2	0.6		0.5	0.3	0.3	0.5	0.1	0.2	0.3	4.6
F7	0.8	0.4	0.6	0.3	0.3	0.6		0.4	0.3	0.5	0.3	0.4	0.7	5.6
F8	0.3	0.2	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3		0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	3.3
F9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.7	0.3	0.3	0.2		0.4	0.5	0.3	0.3	4.9
F10	0.6	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.4		0.1	0.3	0.3	3.9
F11	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.6	0.7	0.2	0.3	0.2		0.2	0.3	3.4
F12	0.5	0.2	0.4	0.3	0.8	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4		0.3	4.7
F13	0.8	0.6	0.3	0.4	0.5	0.5	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.6		4.7

Figura 1.12. Matriz De Correlación Denominación.

Después del análisis se destacan en orden de importancia por los usuarios:

- F1: Estética
- F7: Capacidad de Personalización.
- F4: Funcionalidad
- F12: Robustez

## 2.2 LISTA DE MÉTRICAS

Traducimos ahora las funciones en métricas medibles y concretas para la elaboración del proceso de desarrollo,

- M1:** Estilo estético táctico.
- M2:** Menos de 500 Euros la unidad.
- M3:** Uso de materiales plásticos y metálicos.
- M4:** Garantizar diseño robusto
- M5:** Estudio ergonómico RULA.
- M6:** Estudio de esfuerzos.
- M7:** Estructura metálica con sistema de unión estandarizado para todas las piezas.
- M8:** Sistema sencillo de acople.

### 2.2.1 Matriz de Relación Necesidad - Métrica

Para conseguir una clara visualización de las necesidades y de las métricas que las solventa, se ha creado una matriz de realización de Necesidades - Métricas.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
F1	X							
F2		X	X				X	X
F3				X	X	X	X	
F4				X	X	X	X	X
F5	X	X					X	
F6								
F7							X	
F8				X		X		
F9			X	X				
F10	X		X				X	
F11			X					
F12			X	X		X	X	
F13								X

**Figura 1.13** Matriz relación necesidad - métrica

## 2.3 ESTADO DEL ARTE: RIFLES DE CAÑÓN ABATIBLE

El estudio del mercado de las carabinas de aire comprimido de muelle se ha realizado analizando las principales carabinas de las cuatro marcas con gran reconocimiento por parte del mercado objetivo.

### 2.3.1 GAMO

El productor de carabinas GAMO S.A es el mayor fabricante de Europa de armas de aire comprimido. Es líder mundial en la fabricación de munición de alta calidad para armas de este tipo. Algunas de sus carabinas más interesantes son:

#### **Carabina CFX Gamo.**

Cañón Fijo Y Máxima Potencia. Cuerpo Ergonómico.



#### **Carabina de aire comprimido Gamo CFR Whisper IGT 4.5.**

El estilo thumbhole pesa 3.2 kg. Diseño robusto con carrillera ajustable.



#### **Gamo'sI Whisper**

Con cierto aerodinámico destaca la culata perforada que le da carácter y ligereza se ha considerado un diseño interesante para inspirarse.



**Figuras 1.13.** Modelos De Carabinas Gamo

### 2.3.2 NORICA

El fabricante NORICA es una compañía fundada en el año 1917 en Éibar. Durante más de 90 años de exitosa historia, ha conseguido un reconocimiento internacional. Además los acuerdos existentes cercanos a esta fábrica han permitido conocer sus sistemas profundamente.

#### **Carabina Norica Goliath 88 Scope**

Gran salto en diseño y estética, con esta serie de carabinas Goliath de pequeño tamaño, gran velocidad y potencia. Es una carabina táctica, compacta, de cantonera extensible en tres posiciones. Incluye raíles Picatinny.



#### **Carabina Norica Dream Hunter**

La carabina de aire comprimido Nórica Dream Hunter con caño fijo es robusta, y ambidiestra.



○

#### **Black ops. sniper cal. 4.5 mm**

De calibre 4'5mm con carrillera y cantonera regulables. Incluye bípode y visorl  
Idea original, aunque criticada entre los aficionados porque sus elementos de imitación no tienen ninguna función. No es de fabricación propia



**Figuras 1.14.** Modelos De Carabinas Norica





### 2.3.3 COMETA

La empresa Carabinas Cometa se ha dedicado a la fabricación de armas desde el siglo XIX. Actualmente se dedica a la fabricación de pistolas y carabinas de aire comprimido. Fabrica todas las carabinas de aire comprimido que comercializa, de forma artesanal.

#### **Carabina Cometa 300 Nickel**

Carabina de diseño moderno en con el cuerpo de la carabina de goma y cañón niquelado. El cañón ha sido martillado en frío. Cuenta con cantonera de goma y seguro. Diseño interesante por la combinación de materiales y colores.



#### **Carabina De Aire Comprimido Cometa Fusion Black**

Carabina de aire comprimido Cometa Fusión Black fabricada en goma sintética lo que ofrece a la carabina un diseño táctico. Guardamanos con dibujos antideslizantes.



**Figuras 1.15.** Modelos de Carabinas Cometa

### 2.3.4 CROSMAN

La casa Crosman se fundó en el año 1923 en Rochester, Nueva York. Crosman fue fundada por la Crosman Arms Company. Los principales valores de la compañía han sido calidad y la innovación lo que convierten a Crosman en el mayor diseñador, fabricante y vendedor mundial de carabinas de perdigones, BB's, carabinas y pistolas de aire comprimido.

### **Remington Genesis 1000 X**

La carabina de aire comprimido Remington Génesis 1000 se ha diseñado con una empuñadura antideslizante de pistola. Culata realizada completamente en materiales sintéticos. Visor 3-9x40 incluido.



### **CROSMAN TR-77**

Rifle de aire táctico de cañón abatible con estilo militar y culata táctica sintética. Mira trasera ajustable, Mira delantera de fibra óptica, Diseño robusto y potente diseño atractivo que se ha tenido en cuenta en nuestro proyecto.



### **BENJAMIN TRAIL NP2**

Cañón de gran diámetro y estilo camuflaje son un aspecto novedosos, la culatata thumb hole apoyada en dos puntos que da estabilidad al arma.



**Figuras 1.16.** Modelos de Carabinas Crosman

EL análisis de mercado de los principales fabricantes demuestra cual importante es la inversión de diseño en este mercado. Los líderes mundiales invierten e



---

innovan en estilo y diseño continuamente para adaptarse a los gustos del mercado.

Del este estudio se deriva que las carabinas de corte táctico tienen un sector en el mercado importante pero cuyo diseño, todavía permite aun mejoras e innovaciones.

El diseño modular se limita a Adjuntos con riel Picatinny y pequeñas tentativas en pistolas.

De los fabricantes estudiados, NORICA es el elegido como referente por la relación profesional cercana y ser una compañía en búsqueda de nuevos diseños cuyo catálogo es clásico y es proclive a un cambio radical. Así pues se desarrollará el proyecto modular alrededor de este fabricante usando sus mecanismos de tiro más importantes; MARVIC Y HAWK y las medidas de estos para la creación de todo el diseño, con miras de plantear un posible acuerdo futuro del sistema desarrollado.

## **2.4 DISEÑOS Y PRESENTACIONES DE CONCEPTO**

Una vez que se han concretado y cuantificado los objetivos de diseño y se ha recopilado información, se procede al desarrollo de concepto preliminar, que poco a poco se ha ido detallando, hasta llegar al diseño a nivel de sistema en el que el producto se modela y ensaya. [5]

Esta etapa ha comenzado con la realización indiscriminada de ideas acotadas por la idea de proyecto, en la que las que se ha considerado como más probables de éxito se recogen y se someten a un análisis más exhaustivo de acuerdo con las necesidades del cliente, factibilidad, técnica, costo y consideraciones de producción. Las idea ganadora es la elegida para el desarrollo industrial. Los conceptos se agrupan y son evaluados por el equipo, de acuerdo con las necesidades del cliente, factibilidad técnica, costo y consideraciones de producción.

### **2.4.1 Diseño conceptual: Estética general de la carabina**

El estudio del estado del arte no se ha limitado al estudio de unas pocas carabinas, el estudio de distintas armas de fuego y objetos relacionados que

podieran ser de inspiración es fundamental para un producto exitoso. De este estudio ha obtenido una gran serie de ideas.

### 2.4.1.1 *Arte de concepto, Thumbnail.*

El Arte de concepto, visto desde el punto de vista de diseño industrial, tiene el objetivo principal de dar una representación visual a una idea de proyecto.

Se comienza con lo que es conocido como Thumbnails, imágenes de pequeño tamaño, que consiguen con poco esfuerzo, darnos bosquejos rápidos de la idea que se persigue.

Se han realizado distintas hojas de thumbnails intentando buscar la estética táctica, pensando en piezas separadas que formen un diseño integrado,

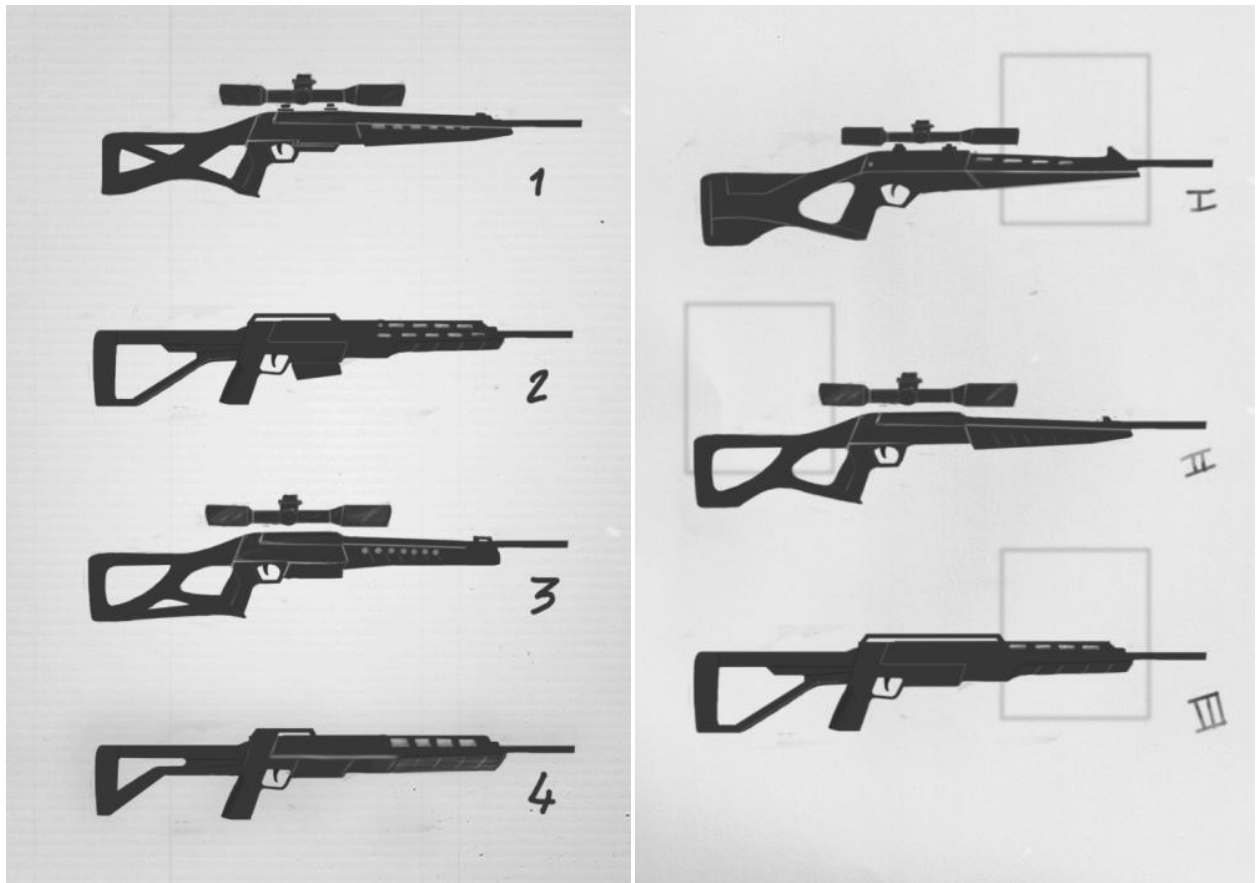


Figura 1.17. Thumbnails A: Concepto artístico estético general

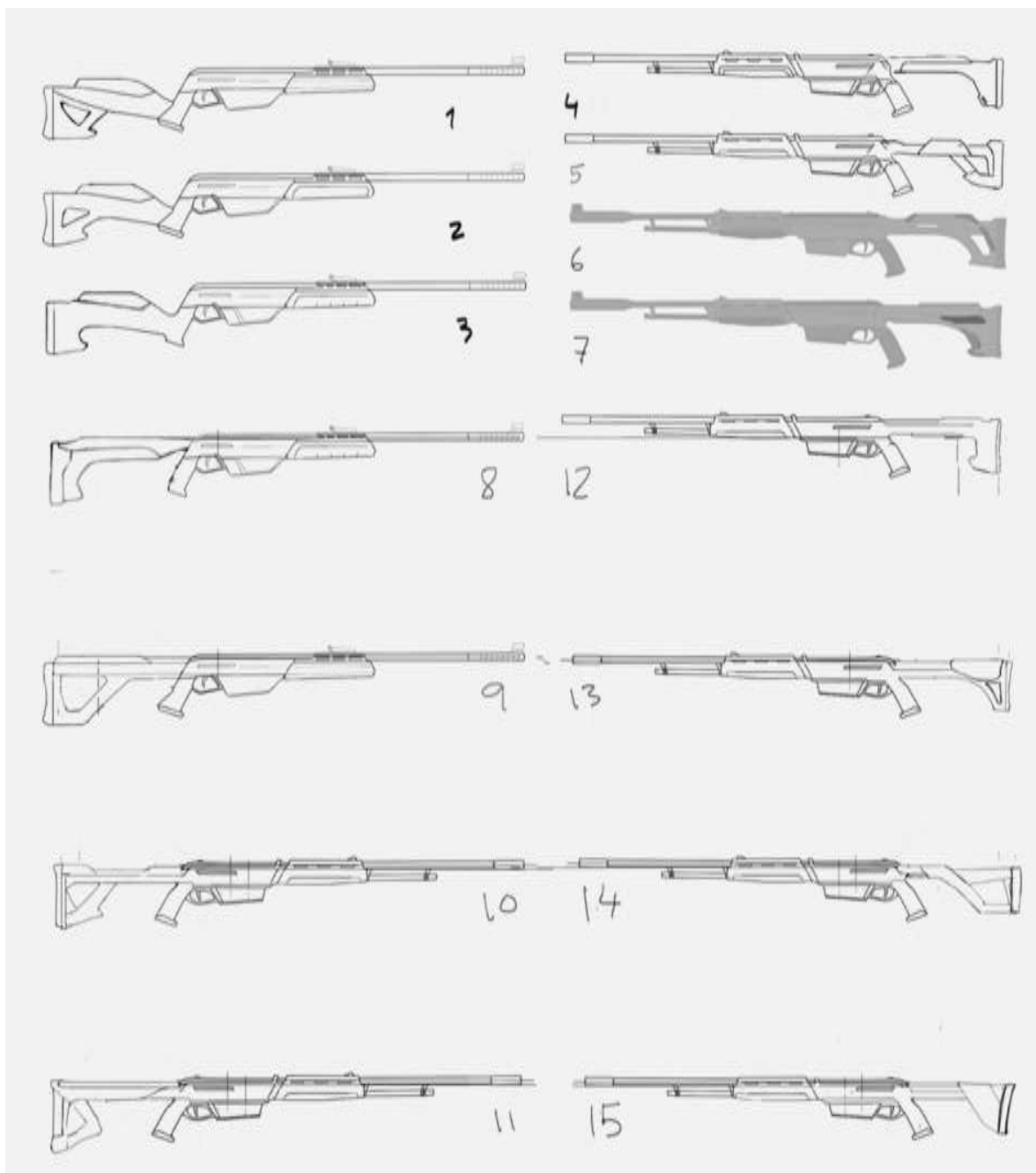
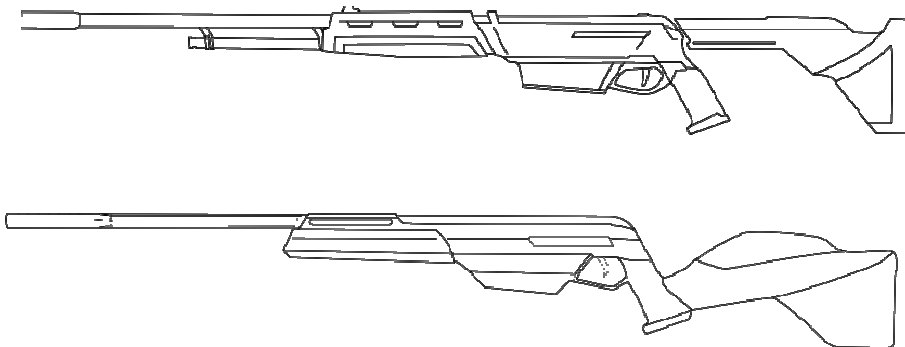


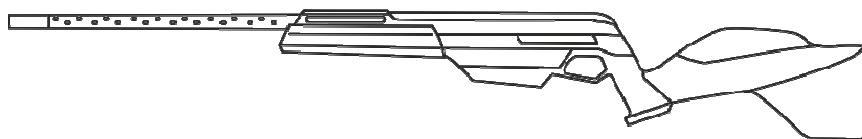
Figura 1.18. Thumbnails C .Concepto artístico estético



**Figura 1.19.** Arte de concepto estudio estético general de la carabina.

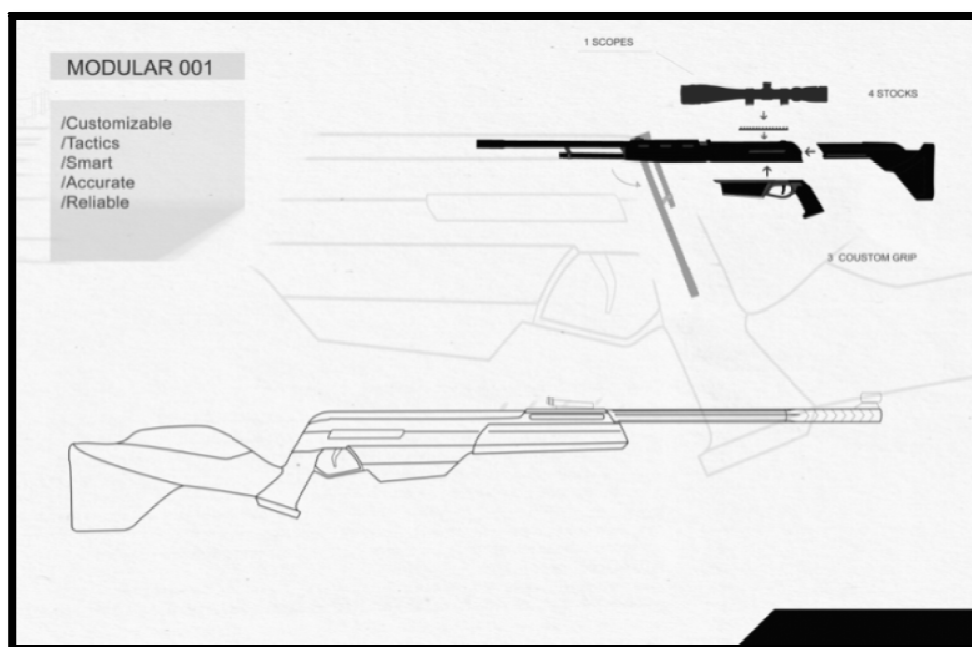
El estudio general de arte de concepto deja entrever tres diseños interesantes y atractivos, estos se han elegido ya que cumplen las “ideas objetivo” fijadas. (ver Figura1.1.)





**Figura 1.20.** Thumbnails D: Tres de los conceptos estético-funcionales elegidos para estudio de desarrollo.

La presentación de estos diseños se presenta en un formato más atractivo y cuidado con vistas de la validación final de los bocetos elegidos.



**Figura 1.21.** BOCETO 1 Estilo más clásico siguiendo el estilo Crosman.

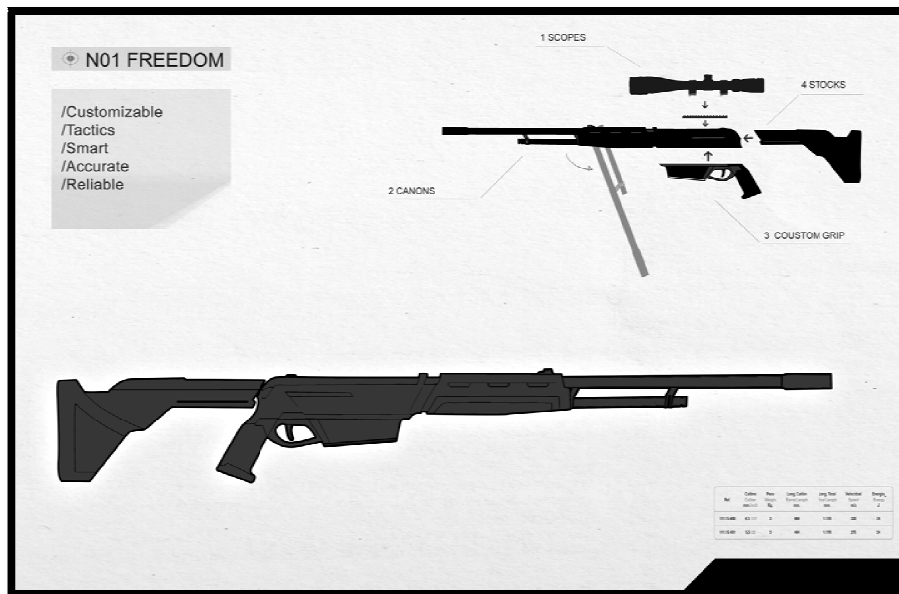


Figura 1.22. BOCETO 2, Diseño táctico con detalle de cargador.

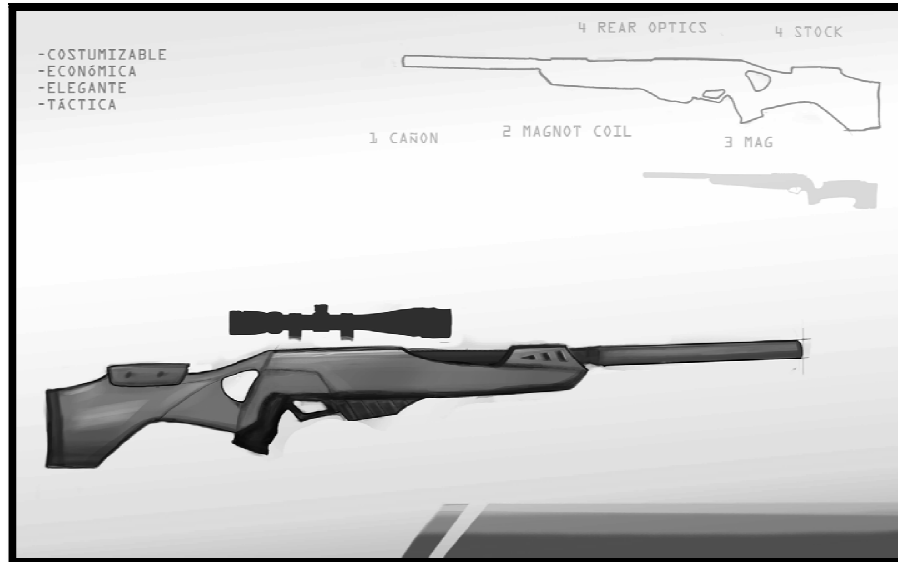


Figura 1.23. Boceto 3: Estilo minimalista y aerodinámico.





### 2.4.1.2 Evaluación de las propuestas realizadas

Para ayudar a elegir la solución final se ha empleado una matriz de decisión, en la que intervienen las soluciones creadas tras realizar varios brainstorming, y los factores elegidos anteriormente que se consideró que eran los factores principales, a tener cuenta a la hora de centrar el proceso creativo.

Así pues se determinara cual de las tres ideas realizadas tiene más posibilidades de éxito. [10]

	7.3	4.1	3.4	5.3	4.4	4.6	5.6	3.3	4.9	3.9	3.4	4.7	4.7	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	SUMA
BOCETO 1	5	8	5	6	7	5	6	6	5	8	5	6	5	349.7
BOCETO 2	10	7	6	7	7	5	9	8	7	6	5	8	8	439.7
BOCETO 3	5	6	5	7	5	7	6	5	6	5	5	6	5	337.1

Figura 1.24. Estudio comparativo de los bocetos según las funciones buscadas.

Entre otras razones el factor F1, (Estética) del boceto 2, se ha considerado la más adecuada, unido a que cumple la idea de diseño integral robusto, realista y con capacidad modular fácilmente desarrollable, es la idea ganadora. No obstante, el boceto 1 se considera interesante en el aspecto los guardamanos y cuerpo principal, y también se ha utilizado como modelo para la realización de alguna pieza.

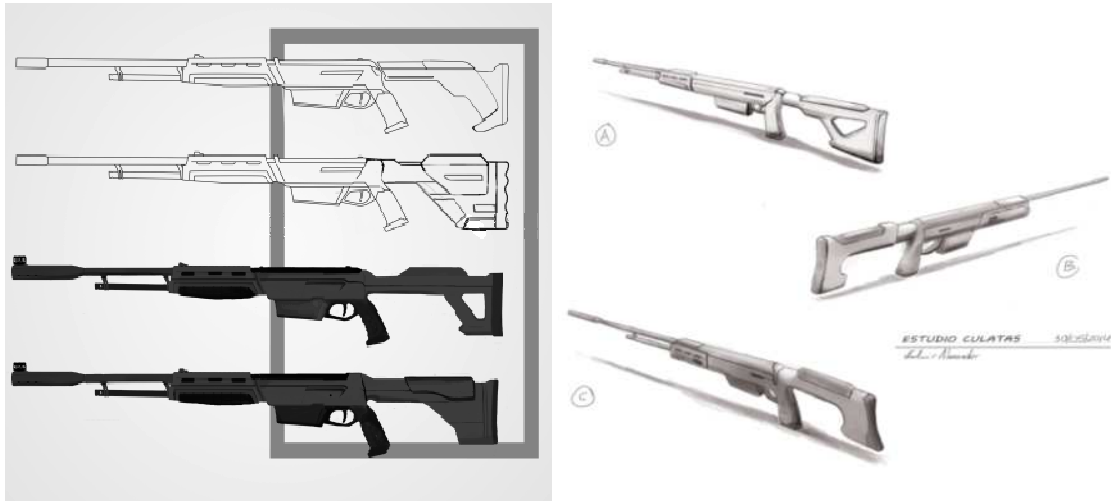
Una vez presentado el diseño la compañía Eibar Airgun Trading Company, Norica se ha mostrado interesada en su desarrollo y ha facilitado los elementos de CAD HAWK y MARVIC para poder desarrollarlo.

### 2.4.1.3 Estudio de culatas

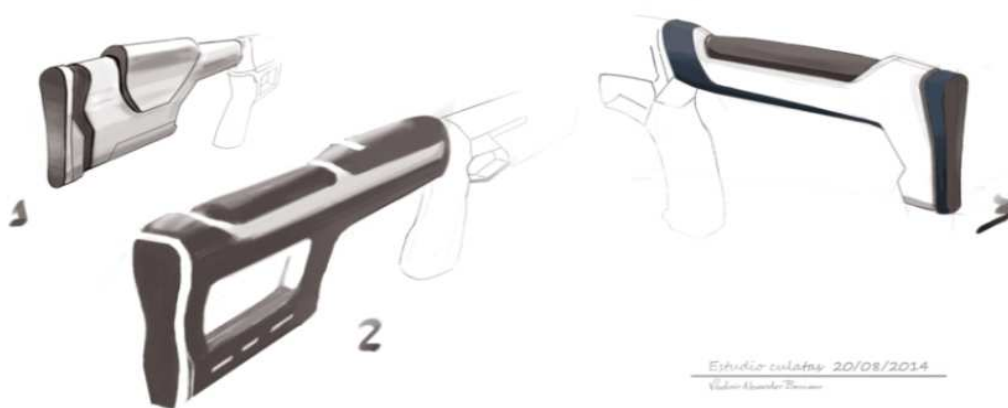
Las culatas se han desarrollado conceptualmente como elemento independiente, debido a la importancia demandada por el fabricante Norica, el cual pide un especial cuidado en el desarrollo de este elemento fundamental equilibrado

estudiando funciones ergonómicas. El estudio A y B propone un diseño, que pueda funcionar, con agarre en el disparo tumbado; algo que es tendencia en los últimos años en este mercado .

Se han concebido diseños en relación a la carabina y diseño individual. Estos diseños han sido la base fundamental en el modelado de la culata.



**Figura 1.25** Estudios de culata integrada en diseño general elegido



**Figura 1.26** Estudios de culata independientes



La idea más interesante para el desarrollo desde el punto de vista ergonómico, es el boceto n°1 el cual se basa una de las dos culatas seleccionadas.

## 2.4.2 Sistema modular SIM y SIRAM

El sistema de unión modular necesita un nexo de unión entre las piezas y el cuerpo central. El estudio de un componente que permita el intercambio de piezas de modo sencillo, soportando los esfuerzos producidos por ésta, es de vital importancia. [6]

Se realizó un estudio de las armas modulares intercambiables y se pensó en el uso de elementos normalizados de acero para usarlos como nexos de unión en los rifles de asalto.

También se advierte que las culatas plásticas tienen insertos de acero en los puntos de mayor sollicitación.



**Figura 1.27.** Ejemplo de elementos adjuntos e intercambiables en un rifle de asalto

Es por tanto aceptado, que para el diseño del sistema de unión de elementos intercambiables el acero es una opción probada y extendida. [7]

Es importante pues, realizar un sistema modular basado en acero o aluminio, sobre el cual se puedan insertar los demás elementos, entre los cuales el inserto

de la culata se realiza también de metal debido a que es el punto de esfuerzo de mayor sollicitación.

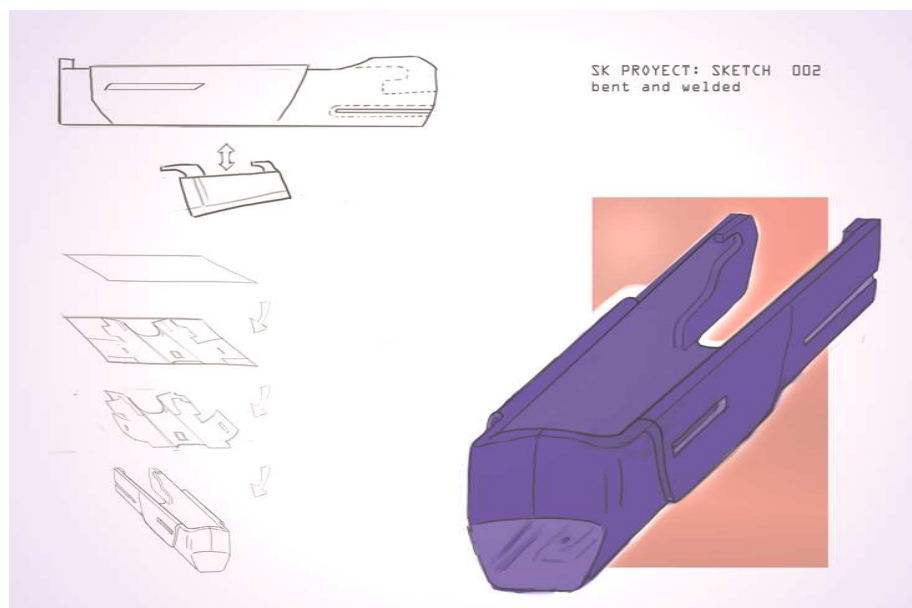
Se crea un esqueleto estructural que se apoye en la cámara Marvic de Norica siendo ésta la que soporte los esfuerzos. Las distintas piezas encajan por medio de un sistema de carriles y se fijan con los tornillos propios de la cámara.



**Figura 1.28.** Modelizado inicial que recoge la idea de una estructura central con sistema de carriles.

### **2.4.2.1 OPCIÓN 1: Sistema de chapa plegada**

Debido a la economía del proceso de plegado, se ha considerado un sistema realizado en chapa metálica. El número de operaciones es elevado, pero se cree que puede compensar con la rapidez del proceso. Las sollicitaciones a las que puede estar sometida son elevadas, se debe realizar un estudio exhaustivo de diseño para que se garantice soportar los esfuerzos.



**Figura 1.29.** Idea de concepto de el sistema de estructural realizado por chapa metálica

#### **2.4.2.2 OPCION 2 Sistema realizado por proceso de mecanizado.**

El segundo sistema estudiado es el de acero mecanizado, esta opción nos da la posibilidad de dividir el sistema de unión en dos piezas, basadas en un sistema de carriles:

- Trasera o Beta: soportaría los esfuerzos de la calata y sostendría al cuerpo central.
- Delantera o Alfa: diseñar un carril que soporte el guardamano y el cuerpo central junto con el beta.
- La culata tendrá un inserto metálico que permita su acople y quedará fijo con un tornillo.



**Figura 1.30.** Sistema de estructural ideado realizado en dos piezas con sistema de raíles

### **2.4.2.3 Valoración sistema modular**

Se ha resuelto el sistema sin necesidad de matriz comparativas, pues se considera a la vista y debido a las capacidades productivas de la fábrica, el mecanizado, que si bien pudiera adolecer de un precio más elevado, solventa los problemas estéticos y funcionales mucho mejor, dando un producto más robusto y fiable.

Se ha decidido dar una designación concreta con vistas a sencillez en su calificación y con vistas al mercado objetivo

Así pues, se denomina al bloque estructural de soporte en la culata, sistema **SIRAM**, que responde al acrónimo de: Sistema Rápido Modular.

El inserto metálico, que será el encargado de soportar los esfuerzos de la culata, e instara insertada en esta en el proceso de inyección se ha designado **SIM**, proveniente del apelativo Sistema de Inserto Metálico.

Ambos son nombres sencillos y con sonoridad tecnológica, lo que se considera apropiado para un producto de estas características.



---

#### 2.4.2.4 *Presentación final de concepto desarrollado*

Desarrollados los conceptos, y antes de la modelización detallada y diseño del proceso productivo, se ha creado un modelo inicial en CAD siguiendo el Boceto 2 de desarrollo de concepto, siguiendo las proporciones y dimensiones propias de una carabina MARVIC Y HAWK.

Se han creado también algunas culatas que nos permitirán no solo hacer una última presentación del producto, si no también tener un punto de partida fiable, que nos permitirá garantizar en mayor medida que las piezas y elementos creados sean factibles. [8]



**Figura 1.31.** Modelo Inicial realizado en CAD



**Figura 1.32.** Modelo Inicial realizado en CAD



**Figura 1.33.** Modelo Inicial realizado en CAD





Figura 1.34. Modelo Inicial realizado en CAD

### 3 ETAPA 3: DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA.

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

##### 3.1.1 Acero Inoxidable S275-JR

El elemento que soporta las mayores solicitaciones es el Sistema estructural SIRAM, y el Sistema de inserto metálico SIM.

El acero es una aleación de hierro y carbono. El acero inoxidable es un acero que contiene un mínimo del 10,5% de cromo, menos del 1,2% de carbono y otros elementos de aleación. El contenido de cromo otorga al acero inoxidable su resistencia a la corrosión, ya que permite generar una capa de óxido de cromo de forma natural y continua en su superficie. Este óxido, denominado «capa pasiva», lo protege indefinidamente contra todos los tipos de corrosión. La capa pasiva se regenera espontáneamente en contacto con la humedad del aire o del agua.[9]

El acero inoxidable utilizado es tipo S-275-JR con las siguientes características mecánicas:

- Módulo de Elasticidad  $E=210.000 \text{ N/mm}^2$





---

**Aplicaciones:**

- Armas y/o accesorios de Armas.
- Componentes para automóviles.
- Juguetes.
- Electrodomésticos.

Se ha determinado que las aplicaciones del PSHI, así como las aplicaciones en la industria convierten en el polímero ideal para poder fabricar las piezas de: Cuerpo, Guardamanos y parte de material plástico de las culatas.

### **3.1.3 POLISOPRENO NR**

El polisopreno o caucho natural NR es el elastómero que se ha utilizado para la cantonera, la cual es un elemento que absorbe el impacto del tiro para evitar el golpe en el hombro del tirador.

El poliisopreno es un polímero diseño, o sea un polímero formado a partir de un monómero que contiene dos enlaces dobles carbono-carbono.

**Propiedades:**

- Es muy elástica y flexible.
- extremadamente impermeable.
- Elevado valor de fricción.
- Resistencia al desgaste más uniforme.

**Aplicaciones**

- Neumáticos
- Suelas de zapatos
- Elementos de tiro
- Juntas de estanqueidad
- Mangueras

## 3.2 PROCESO DE INYECCIÓN: CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

A la hora de diseñar las piezas de PSHI realizadas por proceso de inyección, se han tenido en cuenta una serie de consideraciones clave para conseguir el diseño correcto de las piezas de PSHI.

En el proceso de inyección el plástico se solidifica manteniendo las propiedades geométricas del molde, la pieza ya desmoldada se conoce como inyectada.

La inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible, en el que se funde una materia prima llamada termoplástico, por el efecto del calor, en una máquina llamada inyectora. Esta máquina con el termoplástico en estado fundido, lo inyecta, dentro de las cavidades huecas de un molde, con una determinada presión, velocidad y temperatura. Transcurrido un cierto tiempo, el plástico se solidifica manteniendo las propiedades geométricas del molde, la pieza ya desmoldada se conoce como inyectada. [13]

### 3.2.1 Espesor de las paredes

Podemos generalizar y decir que cuanto más regulares sean los espesores de la pieza, menos problemas tendremos en los procesos de inyección y post-inyección. En el caso de que existan espesores de pared muy diferentes, hay que realizar el cambio de una dimensión a otra de la forma más gradual posible. Esta regularidad en el diseño nos ayudará a evitar turbulencias de flujo importantes que se producirían durante el llenado de la pieza. No hay que olvidar, que las turbulencias en cualquier caso dificultan una ordenación entre las diferentes cadenas moleculares, y por tanto provocan una orientación que no es la más idónea para que la pieza trabaje al máximo rendimiento. Aunque es de interés mantener la uniformidad de espesores, éstos pueden tener una variación de formas exterior variable mientras se mantenga una uniformidad interior que facilite el desmoldeo.



**Figura 1.36.** Detalles de las superficies modeladas.

Hay que tener en cuenta también que durante el proceso de post-inyección se van a producir en la pieza fenómenos de contracción, producidos por ordenaciones posteriores de las cadenas poliméricas. En las zonas donde las paredes tengan mayor grosor, es donde se producirán porcentajes de contracción más altos (rechupes), es por ello que es importante que estas zonas estén cerca del punto de inyección y reciban material fundido durante el mayor tiempo posible, y puedan compensar la contracción producida.

### 3.2.2 Ángulos de desmoldeo

Cualquier pieza que se diseñe para ser fabricada por un proceso de inyección, ha de ser concebida para poder ser desmoldada con facilidad. Por ello habrá que dotar a la pieza de ángulos suficientemente generosos en las paredes, para llevar a cabo el proceso de desmoldeo sin problemas.

En general, las paredes, los nervios, los agujeros, las torreras, etc. deberán tener una inclinación mínima de  $1^\circ$ . Se tomarán como casos especiales aquellas geometrías donde la profundidad de las paredes sea importante, aumentando el ángulo.

Habrà que poner especial atención en los casos donde la superficie de la pieza vaya texturizada. No diseñar la pieza con suficientes ángulos de desmoldeo puede, además de no permitir la correcta extracción de la pieza, causar en la superficie, la formación de arrapes o desgarro de material, causados por la

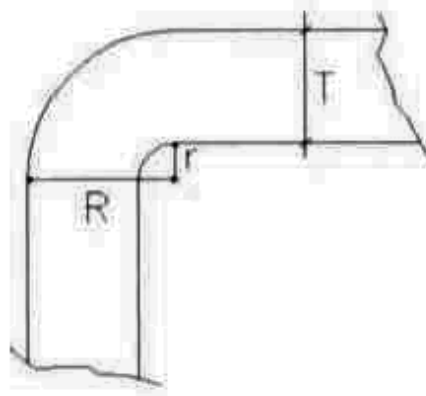
fricción entre el metal de la cavidad y el plástico durante el proceso de extracción. [13]

Profundidad (en mm)	Ángulos de inalación (en mm)				
	1/4	1/2	1	1 1/2	2
10	0,004	0,067	0,17	0,26	0,35
20	0,067	0,175	0,35	0,52	0,7
30	0,131	0,26	0,51	0,78	1,05
40	0,175	0,35	0,68	1,04	1,4
50	0,218	0,43	0,85	1,3	1,75
60	0,262	0,52	1,02	1,56	2,1
70	0,305	0,61	1,2	1,82	2,45
80	0,349	0,69	1,36	2,1	2,8
90	0,392	0,78	1,53	2,34	3,15
100	0,436	0,87	1,7	2,6	3,5

Figura 1.37. Ángulos de aconsejados según el espesor.

### 3.2.3 Radios

El uso adecuado de radios durante el diseño, reduce de un modo importante la concentración de tensiones en la pieza. Eliminar las zonas donde se producen un elevado número de tensiones, permite realizar un modelo de constitución más fuerte y eliminar, sin duda, posibles zonas de inicio de una fractura. En definitiva, eliminando ángulos agudos en la geometría, lo que posibilitamos es una vida más larga de la pieza. Por tanto, siempre que lo permita la funcionalidad de la pieza, para realizar la transición de una pared a otra utilizaremos curvas, lo más abiertas posibles. En la Figura 6, se presentan unos esquemas que muestran una serie de proporciones aptas para el diseño de curvas con materiales plásticos.



$r > 1/3T$ , pero no menos de 0,015 inc.  
Se recomienda  $r = 1/2 T$  o mayor.

$R = 3/2T$ , o mayor.

El espesor ha de mantenerse entre el radio mayor y el menor

El radio mínimo usado en la carabina es de 0.5 mm

Figura 1.38. Relación de radios y espesor.

### 3.2.4 Nervios y Cartelas de Refuerzo

Tal y como se ha comentado en los primeros puntos, en el proceso de diseño de una pieza, es importante utilizar espesores delgados, no solo por el ahorro de material, sino para obtener mejores tiempos de ciclo de la pieza a inyectar. Es por ello que en muchos casos utilizaremos zonas nervadas, que reforzarán la geometría de la pieza sin necesidad de aumentar la masa, y nos permitirán llegar a mayores estados de rigidez sin necesidad de aumentar el espesor.

Estos nervios se colocarán generalmente en partes de la pieza donde la estética de las mismas no sea relevante. Para un máximo aprovechamiento se situarán en zonas donde la estructura reciba solicitaciones máximas, o donde se produzcan flechas máximas. Para un correcto diseño deberemos tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Los radios entre el nervio y la pared de la pieza, deberán ser tales que no faciliten una importante acumulación de material, la cual podría dar lugar a problemas de rechufe en la pieza durante el periodo de post-inyección.
- Los nervios han de estar diseñados con unos ángulos de desmoldeo adecuados, que permitan una fácil extracción de la pieza.

- Una proporción geométrica de los espesores que nos permita distribuir las zonas de material de modo homogéneo, para que la diferencia de los tiempos de enfriamiento en cada zona sean lo menos posible.
- Se recomiendan cambios graduales en cuanto a la geometría se refiere, en las diferentes zonas de los nervios. De este modo se facilita el llenado del nervio, se reducen los lugares de concentración de tensiones y se evitan acumulación de gases u otros defectos derivados de un llenado incorrecto. Las zonas donde confluyen los nervios, son lugares de rápida circulación del flujo. Este efecto nos puede producir un llenado de la pieza que, a veces, no es el esperado, y puede dar lugar a líneas de reunión en sitios no deseados. Un esquema del diseño de un nervio se presenta en la Figura 7.



Figura 1.38. Detalle de nervios realizados en el cuerpo B

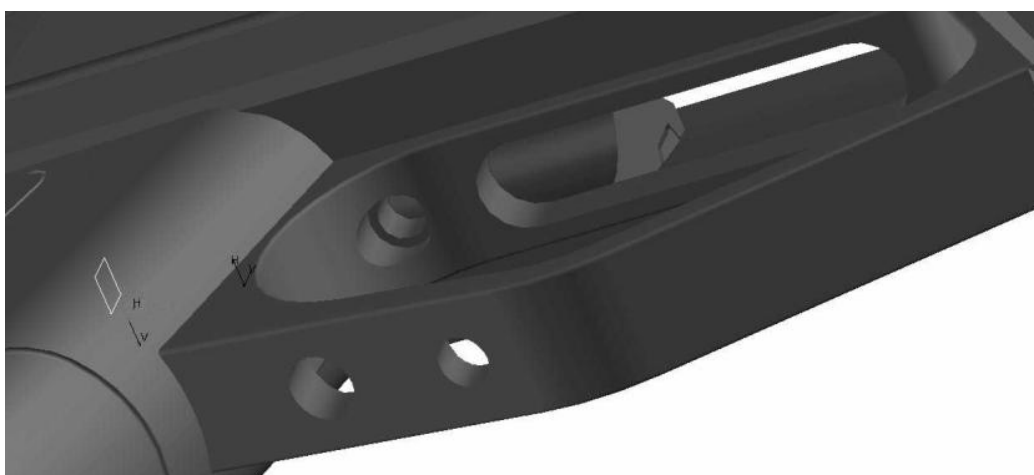
### 3.2.5 Aberturas

Para el diseño de agujeros en las diferentes zonas de la pieza de plástico, hay que tener en cuenta las dificultades que ello va a acarrear en el momento de fabricar el molde. De modo general, podemos diferenciar tres tipos de agujeros: no pasantes o ciegos, pasantes y con escalón.





El diseño de un agujero pasante, desde el punto de vista de la construcción del molde, va a ser más sencillo y permitirá que el pasador se apoye en ambos lados del molde. Esta acción permite una mayor resistencia del pasador a las presiones internas, durante el periodo de llenado del molde. Por el contrario, diseñar un agujero no pasante, obliga a construir un pasante más robusto, puesto que solo está apoyado en una zona del molde, teniendo siempre más posibilidades de rotura, y por tanto un mantenimiento más costoso. Es importante tener en consideración, que diseñar los agujeros con su eje paralelo al movimiento de apertura del molde, facilitará siempre la acción del movimiento de los pasantes, así pues serán más recomendados que no aquellos cuyo eje es perpendicular a los movimientos de apertura del molde. En el caso de los agujeros de tornillería serán realizados post-proceso, al considerarse el proceso más económico.



**Figura 1.39.** Agujeros pasantes y ciegos realizados

### 3.2.6 Líneas de reunión

Como ya hemos comentado, una pieza de plástico ha de ser diseñada con el concepto de que las diferentes partes del molde serán llenadas por una masa en estado fundido. Esto implica que, cuando se encuentren dos frentes de flujo, debido a la geometría de la pieza, aparecerá una línea de soldadura. Estas líneas a veces son inevitables y otras veces pueden eliminarse moviendo el punto de inyección, cambiando el concepto de llenado o bien realizando modificaciones en la geometría.

En estas zonas existen pues más posibilidades de inicio de la rotura que en el resto del material. Por este motivo, se intentará evitar siempre la coincidencia en el mismo punto de una línea de soldadura con zonas altamente solicitadas de la pieza.

### 3.2.7 Tolerancias

En el diseño de piezas con plástico, es extremadamente difícil y costoso, obtener valores muy precisos en las dimensiones de las piezas. Toda exigencia que se produzca en las dimensiones, encarecerá el estudio de la pieza y la construcción del molde. Es por ello, que en caso de no ser necesario, los valores de las tolerancias serán holgados.

Las dimensiones que tome la pieza final, vendrán influenciados no sólo por el comportamiento intrínseco de cada plástico, sino también por las condiciones de transformación utilizadas para la transformación de la pieza. Variables del proceso de inyección como son la temperatura de la masa del fundido, la temperatura de trabajo del molde, las presiones de inyección utilizadas o las velocidades de llenado, influirán decisivamente en estas dimensiones.

Material	25,4 mm	101,6 mm	152,4 mm	304,8 mm
ABS	0,101	0,15	0,3	0,76
POM	0,152	0,25	0,51	1,52
Acrilic	0,1	0,2	0,38	1,01
PA	0,15	0,3	0,5	1,9
PE	0,2	0,38	0,76	1,77
PP	0,17	0,3	0,6	1,5
PC	0,08	0,2	0,3	0,76
PS	0,1	0,2	0,38	1,01

**Figura 1.40** Tolerancias típicas usadas en plasticos



---

### **3.2.8 Contracciones**

Este fenómeno que sucede en cualquier proceso de inyección con plásticos en mayor o menor grado, es la base de muchos errores cometidos en el diseño de piezas. Es por ello, que las medidas necesarias para contrarrestar este efecto, han de ser tomadas originalmente en el cálculo y diseño de la misma.

### **3.2.9 Acabado superficial**

Diseñar con materiales plásticos, ofrece la posibilidad de escoger una variedad innumerable de acabados superficiales, desde superficies lisas con efectos de espejo, efectos texturizante, pasando por acabados tipo madera y grabados de diversas formas.

### **3.3 DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DE ELEMENTOS.**

#### **3.3.1 Configuración del sistema**

Antes de la modelización y desarrollo de los componentes del sistema modular se ha procedido a la recopilación de todos los elementos del mismo referenciándolos y coleccionando sus características en una tabla de consulta.



REF	BREVE DESCRIPCION DEL ELEMENTO	DIMENSIONES	MATERIAL	PROCESO	MARKA
TF6000_CARRABINA MODULAR	CARRABINA DE AIRE COMPRIMIDO MODULAR				
TF6001_SISTEMA SPRAY	ELEMENTO QUE PERMITE LA ADICION DE PRODUCTOS EN EL SISTEMA				
TF6010_SPRAY ALFA	CARRILLO DE ANTECARGO PARA TORILLO QUE PERMITE EL POSICIONAMIENTO DEL REL PISTON		S-275-R	Mecanizado	0
TF6020_SPRAY BETA	PEZAJE DE ACERO CON CAL NEGATIVO Y CALEADO HEBIERA PARA SISTEMA SM		S-275-R	Mecanizado	3
TF6030_BORNAS	CONJUNTO PARA EL MONTAJE DE LAS BORNAS EN EL SISTEMA DE UNION				
TF6040_SISTEMA SM	PEZAJE DE REFUERZO METALICO COMPLETO PARA UNICIÓN Y UN MONTAJE ALA EN EL SPRAY BETA		S-275-R	Mecanizado	4
TF6050_DULATA A	DULATA HECHA EN PLASTICO UNIDA AL SISTEMA SM EN EL PROCESO DE INYECCION		HPS	Inyeccion	5
TF6060_DULATA B	DULATA HECHA EN PLASTICO UNIDA AL SISTEMA SM EN EL PROCESO DE INYECCION		HPS	Inyeccion	6
TF6070_DULATA C	DULATA HECHA EN POLIESTIRENO CON CIERRE DE ACERO CON SISTEMA DE UNION SPRAY-SM A LA VISTA		HPS	inyeccion y chapeado	
TF6080_DULATA D	DULATA HECHA EN POLIESTIRENO CON SISTEMA DE UNION SPRAY-SM A LA VISTA		HPS	Inyeccion	
TF6090_CUERPO	TUPO DE UNION PARA EL MONTAJE DE LOS TORILLOS EN EL SISTEMA				
TF6100_CUERPO A	PEZAJE QUE JUNTO A SUS COMPONENTES FORMA UNA SOLA PEZAJE DE PLASTICO		HPS	Inyeccion	7
TF6110_CUERPO B	PARTES QUE CUBREN EL GATILLO COMO SISTEMA DE SEGURIDAD				
TF6120_PISTOLET A	AGARRE PARA LA MANO				
TF6130_TORILLO A	TORILLO QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET				
TF6140_CUERPO B	PEZAJE QUE JUNTO A SUS COMPONENTES FORMA UNA SOLA PEZAJE DE PLASTICO		HPS	Inyeccion	8
TF6150_GUARDAMONTES B AJD	PARTES QUE CUBREN EL GATILLO COMO SISTEMA DE SEGURIDAD				
TF6160_PISTOLET B	AGARRE PARA LA MANO				
TF6170_TORILLO B	TORILLO QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET				
TF6180_GUARDAMONTES	AGARRE QUE JUNTO A SUS COMPONENTES FORMA UNA SOLA PEZAJE DE PLASTICO				
TF6190_GUARDAMONTES A	PEZAJE DE UNA PEZA QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		HPS	Inyeccion	10
TF6200_GUARDAMONTES B	PEZAJE DE UNA PEZA QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		HPS	Inyeccion	11
TF6210_TORILLO	PEZAJE DE UNA PEZA QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET				
TF6220_TORILLO	PEZAJE DE UNA PEZA QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET				
TF6230_REL PISTON	ELEMENTO QUE PERMITE EL CIERRE DEL SISTEMA DE UNION				
TF6240_REL PISTON	PEZAJE DE PLASTICO QUE PERMITE LA ADICION DE PRODUCTOS EN EL SISTEMA DE UNION		HPS		
TF6250_UNITERIA	UNITERIA CON UNION AL REL PISTON		HPS		
TF6260_VUELTA	PEZAJE DE LA VUELTA QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		HPS		
TF6270_CAMACHO DOLC	PEZAJE DOLC A MAYOR ROBUSTEZ EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		Aluminio	Mecanizado	
TF6280_SILENCIOOR	ELEMENTO QUE EN LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		PP		
TF6290_PORTE	PEZAJE DE LA PARTE DEL CIERRE DE LA MANO Y LE DA ROBUSTEZ AL PISTOLET		TI		
TF6300_SISTEMA UNICION MODULAR	SISTEMA DE UNION MODULAR PARA EL MONTAJE DE LOS TORILLOS EN EL SISTEMA				
TF6310_UNICION A	DESIGNO DE UNION MODULAR PARA EL MONTAJE DE LOS TORILLOS EN EL SISTEMA				
TF6320_UNICION B	DESIGNO DE UNION MODULAR PARA EL MONTAJE DE LOS TORILLOS EN EL SISTEMA				
TF6330_UNICION C	DESIGNO DE UNION MODULAR PARA EL MONTAJE DE LOS TORILLOS EN EL SISTEMA				
TF6340_TORNILLO DE BARRERA	UNION DEL SISTEMA SPRAY BETA Y EL SISTEMA SM ADEMS DE UN MUELLO CIERRE	M6 DIMENSION 70x5	S305		18
TF6350_TORNILLO DE SPRAY ALFA	UNION DEL SISTEMA SPRAY BETA Y EL SISTEMA SM ADEMS DE UN MUELLO CIERRE	M6 x 10 Torx DIM 504	C307		19
TF6360_MAYES de recambio de goma (HPS)	BUELTA DEL SISTEMA SPRAY SIN NECESIDAD DE ESTAR TORILLADO	DIAM 10mm, ESP 2mm	HPS #6180mm		16
TF6370_TORNILLOS DE SUERTE UNICION ALFA	UNION DEL SISTEMA DEL TORILLO AL CARRILLO SPRAY	M5 UNIBUSO 1089	S305		17
TF6380_TORNILLOS DE SUERTE UNICION BETA	UNION DEL SISTEMA DEL TORILLO AL CARRILLO SPRAY	M5 UNIBUSO 1089	S305		16

### 3.3.2 Sistema rápido modular (SIRAM).

El Sistema Rápido Modular o sistema SIRAM, es el conjunto formado por los dos elementos fijos a la cámara Marvic y HAWK de Norica una vez colocado el cuerpo, permiten el montaje de las distintas piezas de plástico de forma precisa. Fabricados en acero por el procedimiento de Mecanizado. El sistema se basa en un sistema de raíles los cuales permiten incrustar las distintas piezas intercambiables, quedando fijas por los tornillos ya existentes en la cámara Marvic, por lo que no es necesario mecanizar nuevos tornillos. Cabe mencionar que el sistema SIRAM en su conjunto solo pesa 0.390kg

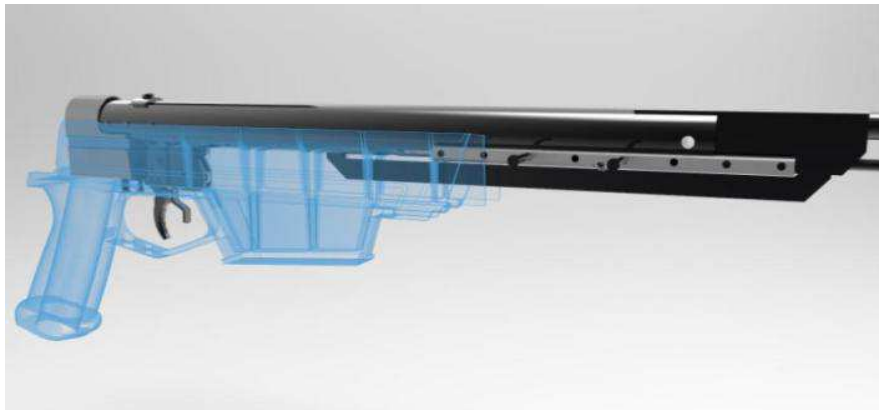


Figura 1.1. Sistema SIRAM encajado en el cuerpo

#### 3.3.2.1 SIRAM ALFA.

Son dos componentes delanteros simétricos Se ha diseñado como un carril positivo de acero colocado en la parte delantera inferior de la cámara Marvic, En este carril encaja el guardamano delantero y parte del cuerpo central. Para que el guardamano quede fijo definitivamente impidiendo su desplazamiento longitudinal, se ha realizado una rosca que une guardamano sistema SIRAM Alfa y cámara Marvic en ambos carriles por medio de un tornillo de M5.

La última operación que se ha decidido realizar es la de taladros equidistantes para aligerar la pieza y así no desequilibrar el arma, ya que ésta no soporta grandes esfuerzos. Dos de estos taladros van también roscados para poder fijar el riel Picatinny y así poder poner añadidos a la carabina.



A continuación se detallan los aspectos físicos de la pieza, obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	1,34e-005m3	Gx	2,91mm
Area	0,01m2	Gy	331,24mm
Mass	0,11kg	Gz	139,47mm
Density	7860kg_m3		

**Figura 1.43** Tabla de características físicas del sistema SIRAM ALFA

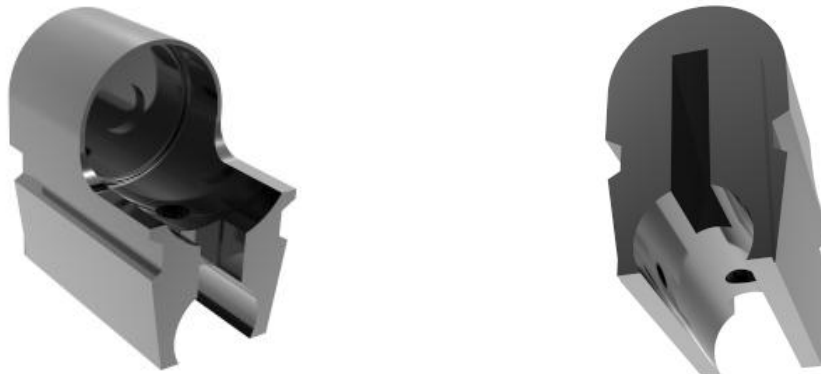
### 3.3.2.2 SIRAM BETA.

Formado por una única pieza de acero mecanizada. El SIRAM Beta es el más complejo de los elementos del sistema SIRAM ya que requiere mayores operaciones de mecanizado. A pesar de esto las operaciones no son excesivamente complejas y la pieza puede ser realizada por un operario en menos de 30 minutos, con un coste total no superior a 7 euros.

El diseño se basa en una pieza con conexiones hembras para poder encastrar las piezas de cuerpo y culata. El cuerpo encaja por un sistema de carril similar al del SIRAM ALFA, pero realizado en negativo.

El sistema SIM encaja en el SIRAM BETA por medio de un cilindro y un nervio por lo que el SIRAM BETA tiene un taladrado y cajeado para tal efecto.

El montaje se Realiza después de posicionar el cuerpo deslizando por los carriles creados a tal efecto. Mientras que el SIRAM Alfa queda fijo por un tonillo de M5 el sistema SIRAM Beta tiene un orificio para alojar un imán de neodimio y quedar fijo sin necesidad de incrustar el tornillo de rabera.



**Figura 1.44** SIRAM BETA con el orificio donde encajar el imán de neodimio en el centro

El sistema SIRAM BETA es el elemento que soporta las mayores solicitaciones, es por eso que se ha diseñado como un elemento robusto de acero. Su fiabilidad de prestaciones queda estudiada y validada en el Anexo Cálculos

A continuación se detallan los aspectos físicos de la pieza, obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	3,54e-005m3	Gx	9,57e-003mm
Area	0,01m2	Gy	-7,88mm
Mass	0,28kg	Gz	141,01mm
Density	7870kg_m3		

**Figura 1.45** Tabla datos característicos del la pieza SIRAM BETA

### 3.3.3 SISTEMA DE INSERTO METALICO (SIM).

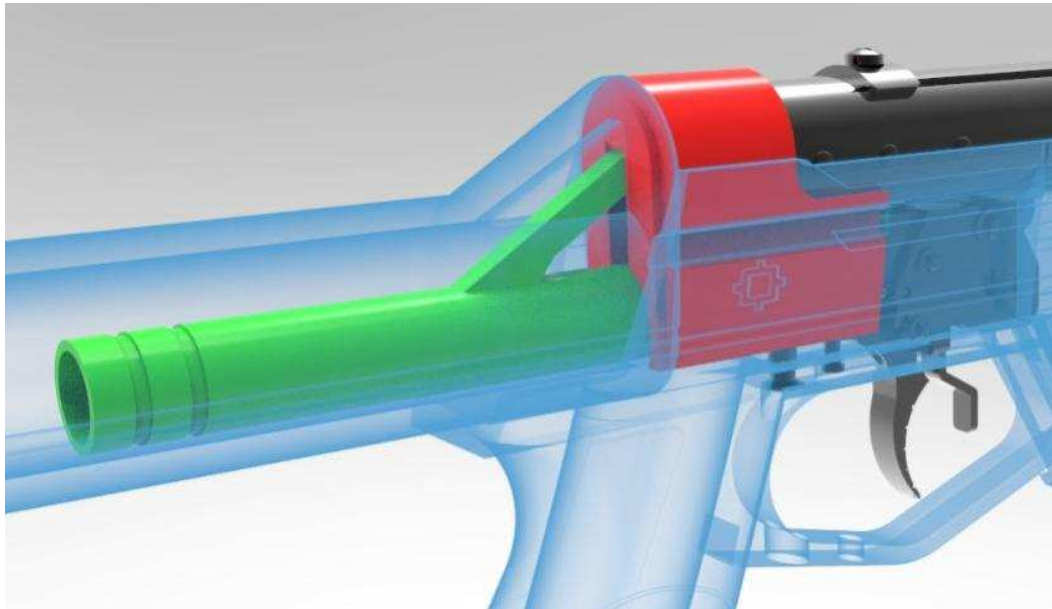
Este sistema esta insertado en la propia culata realizada por inyección; su función es soportar los esfuerzos y la fatiga del montaje manteniendo dimensiones y tolerancias durante el periodo de vida del producto.





**Figura 1.46** Sistema SIM realizado por torneado

De los múltiples diseños y soluciones posibles para la unión SIM, SIRAM se ha escogido la de la unión de cilindro y nervio. El nervio cumple dos funciones, por un lado mantiene encajado el sistema para evitar la rotación producida por la geometría circular, soporta los esfuerzos producidos en eje Z, y sobre todo impide la acumulación excesiva de material en la inyección de la culata. Esta es la razón principal por la que se ha elegido la combinación cilindro-nervio, en vez de otra geometría, en principio más adecuada para el inserto. (triangular, cuadrada, ovalada...) además de la simplificación de operaciones en la contraparte de encaje SIRAM Beta.



**Figura 1.47** Sistema SIM encajado en SIRAM BETA.

A continuación se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Result	
Calculation mode : Exact	
Type : Volume	
Characteristics	
Volume	1,75e-005m3
Area	0,02m2
Mass	0,14kg
Density	7860kg_m3
Center Of Gravity (G)	
Gx	5,19e-009mm
Gy	-57,16mm
Gz	123,73mm

**Figura 1.48** Tabla datos característicos de la pieza



### 3.3.4 CULATAS

La culata es el elemento de apoyo de mejilla y apoyo en el hombro es el elemento que garantiza el disparo correcto, la cantonera se encaja a esta por medio de 2 tonillo de M5 que permiten absorber el golpe del disparo, además es un elemento de importancia estética debido a sus grandes dimensiones. El inserto SIM, explicado en el apartado anterior, es el encargado de absorber los esfuerzos y de encajar en el sistema SIRAM BETA.

Se han creado cuatro versiones de culatas. Aunque solo dos de ellas han sido desarrolladas para poder fabricarse, las restantes permiten ver múltiples posibilidades y usarlas como presentación al cliente. El material usado para la fabricación de estas es PSHI.

#### 3.3.4.1 CULATA A

Se ha buscado el diseño ligero y agresivo. Para lo que se han usado aberturas para conseguir este efecto estético.

Para resolver el desmoldeo se ha decidido incluir una gran cantidad de material fundido en aberturas para no necesitar un molde longitudinal demasiado complejo.

Otras de las funciones que se ha perseguido es poder usar el orificio central como apoyo de sujeción en el disparo.



**Figura 1.49.** Culata con inserto SIM y cantonera y vista de la parte plástica de esta

A continuación se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	2,7e-004m3	Gx	5,26e-004mm
Area	0,14m2	Gy	-200,76mm
Mass	0,32kg	Gz	99,31mm
Density	1200kg_m3		

Figura 1.50 Tabla datos característicos del la pieza

### 3.3.4.2 CULATA B

Siguiendo algunos de las tendencias en los rifles de asalto actuales, el diseño de esta culata se basa en la facilidad de desmoldeo y en la comodidad para el tirador (con formas redondeadas y ergonómicas en la carrillera).

El material usado es también PSHI para toda la pieza plastica.



Figura 1.51 Vistas del modelo de Culata B

A continuación se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	3,92e-004m3	Gx	-0,1mm
Area	0,13m2	Gy	-215,49mm
Mass	0,47kg	Gz	108,49mm
Density	1200kg_m3		

Figura 1.52 Tabla datos característicos del la pieza



### 3.3.4.3 CULATA C

La culata C no ha sido desarrollada hasta el detalle que permita su producción para permitir su construcción como la A y la B pero permite exponer la idea al cliente y permite futuras culatas innovadoras fabricadas en aluminio donde el Inserto de unión SIM quede a la vista. Siendo un elemento decorativo más. Los materiales utilizados han sido Polisopreno para culata y carrillera y Aluminio para el cuerpo metálico.



Figura 1.53 Vista del modelo de Culata C

### 3.3.4.4 CULATA D

El diseño de la culata D es clásico. Siguiendo el estilo ingles de las culatas de madera pero combinado con el plástico y con el Sistema SIM (el cual queda a la vista); esto le da un carácter elegante pero táctico. Carece de ornamentos ha excepción del detalle de marca Se ha pensado en la fabricación ya que es muy sencilla de desmoldar..

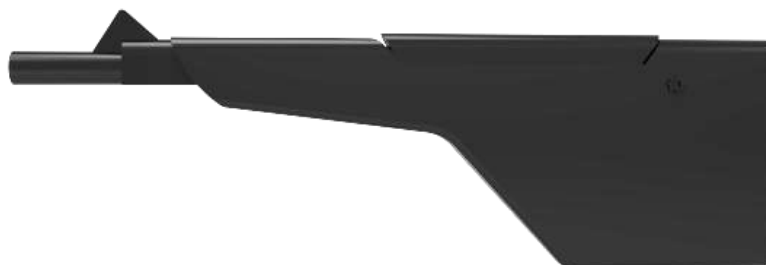


Figura 1.54 Vista del modelo de Culata D

### 3.3.5 Guardamanos

Como quedo explicados en el apartado “Antecedentes”, el Guardamanos o agarradero es la parte delantera de la carabina. En nuestro caso, hemos querido usar esta pieza que da carácter al arma al tapar la bascula y dar un aspecto más realista.

Se compone de un carril interior que permite el inserto del SIRAM ALFA y de unos taladros que permiten la fijación definitiva a éste y la unión del riel Picatinny. con al conjunto final, así como un hueco para que el cuerpo encaje dando un diseño de conjunto más integrado. El material utilizado es el PSHI.

#### 3.3.5.1 *Guardamanos A*

Forma más agresiva y novedosa en el que se ha buscado un diseño nuevo e impactante, alejado de los estilos más clásicos al no poseer ningún tipo de ornamentos, a excepción de los orificios de refrigeración con reminiscencia a los rifles de asalto y sub-fusiles.



**Figura 1.55** Vistas del guardamontes A

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.



Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	2,12e-004m3	Gx	0mm
Area	0,07m2	Gy	357,52mm
Mass	0,25kg	Gz	131,73mm
Density	1200kg_m3		

**Figura 1.56** Tabla datos característicos del la pieza

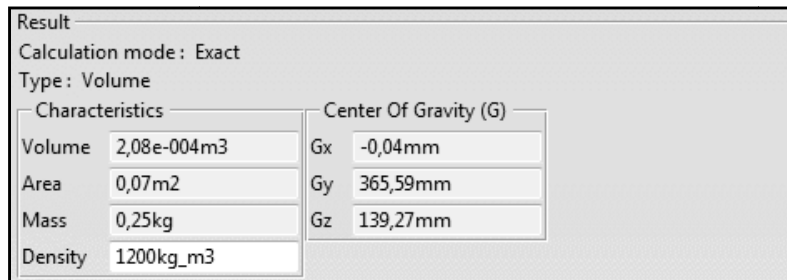
### 3.3.5.2 *Guardamanos B*

Formas sencillas y elegantes. Cabe destacar el uso de los taladros pasantes que recuerdan a los fusiles de asalto como el AK. Su ornamento principal son los dos niveles inferiores.



**Figura 1.57** Vistas de el modelo de guardamanos B

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.



Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	2,08e-004m3	Gx	-0,04mm
Area	0,07m2	Gy	365,59mm
Mass	0,25kg	Gz	139,27mm
Density	1200kg_m3		

**Figura 1.58.** Tabla datos característicos del la pieza

### 3.3.6 Cuerpos

El cuerpo es el elemento más grande y central. Se compone del Pistolet y el apoyo de apunte central conocido como “seta”. Además, tiene una carga estética muy importante ya que posee la mayoría de los ornamentos, aunque éstos se limiten a líneas que acentúan las formas del cuerpo dándole mayor carácter.

Tienen un carril positivo para poder introducirse en el sistema Siram BETA y un carril negativo para encajar en el sistema SIRAM alfa. Además, la parte delantera, se compone de un macho que queda incrustado en los guardamanos para conseguir una línea mas integrada. Ambos cuerpos se han fabricado en PSHI.

#### 3.3.6.1 *Cuerpo A*

El estilo más táctico del apoyo de tiro, recuerda a los cargadores de los rifles, pero se ha procurado no realizar una emulación literal. Los ornamentos, se limitan a bajorrelieves de líneas y el pequeño detalle ornamental del logotipo de NORICA.





**Figura 1.59.** Vistas del cuerpo A

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	3,7e-004m3	Gx	-0,02mm
Area	0,16m2	Gy	53,1mm
Mass	0,44kg	Gz	100,49mm
Density	1200kg_m3		

**Figura 1.60.** Tabla datos característicos de la pieza

### 3.3.6.2 *Cuerpo B*

En este diseño, se elimina el apoyo de la mano dando un estilo más clásico al arma.



**Figura 1.61.** Vistas del cuerpo B

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Characteristics		Center Of Gravity (G)	
Volume	3,43e-004m3	Gx	3,68e-003mm
Area	0,14m2	Gy	43,41mm
Mass	0,41kg	Gz	100,34mm
Density	1200kg_m3		

**Figura 1.62.** Tabla datos característicos de la pieza



### 3.3.7 Cantonera

Con la intención de ser compradas a proveedores. La cantonera del cuerpo A, se ha diseñado siguiendo los estilos tácticos. Cabe destacar su orificio central que le da ligereza cumpliendo la función de mejorar la absorción de impacto.

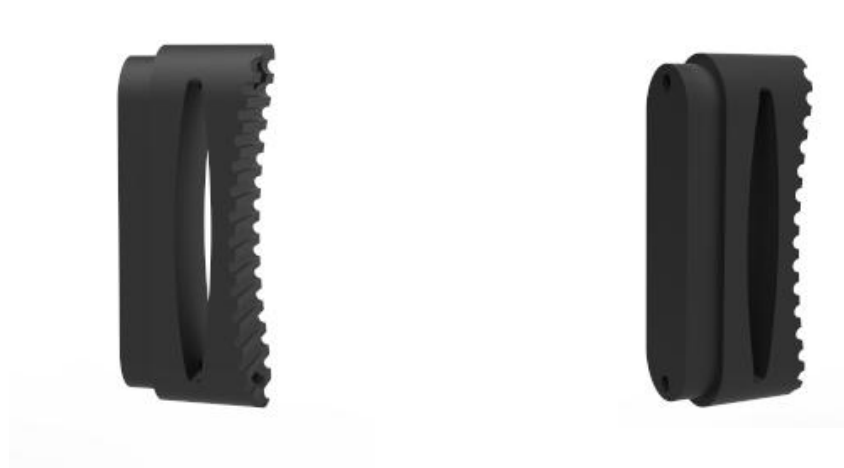


Figura 1.63. Vistas de cantonera propuesta para cuerpo A

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

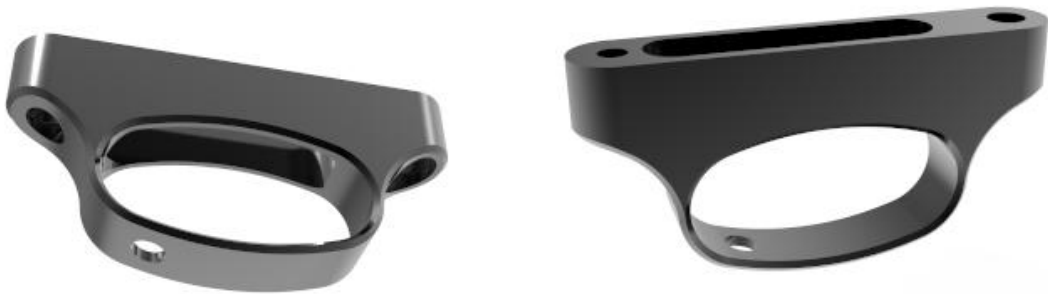
Result	
Calculation mode : Exact	
Type : Volume	
Characteristics	
Volume	7,52e-005m3
Area	0,02m2
Mass	0,07kg
Density	910kg_m3
Center Of Gravity (G)	
Gx	-2,02e-008mm
Gy	-347,23mm
Gz	77,74mm

Figura 1.64. Tabla datos característicos del la pieza

### 3.3.8 Guardamontes B

El guardamontes ha sido diseñado siguiendo el modelo clásico usado por la mayoría de marcas. Se fabrica en acero y se puede combinar con el cuerpo B, por lo que las posibilidades de personalización aumentan.

Además, la combinación de materiales plásticos y metálicos da a la carabina un aspecto robusto y realista que tanto gusta en este mercado.



**Figura 1.65.** Guardamontes pensado para unirse al Cuerpo B

A continuación, se detallan los aspectos físicos de la pieza obtenidos a través de la herramienta de cálculo de pesos y medidas del software CATIA V5.

Result	
Calculation mode : Exact	
Type : Volume	
Characteristics	
Volume	1,34e-005m3
Area	9,36e-003m2
Mass	0,11kg
Density	7870kg_m3
Center Of Gravity (G)	
Gx	-0,06mm
Gy	35,41mm
Gz	99,43mm

**Figura 1.66** Tabla datos característicos del la pieza

### 3.3.9 Elementos base de diseño

La concepción de diseño, se ha realizado sobre las dimensiones de los sistemas de disparo Norica: Maveric y Hawk.

Como se ha estudiado, se ha elegido un fabricante con propósito de proponer la idea de fabricación del diseño que aquí se desarrolla.

La elección de NORICA se ha realizado por facilidad de contacto y ausencia de nuevos productos de diseño en su catalogo.



### 3.3.9.1 Sistema HAWK y Marvic



**Figura 1.67** Sistemas de disparo Marvic y Hawk

### 3.3.9.2 *Doble cañón fabricado en aluminio*

La idea de la creación del doble cañón es darle un aspecto robusto y potente a la carabina, y el usar un caño en plástico o aluminio con Imanes de neodimio fijados por adhesivo para poder ponerlo y quitarlo a voluntad. Al ser mas corto se evitará que moleste en la acción de carga



**Figura 1.68** - Detalle de cañón de aluminio alojado con sistema magnético

## 3.4 DESCRIPCIÓN DE MONTAJE

El diseño ha sido concebido para conseguir un montaje sencillo garantizando la robustez del conjunto manteniendo una estética integrad entre las distintas piezas. Se compone de 4 pasos diferenciados en el que el tiempo de montaje total, posibilitando cualquiera de las combinaciones posibles, es de 4 minutos. Lo que se considera un tiempo aceptable que facilita el intercambio de piezas y el mantenimiento del conjunto. Los pasos necesarios de montajes son:

1 COLOCAR CUERPO EN MECANISMO MARVIC : No queda atornillado ni fijado solo colocado a la espera de insertar el sistema SIRAM.

2 DESLIZAR POR LOS RAILES DEL CUERPO EL SISTEMA SIRAM. El sistema SIRAM Alfa se desliza por los carriles delanteros y se fija con dos tornillos y el SIRAM



---

Beta se coloca por detrás del mismo modo este queda fijo por el Imán de neodimio.

3 ENSAMBLAR CULATA Y GUARDAMANOS: El sistema SIM de la culata queda insertado en el SIRAM y fijo con el tornillo de rabera mientras que el Guardamontes se une junto con el rieles PICATINNY al SIRAM Alfa gracias a tonillos de M5.

Se ha concebido para la carabina crear un folleto de montaje informativo de aspecto minimalista realzando la simplicidad y la elegancia del modelo que anime al cliente a acercarse al producto al percibir la sencillez y bondades del diseño de forma rápida y visual.



Figura 1.69 Folleto de montaje del sistema.





---

## 3.5 FABRICACIÓN

En el proceso de fabricación lo que se busca es rapidez, efectividad y economía. Haciendo balance de estas características se ha considerado que lo más coherente asegurando un resultado óptimo para obtener la mejor calidad, tiempo y costes es el proceso descrito a continuación.

### 3.5.1 Procesos de fabricación utilizados

#### 3.5.1.1 *Mecanizado*

La fabricación de los Sistemas SIRAM y SIM se realiza por mecanizado. El Mecanizado es el conjunto de operaciones que, partiendo de una pieza en bruto (tocho) y eliminando o arrancando parte del material que la compone, se obtiene una pieza de la forma y dimensiones deseadas. Por lo tanto, en este tipo de proceso, por definición, no se produce aporte de material, ni se le da forma por doblado, ni estiramiento. Las operaciones necesarias de la realización en las piezas mencionadas que usan en estos procesos, serán el mandrinado, corte, cajeadado, taladrado y torneado habiéndose tenido en cuenta en la elección de la maquinaria necesaria la cual se recoge en el documento Presupuesto.

#### 3.5.1.2 *Soldadura TIG*

Los dos cordones de soldadura se realizados en el Sistema SIM, entre el cilindro y el nervio triangular. En algunos diseños conceptuales la soldadura queda vista por lo que se ha utilizado el sistema de soldadura TIG. [14]

La soldadura TIG (del inglés “Tungsten Inert Gas”), se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno. La característica más importante que ofrece este sistema, es entregar alta calidad de soldadura en todos los metales, incluyendo aquellos difíciles de soldar (como el acero inoxidable).

Las propiedades de las soldaduras hechas con sistema TIG son que son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales. La corrosión se evita porque no es necesario utilizar decapantes para ningún tipo de material, así no hay peligro de que penetren en la soldadura y se produzca corrosiones en la zona. También se elimina el trabajo de quitarlos.

Se ha utilizado el Sistema TIG debido a la necesidad de usar soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

Los dos cordones de soldadura se realizan en el Sistema SIM entre el cilindro y el nervio triangular. En algunos diseños la soldadura queda vista.

### **3.5.1.3 Inyección de plástico.**

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más importantes, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En éste último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticos a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con termoplástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

La inyección, es un proceso adecuado para piezas de gran consumo. Se pueden obtener piezas de variado peso y con geometrías complicadas. Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza se obtiene en una sola etapa.
- Se necesita poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida.
- El proceso es totalmente automatizable.
- Las condiciones de fabricación son fácilmente reproducibles.
- Las piezas acabadas son de una gran calidad.

El proceso de inyección se puede dividir en cuatro fases fundamentales en las que el control de parámetros, la temperatura, la velocidad de inyección y el enfriado de la pieza determinan la calidad última de las piezas de material plástico. [13]

### **3.5.1.4 Control de calidad y banco de pruebas.**

Este paso se realizará por verificadores de calidad. Contarán con los medios para realizar las comprobaciones oportunas (dimensiones, presión, temperatura...). Se encargarán de detectar fallos de calidad y tomar medidas para evitar que se sigan produciendo.

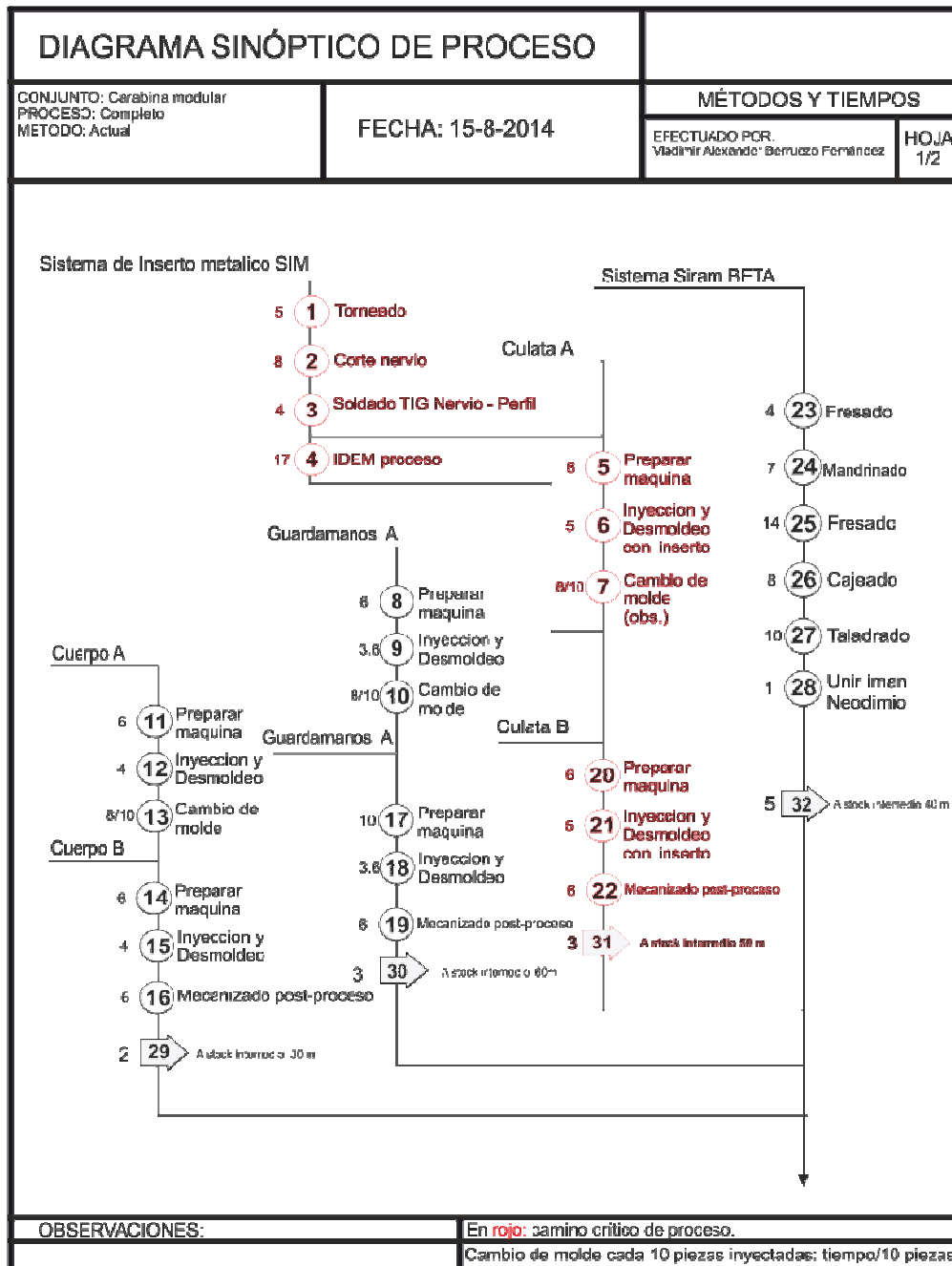
### **3.5.1.5 Embalaje, Almacenamiento y expedición**

Se realizará por operarios ayudados por máquinas elevadoras y/o traspales si es necesario.



### 3.5.2 Diagrama Analítico de proceso

Se ha desarrollado el proceso de fabricación y el análisis de tiempos para una unidad de producto y realizando el diagrama Sinóptico de proceso.



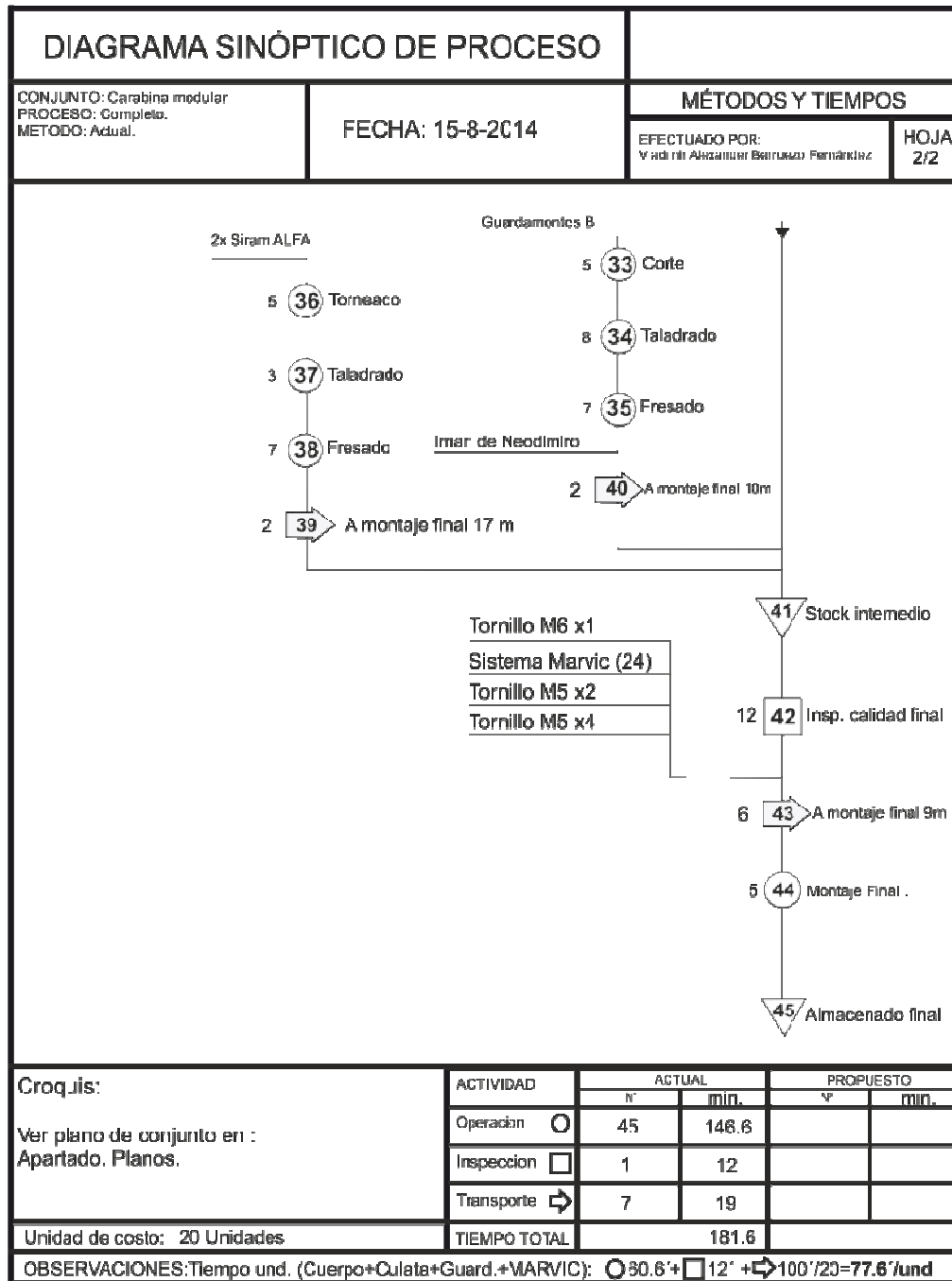


Figura 1.70 Sistema de proceso propuesto para la fabricación,





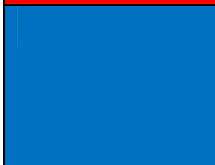
## 4 ETAPA 4: PRUEBAS Y REFINAMIENTO.

Con el objetivo de probar y validar el desempeño y confiabilidad generales del diseño desarrollado con la voluntad de implementar cambios si fuera necesario, se ha dispuesto el análisis y evaluación de características fundamentales que el diseño ha de cumplir.

El análisis de esfuerzos de las piezas de mayor sollicitación han tenido un tratamiento especial y se desarrolla en mayor profundidad en el apartado cálculos.

### 4.1 ANÁLISIS DEL MOLDEADO DE SUPERFICIES

El estudio de análisis de desmoldeo en las piezas realizadas por inyección se ha estudiado la capacidad de desmoldeo de las piezas, Validando así su geometría. Tal análisis se ha realizado con la herramientas de análisis Draft Análisis del software CATIA v5 la cual utiliza un código de colores para la evaluación rápida de la geometría por medio del diseñador, esta es>

	- En color verde muestra la educación del desmoldeo en la dirección elegida, los grados de las superficies así lo permiten.
	- La parte roja significa que se trata de una superficie de 0 grados. Lo que significa que es longitudinal al desmoldeo de la pieza.
	- El color azul representa una superficie mayor a 0 grado cuya parte es necesaria desmoldarla en una dirección diferente o mecanizada post proceso.

Se muestran el analisis del cuerpo B como muestra representativa del resto de piezas por considerarse este modulo el de geometría mas compleja y complicada.

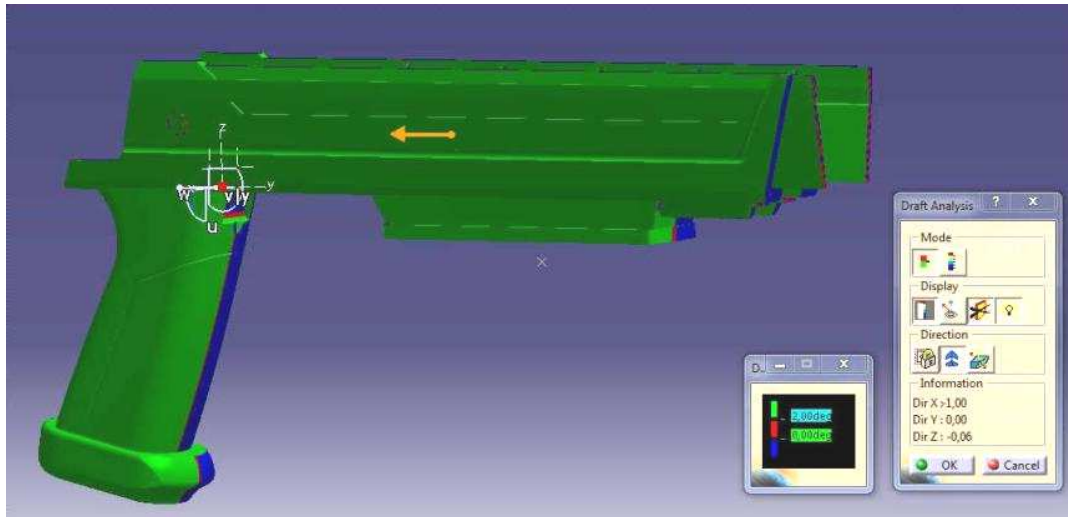


Figura 1.71 Dirección de desmoldeo en el eje y donde se muestra la validez de las superficies y la necesidad de mecanizado post proceso en el macho frontal

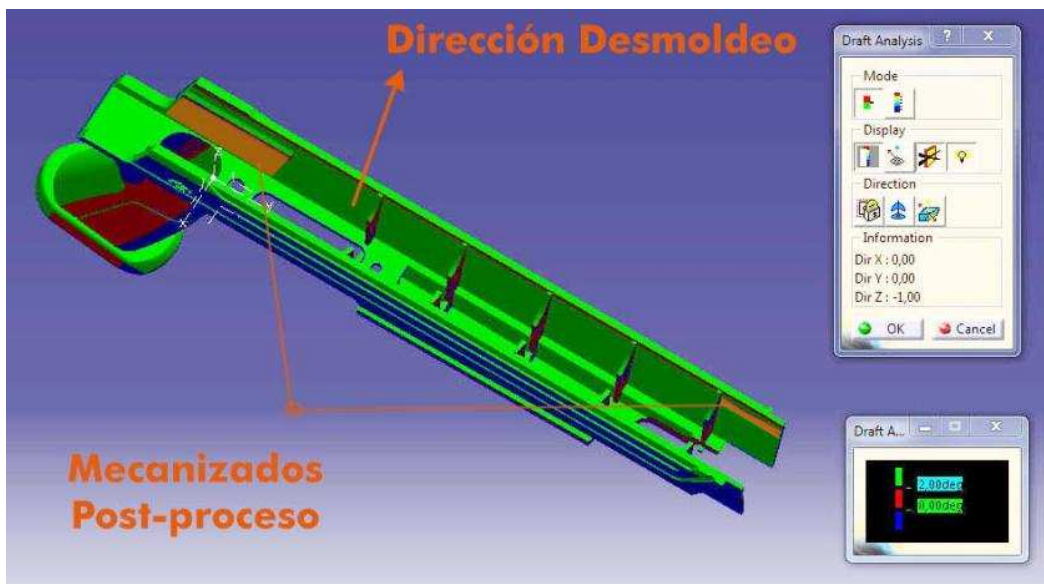


Figura 1.72 Dirección de desmoldeo en el eje z donde se enjuicia los mecanizados posteriores necesario y el cuidado con los nervios de refuerzo



---

El examen del cuerpo B, muestra que se es necesario el uso de tres moldes dos fijos en dirección y uno en eje vertical z móvil.

Es necesario la mecanización post proceso de las piezas para orificios ciegos o escalonados en esta y el resto de piezas.

Este análisis se presenta como referente de la totalidad de piezas siendo validado la geometría del mencionado elemento y el resto de piezas analizadas

## **4.2 EVALUACIÓN ERGONÓMICA.**

Como garantía de que las dimensiones de las piezas y las proporciones entre estas garantizan la funcionalidad de la carabina en términos ergonómicos, se ha utilizado herramientas de software de análisis ergonómico que crean un maniquí del usuario tipo y analizan las posturas que ha de adoptar éste para la utilización del producto.

Los códigos de colores de los análisis, permiten estudiar de una manera rápida y clara qué piezas de la carabina han de redimensionarse y acondicionarse para un uso más satisfactorio.

### **4.2.1 Software utilizado:**

Para la realización de este análisis se utiliza el modulo: Human Activity Analysis. Modulo integrado en el programa Catia V5.

Previo a la realización del análisis se debe realizar un modelado 3D del puesto de trabajo, posteriormente se selecciona el percentil de población que se desea estudiar, el sexo y la nacionalidad del trabajador. Los percentiles describen las dimensiones antropométricas de la población.

El estudio que se ha realizado es orientativo, ya que este software ha sido diseñado para el estudio de cadenas de montaje y puestos de trabajo. Así que los resultados obtenidos en nuestra prueba, se consideran menos estrictos debido a el uso de nuestro producto es mucho menor a las repeticiones que tiene en cuenta el programa.

### **4.2.2 Análisis Ergonómico RULA**

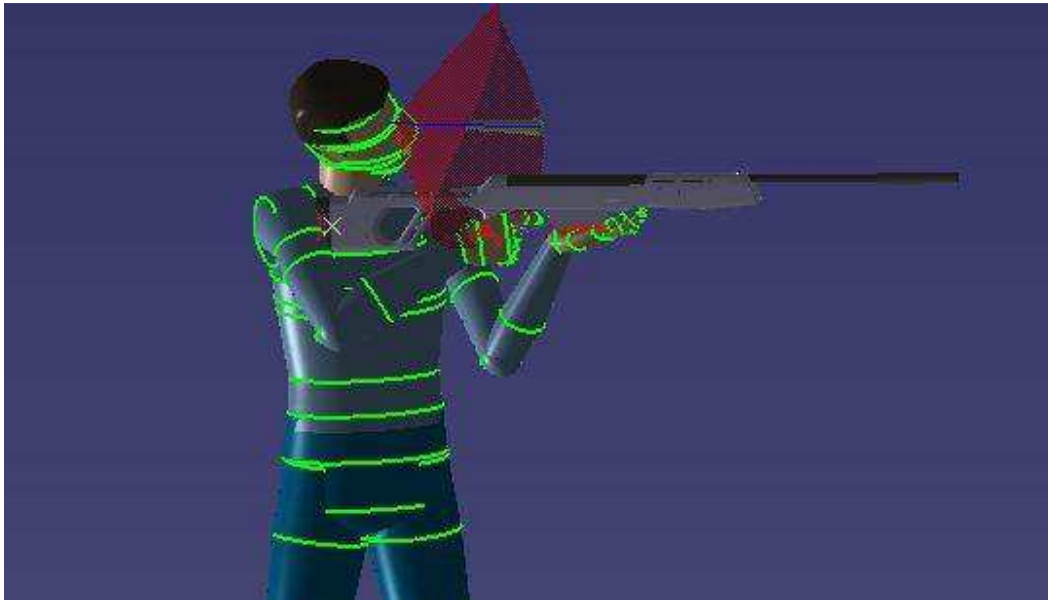
RULA evalúa posturas concretas. Normalmente se han de calcular las que supongan una carga postural más elevada.

La aplicación de este método comienza con la observación de la actividad realizada. Se seleccionan las posturas más frecuentes y significativas. En este

caso se ha calculado la postura de pie, debido a que es el estado más frecuente de posición de tiro.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias en la postura estudiada).

El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda, es preferible analizar los dos lados.



**Figura 1.73** Vista de las posición analizada

### 4.2.3 Código de resultados

Los datos que se muestran en este modo, son el resultado final del análisis acompañado de una zona de color. El color de esta zona cambia de verde a rojo según la puntuación final.

El análisis RULA, como se ha explicado anteriormente, examina los siguientes factores de riesgo: número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza,





postura de trabajo, y el tiempo que se realiza una actividad sin descanso. Todos estos factores se combinan para proporcionar un resultado final que varía de 1 a 7.

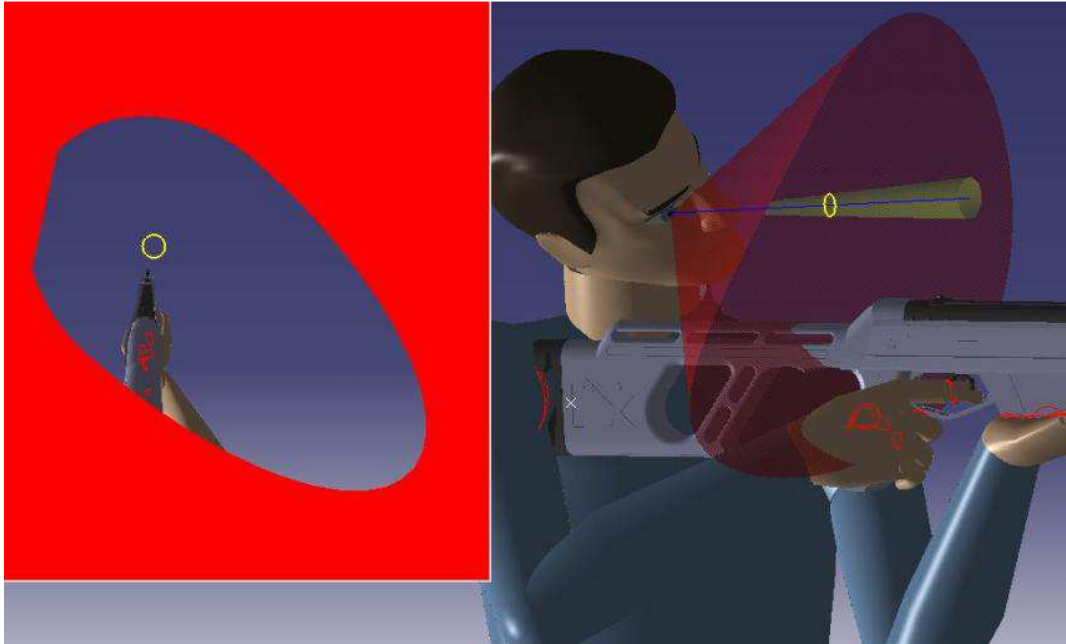
1 Y 2: (VERDE)	Indica que la postura es aceptable si no se mantiene o se repite durante mucho tiempo o períodos de tiempo seguidos.
3 Y 4: (AMARILLO)	Indica que se requiere más investigación y hay que realizar los cambios que sean pertinentes.
5 Y 6: (NARANJA)	Indica que se requiere más investigación y que hay que realizar los cambios pronto.
7: (ROJO)	Indica que la investigación y los cambios se requieren de inmediato.

#### 4.2.4 Análisis de visión

La realización de este análisis ha permitido asegurar que la posición realizada al maniquí era la correcta, quedando su hojo a la altura adecuada para apuntar con un visor telescópico.

El análisis garantiza que la vista que se observa por el ojo derecho del maniquí, el cual es el característico para apuntar, queda en la posición real del tirador.

El análisis, por lo tanto, se considera Satisfactorio.



**Figura 1.74** Visión por el ojo derecho en una postura adecuada

#### 4.2.5 Análisis parte izquierda.

Las zonas más afectadas, como se puede apreciar en la simulación del tirador de color naranja y amarillo son: la muñeca, brazo y antebrazo. Esto hace que el esfuerzo al que están sometidos los músculos sea moderado bajo y, por tanto, que la postura en general sea aceptable.

La carga impuesta a la mano izquierda es de un kilogramo, y el resultado final, es de 3 amarillo. Se considera aceptable al ser esta una actividad de ocio ocasional.

El análisis del lado izquierdo se considera también **Satisfactorio**.

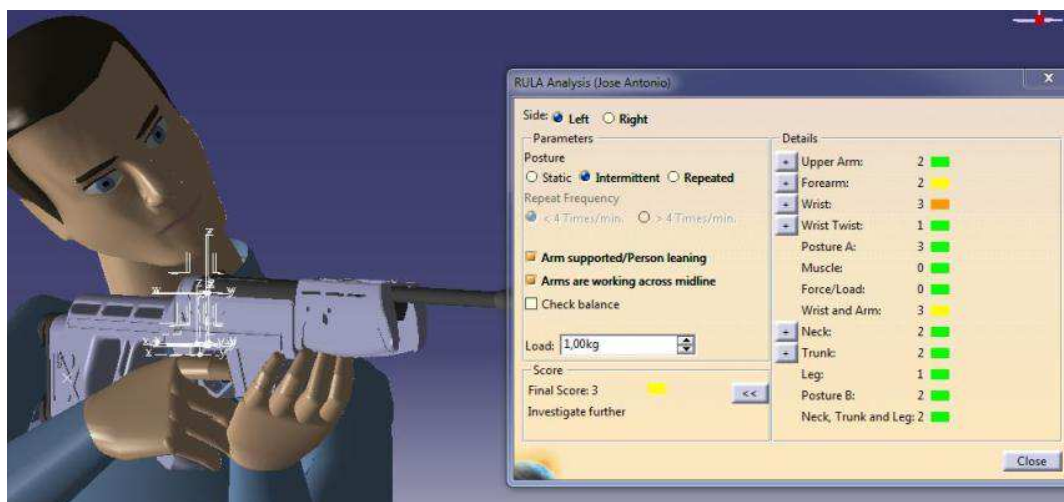


Figura 1.75 – Análisis RULA sobre el lado izquierdo del cuerpo.

#### 4.2.6 Análisis parte derecha

Las zonas más afectadas en esta postura son: la muñeca, brazo y antebrazo. Esto hace que el esfuerzo al que están sometidos los músculos sea moderado bajo, y por tanto, que la postura en general sea aceptable.

La carga impuesta a la mano izquierda es de un kilogramo y el resultado final es de 3 amarillo. L igual que en el lado derecho, se considera aceptable el análisis al ser el tiro con carabina una actividad de ocio esporádica.

El análisis del lado derecho se considera **Satisfactorio**.

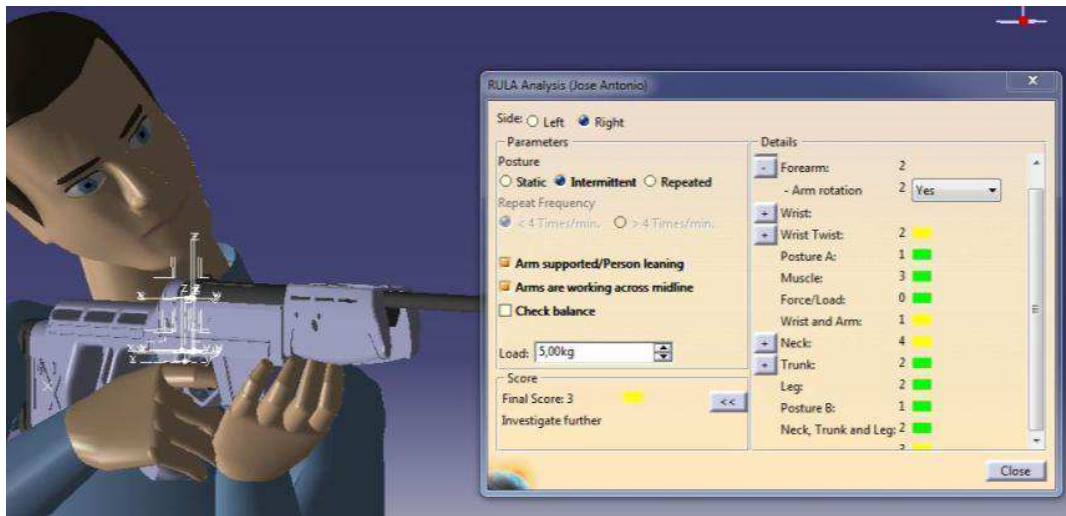


Figura 1.76 Análisis RULA sobre el lado derecho del cuerpo

#### 4.2.7 Conclusiones extraídas del análisis

El estudio del análisis concluye que el diseño a nivel ergonómico es satisfactorio y que las medidas y proporciones elegidas para la modelización de las piezas son las adecuadas.

La postura adoptada por el tirador es admisible al ser una actividad de carácter ocasional, no diaria. No hay peligro de trastornos musculoesqueléticos a corto y medio plazo. Aunque sería útil el estudio para profesionales del tiro deportivo. Como medida supletoria sería conveniente formar al tirador profesional para que tenga una buena postura de tiro y realizando descansos regulares.

### 4.3 VALIDACIÓN FUNCIONAL

El ensayo de tiempos realizado en el sistema de montaje, se considera satisfactorio. El concepto de los Sistema SIRAM y SIM, permiten el cambio de cualquier elemento en menos de 1 minuto.



**Figura 1.77** Validación del sistema modular

Además, el montaje crea un diseño integrado y robusto. El sistema, incluyendo el conjunto, supone un incremento de peso de 0.530 Kg, lo que no tiene por qué ser un aspecto negativo ya aumenta el realismo del arma, le da carácter y un aspecto robusto.

Las posibilidades de distintas combinaciones en el desarrollo de dos componentes por cada elemento cuerpo, culata, guardamanos. A y B nos da 8 combinaciones posibles. Por lo que una vez adquirido un modelo puedes crear otra serie de combinaciones con un presupuesto menor que el que te costaría comprar una carabina completa.

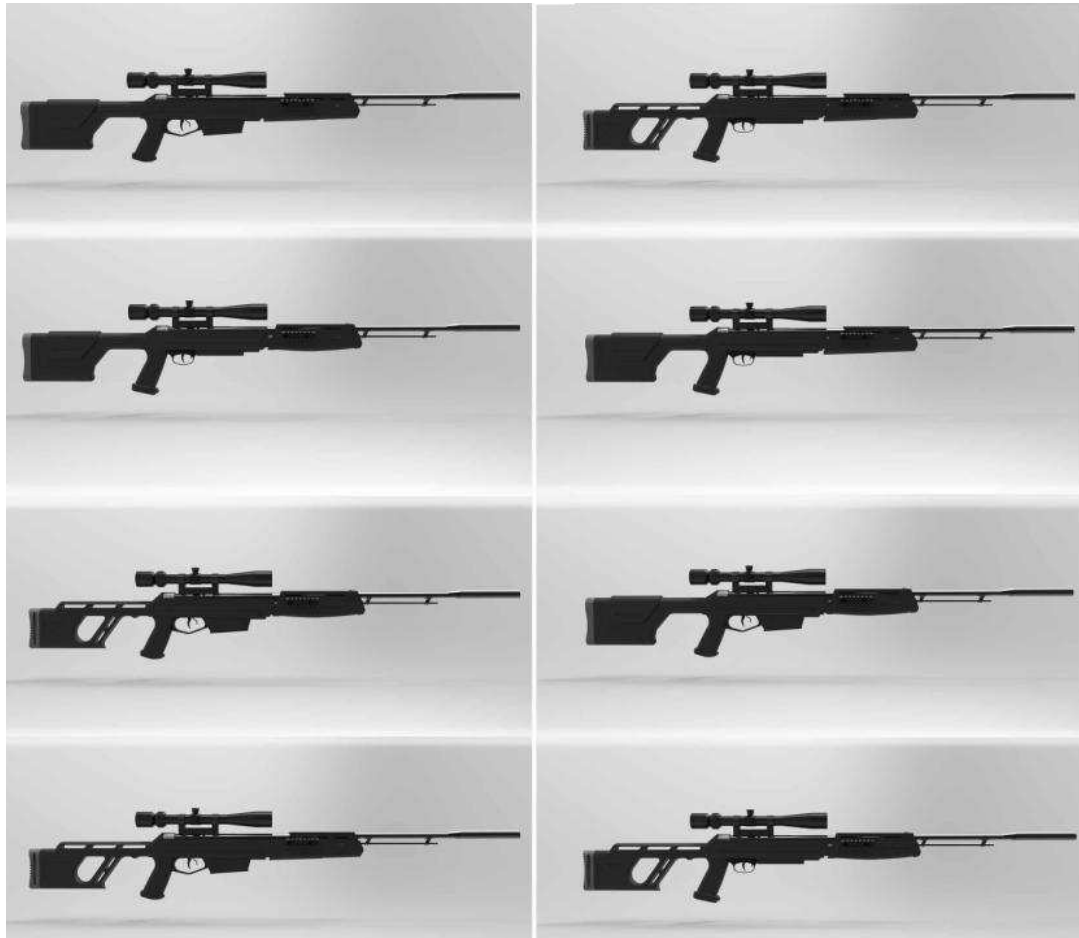


Figura 1.78 Combinaciones posibles.

El peso (3.68 Kg) y el centro de gravedad se encuentran dentro de la normalidad del mercado por lo que el sistema modular no ha supuesto un incremento excesivo de peso ni ha desequilibrado al arma.

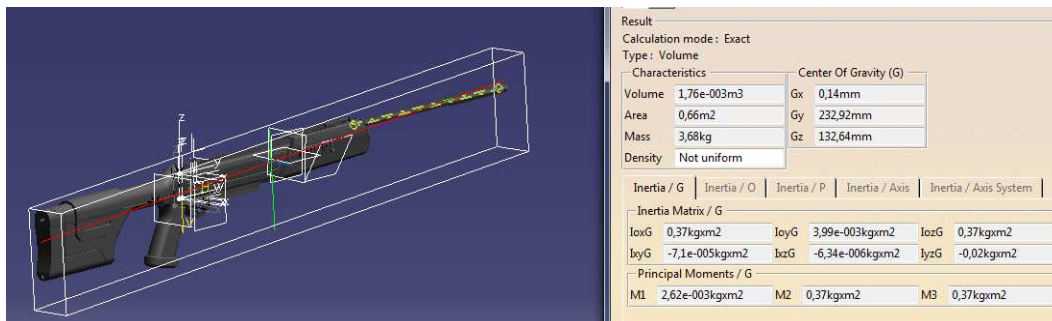


Figura 1.79 Estudio de peso e Inercias del diseño.



#### 4.4 VALIDACIÓN ESTÉTICA

Las distintas combinaciones posibles combinan adecuadamente entre ellas, dando un diseño integrado y agresivo. El objetivo de crear una carabina de aspecto táctico, manteniendo la originalidad y los aspectos de diseño, se considera alcanzado.



**Figura 1.80** Estética general de la carabina

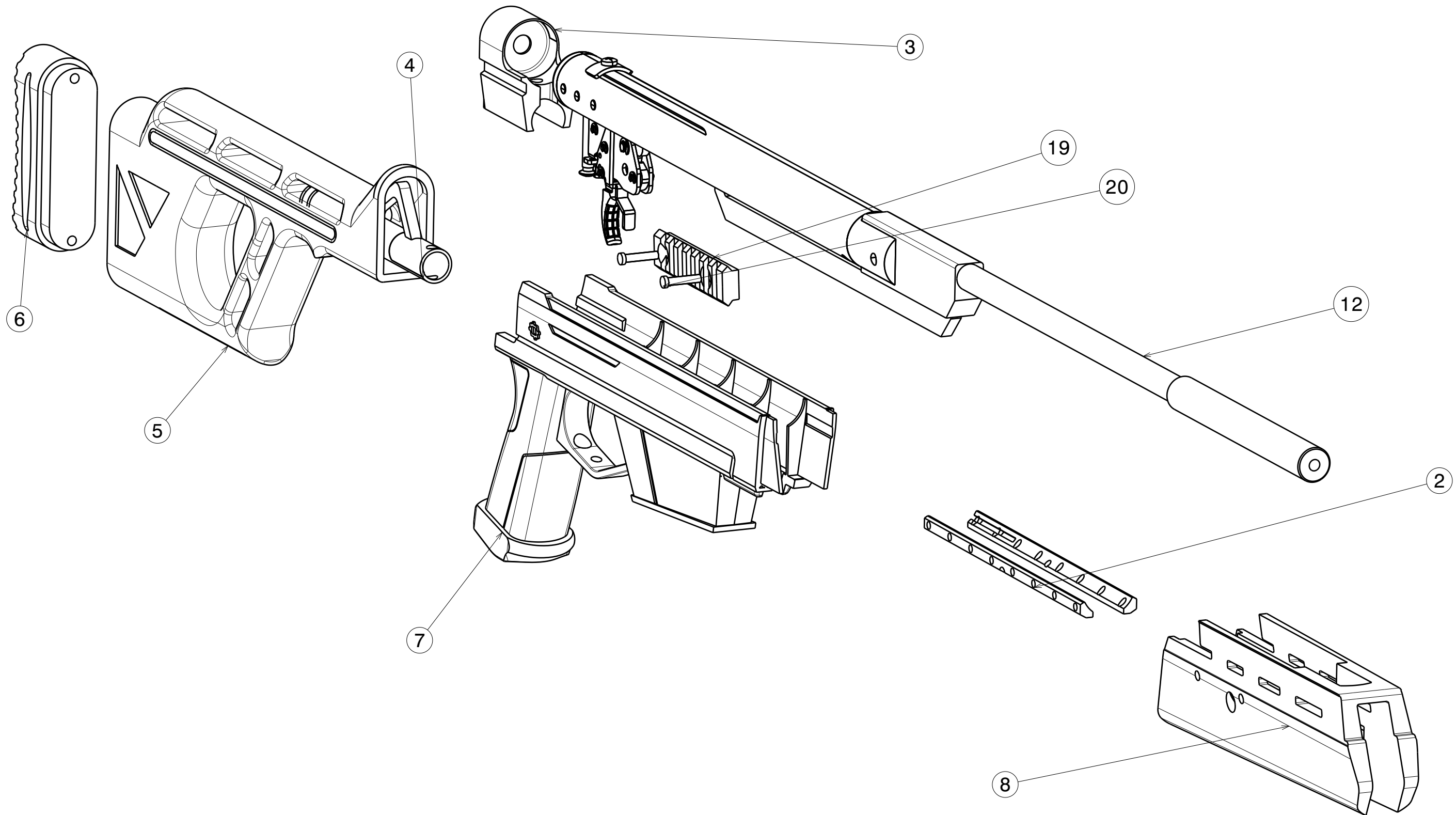
Documento 5

---

**PLANOS**





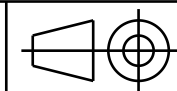


DISEÑADO POR:  
 Vladimir Alexander  
 FECHA: Berruezo Fernández  
 20/08/2014

DIBUJADO POR:  
 Vladimir Alexander  
 Berruezo Fernández  
 FECHA: 20/08/2014

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
 MODULAR DE ELEMENTOS  
 INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA  
 DE TIRO DEPORTIVO

TAMAÑO  
**A3**



DESIGNACION DE PLANO  
**PLANO DE CONJUNTO**

SCALE  
**1:3**

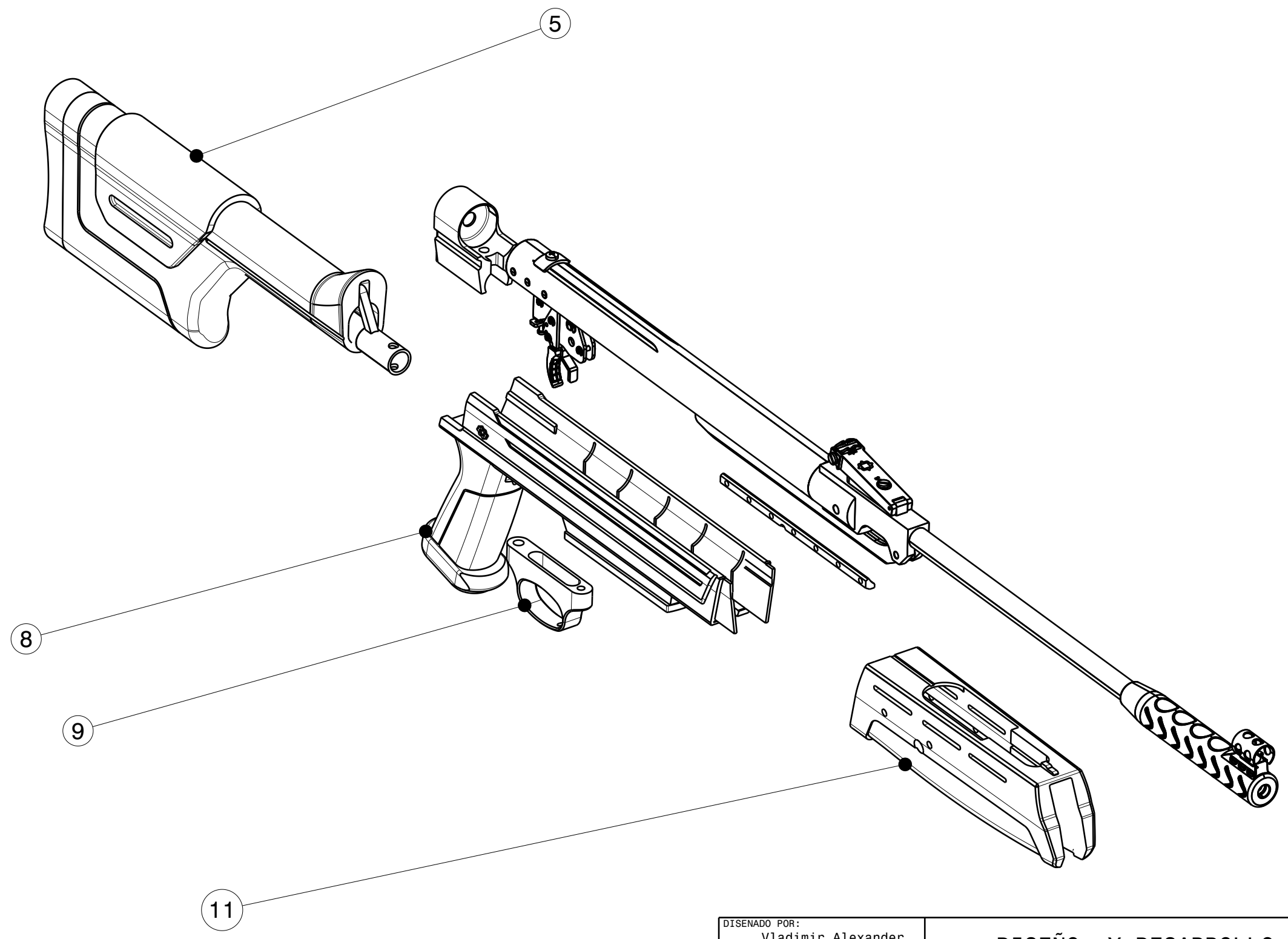
MARCA  
**0**

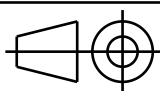
NUMERO DE PLANO  
**01**

HOJA  
**1/2**



Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.

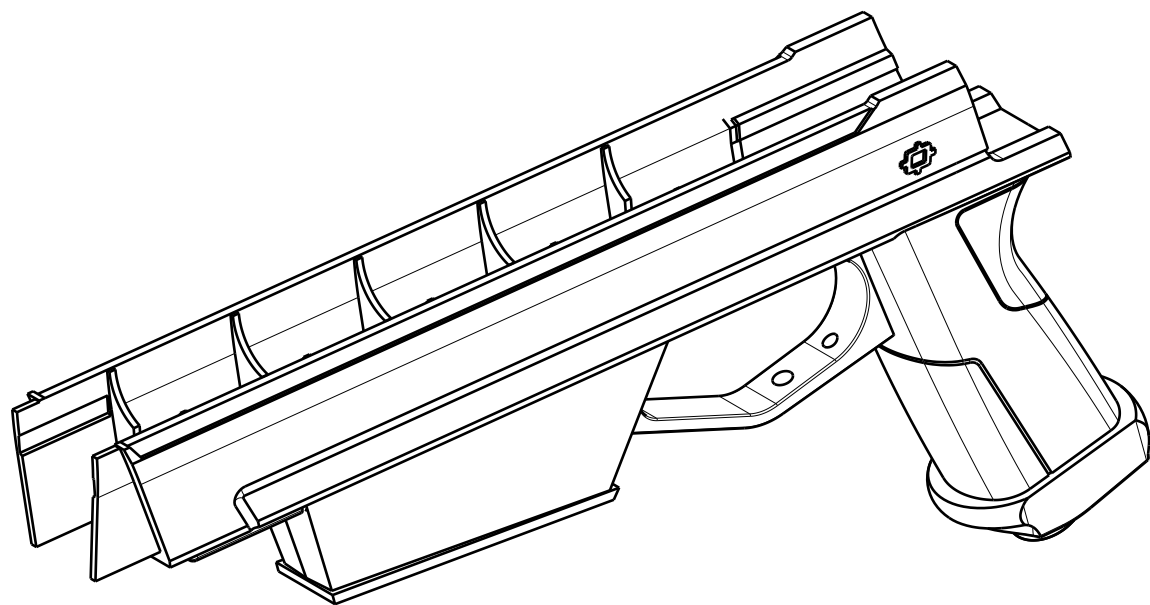
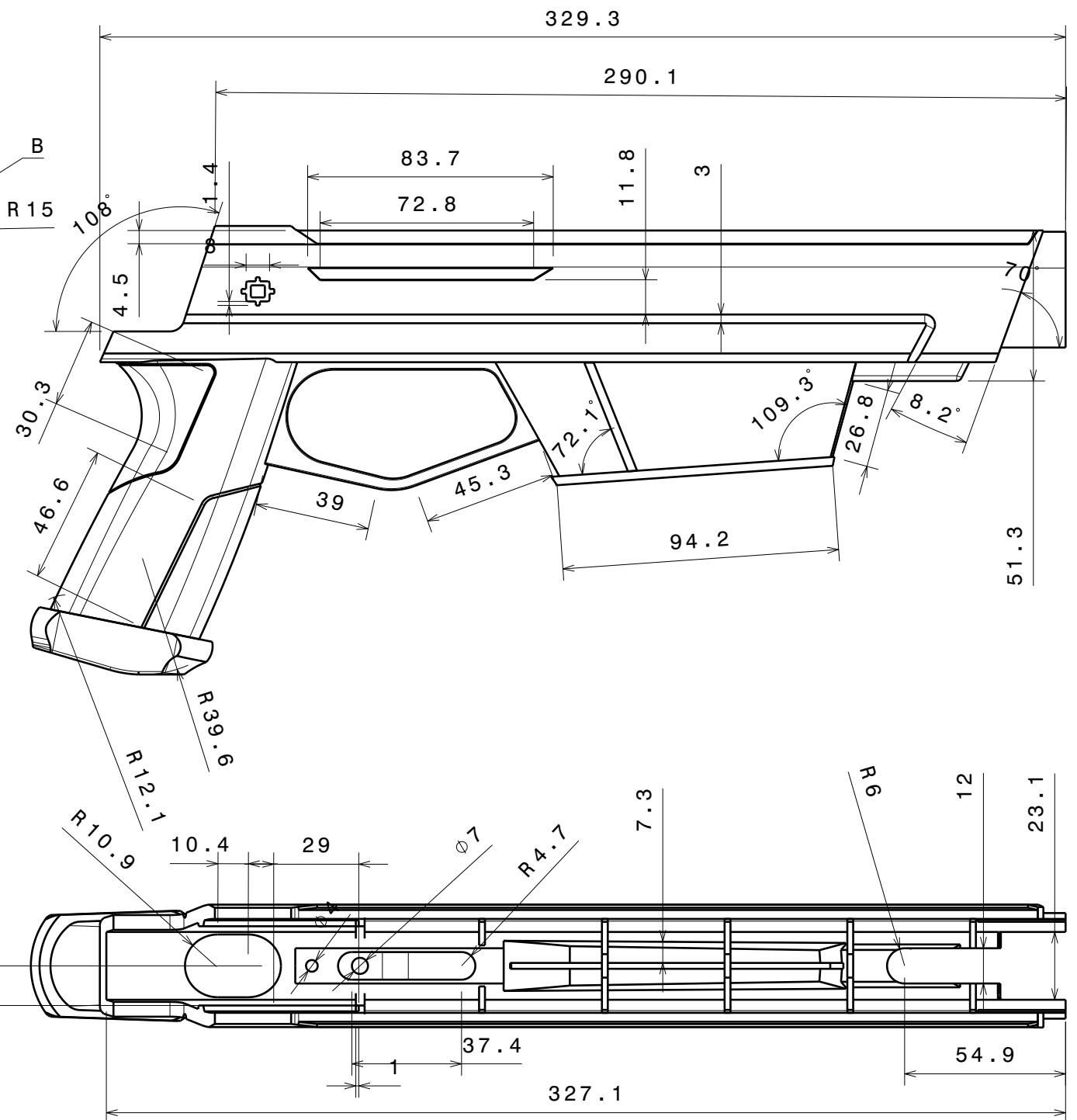
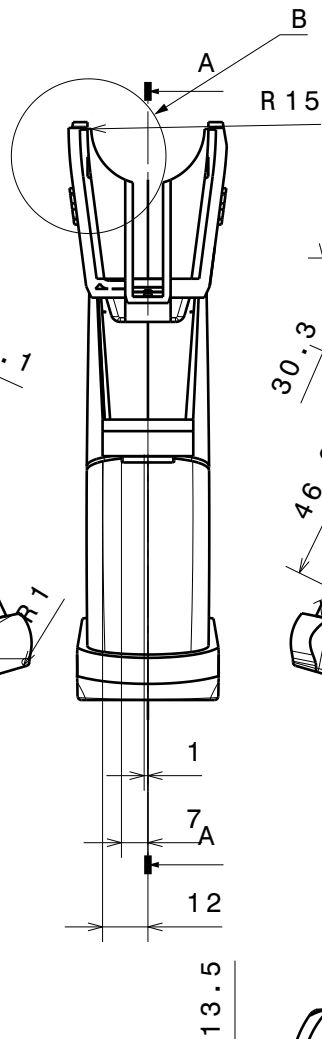
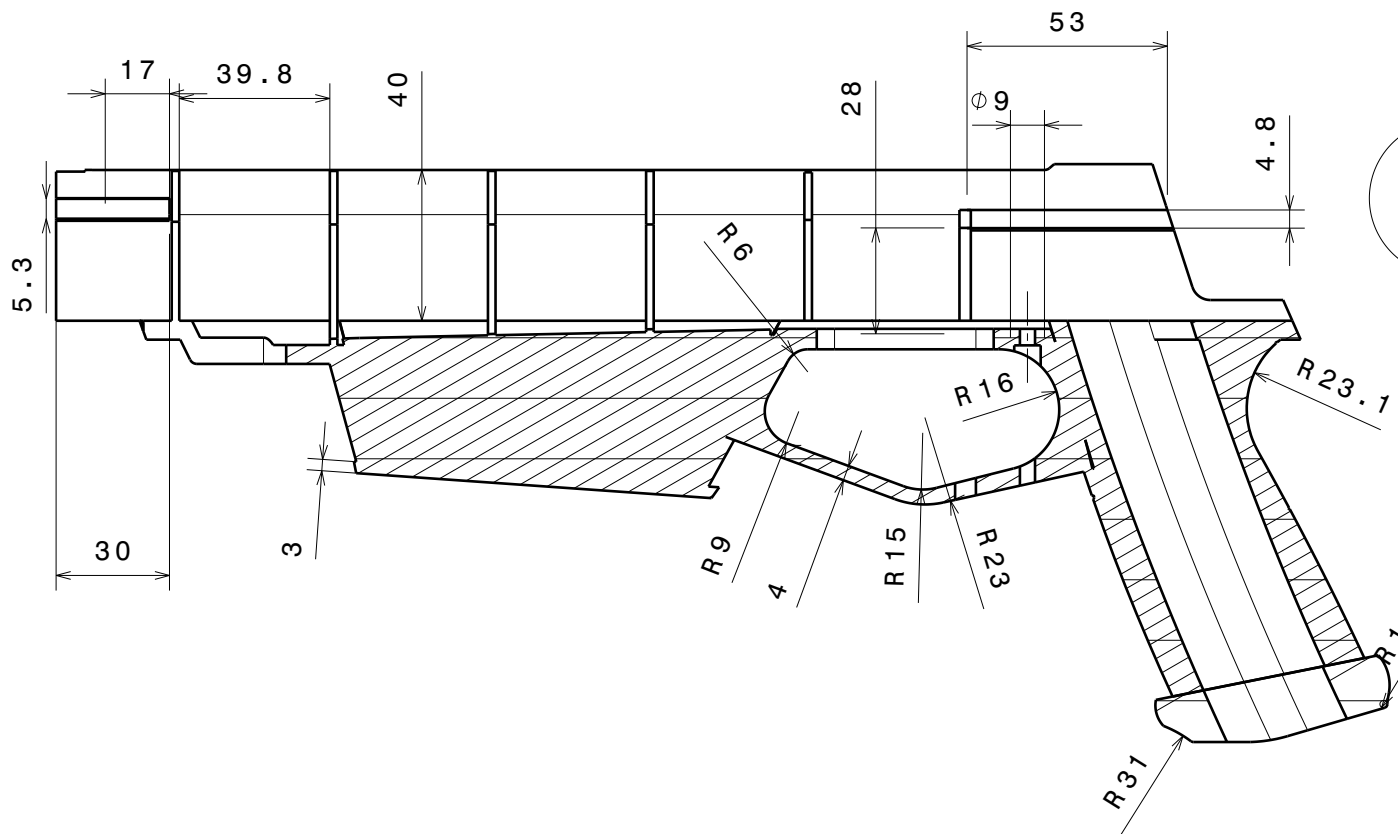


DISEÑADO POR: Vladimir Alexander FECHA: Berruezo Fernández 20/08/2014		DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO	
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernández FECHA: 20/08/2014			
TAMAÑO <b>A3</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>PLANO DE CONJUNTO</b>	
SCALE <b>1:3</b>	MARCA <b>0</b>	NUMERO DE PLANO <b>01</b>	HOJA <b>2/2</b>
Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.			





VISTA DE DETALLE  
ESCALA 1:1



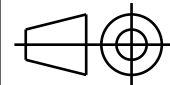
VISTA ISOMETRICA

DISEÑADO POR:  
Vladimir Alexander  
FECHA: Berruezo Fernández  
20/08/2014

DIBUJADO POR:  
Vladimir Alexander  
FECHA: Berruezo Fernández  
20/08/2014

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
MODULAR DE ELEMENTOS  
INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA  
DE TIRO DEPORTIVO

TAMAÑO  
**A3**



DESIGNACION DE PLANO  
**FTG310\_CUERPO\_A**

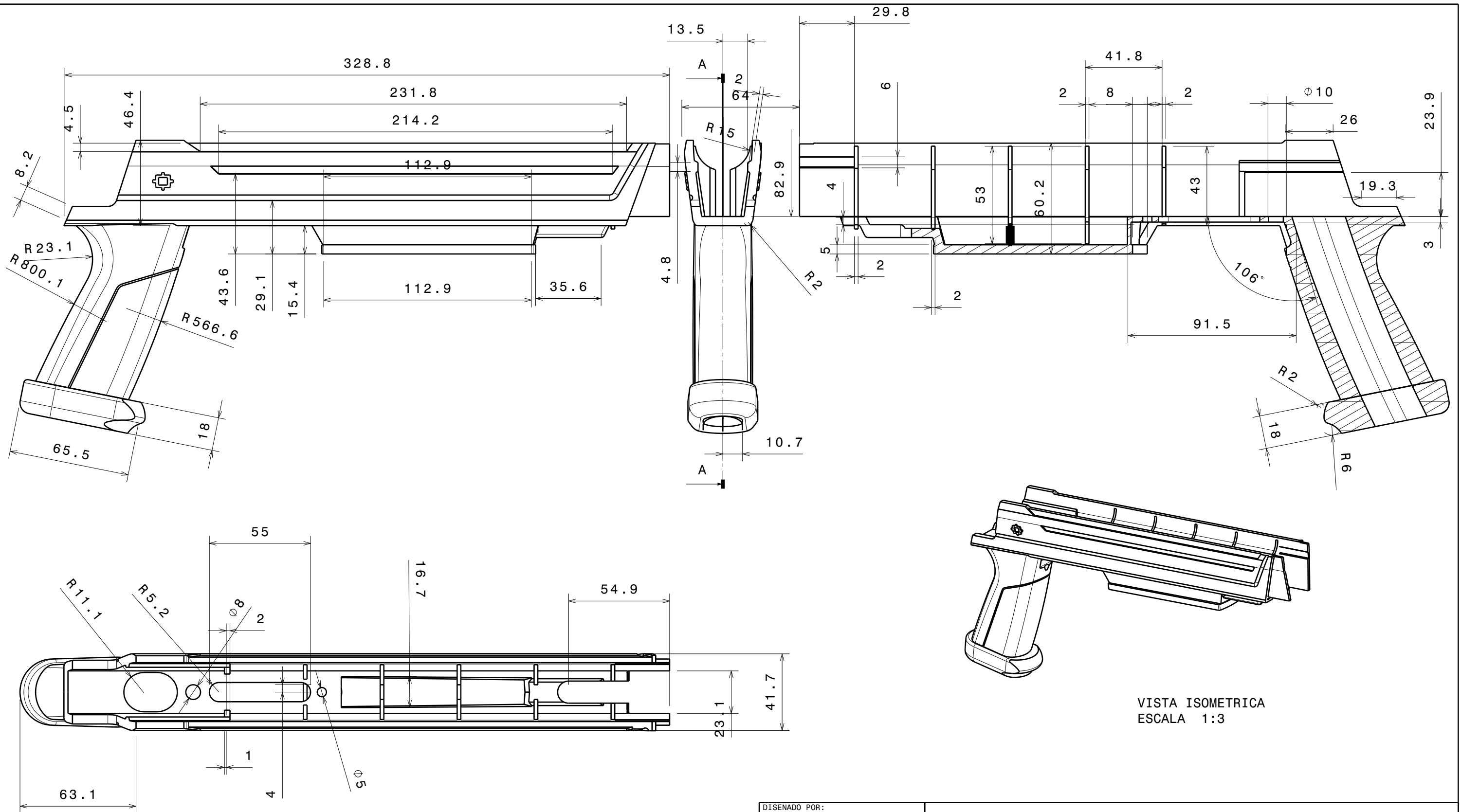
SCALE  
**1:2**

MARCA  
**6**

NUMERO DE PLANO  
**07**

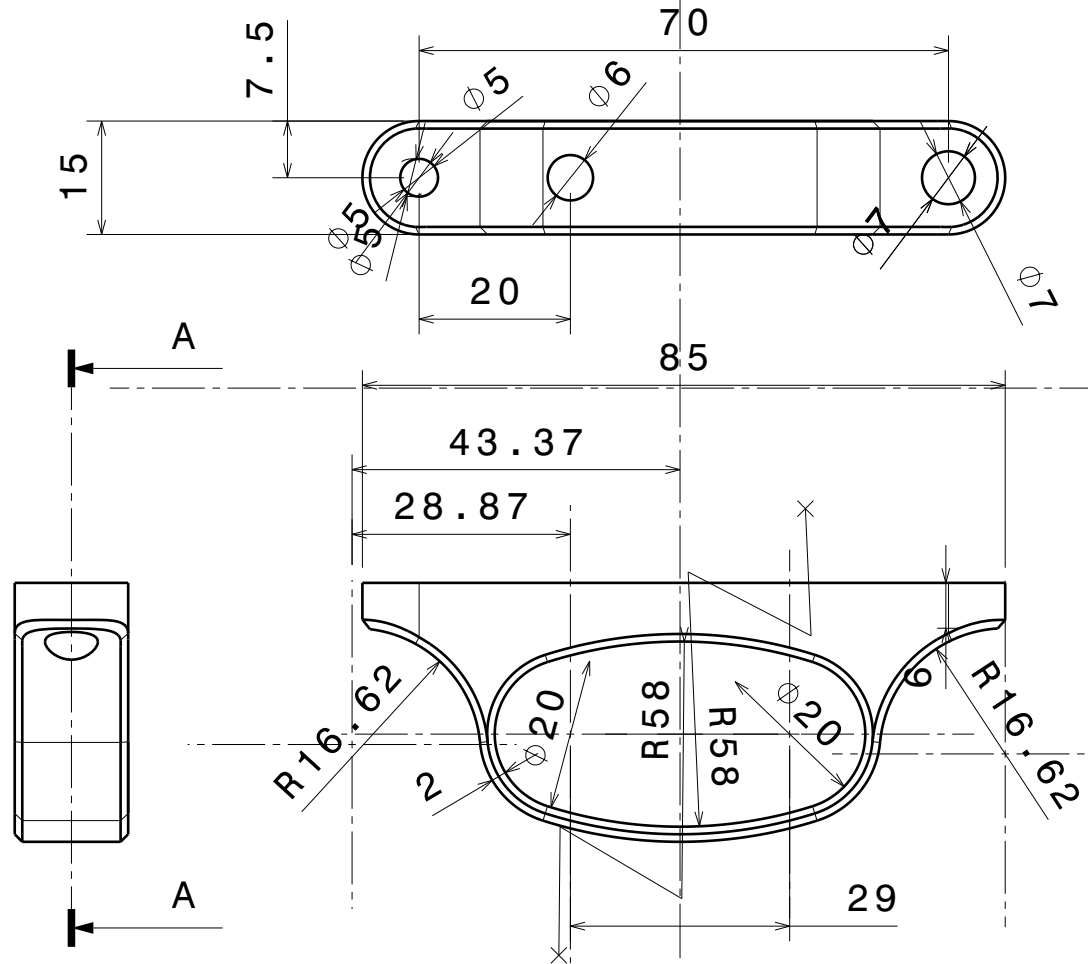
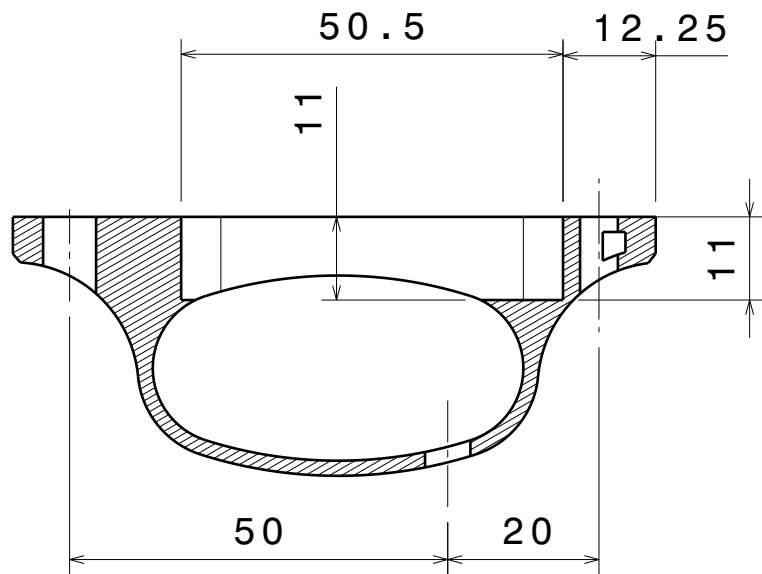
HOJA  
**1/1**





VISTA ISOMETRICA  
ESCALA 1:3

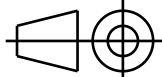
DISEÑADO POR: Vladimir Alexander FECHA: Berruezo Fernández 20/08/2014		<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO</b>		
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander FECHA: Berruezo Fernández 20/08/2014				
TAMAÑO <b>A3</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>FTG320_CUERPO_B</b>		
SCALE <b>1:2</b>		MARCA <b>7</b>	NUMERO DE PLANO <b>08</b>	HOJA <b>1/1</b>
<small>Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.</small>				



DISEÑADO POR:  
Vladimir Alexander  
Berruezo Fernandez  
FECHA:  
20/08/2014

DIBUJADO POR  
Vladimir Alexander  
Berruezo Fernandez  
FECHA:  
20/08/2014

SIZE  
**A4**



DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
MODULAR DE ELEMENTOS  
INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA  
DE TIRO DEPORTIVO

DESIGNACION DE PLANO  
**FTG321\_GUARDAMONTES\_B\_ADJ**

ESCALA  
**1:1**

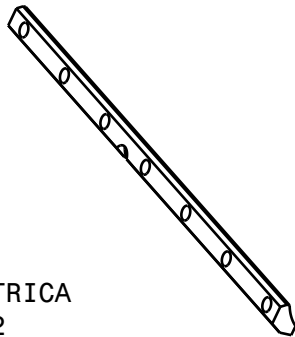
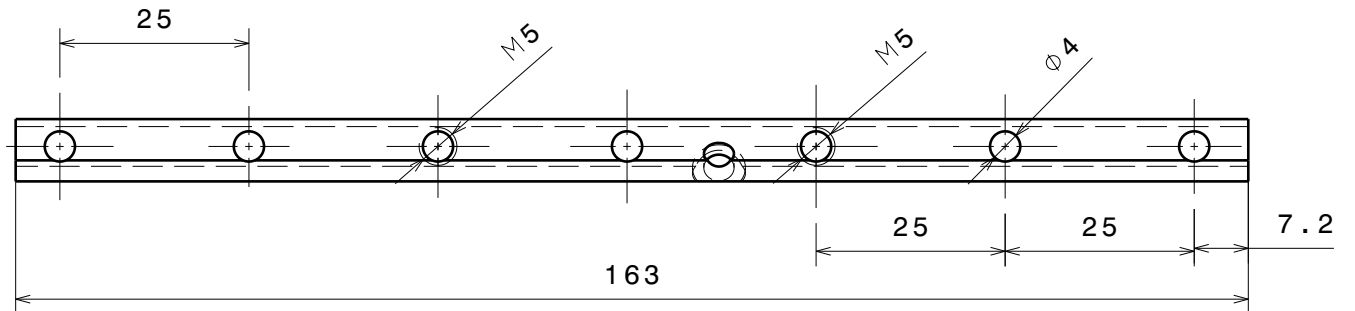
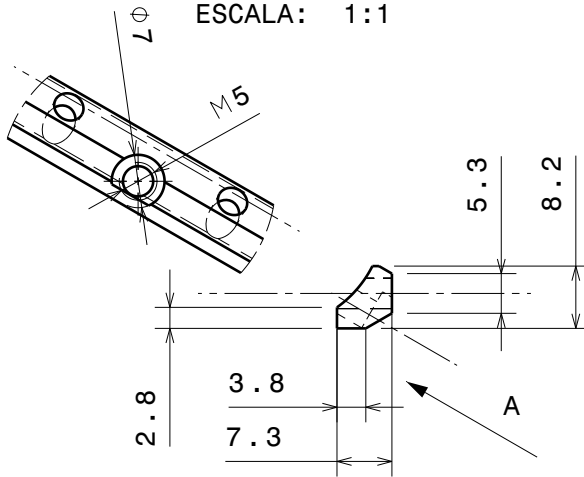
MARCA  
**8**

NUMERO DE PLANO  
**09**

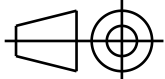
HOJA  
**1/1**



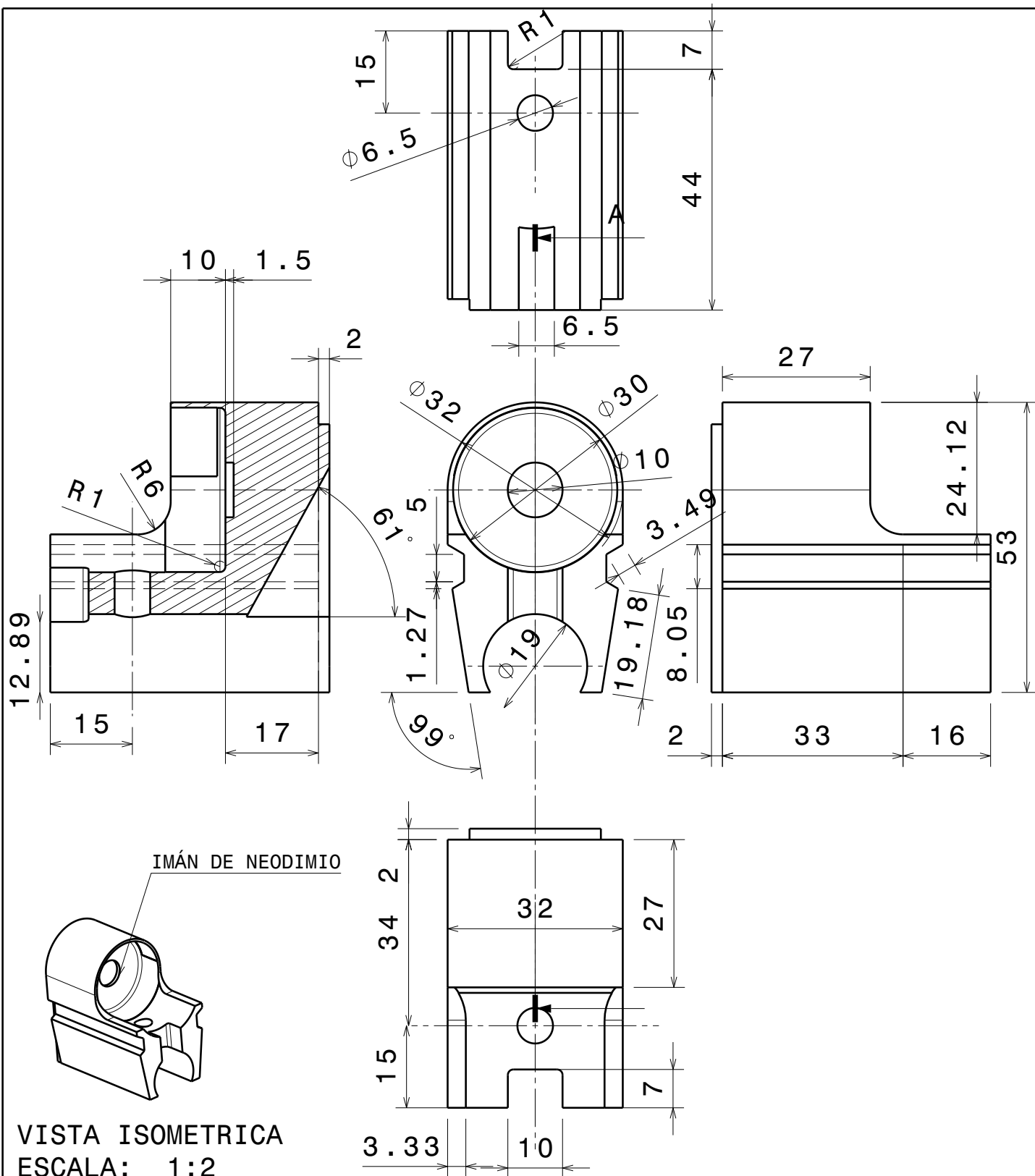
VISTA AUXILIAR  
ESCALA: 1:1



VISTA ISOMETRICA  
ESCALA: 1:2

DISEÑADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014		<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA          MODULAR DE ELEMENTOS          INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA          DE TIRO DEPORTIVO</b>	
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014			
SIZE <b>A4</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>TFG110_SIRAM_ALFA</b>	
ESCALA <b>1:1</b>	MARCA <b>1</b>	NUMERO DE PLANO <b>02</b>	HOJA <b>1 / 1</b>
Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido ocomunicado sin nuestro acuerdo por escrito.			



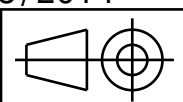


DISEÑADO POR:  
 Vladimir Alexander  
 Berruezo Fernandez  
 FECHA: 20/08/2014

DIBUJADO POR:  
 Vladimir Alexander  
 Berruezo Fernandez  
 FECHA: 20/08/2014

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
 MODULAR DE ELEMENTOS  
 INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA  
 DE TIRO DEPORTIVO**

TAMANO  
**A4**



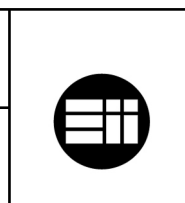
DESIGNACION DE PLANO  
**TFG120\_SIRAM\_BETA**

ESCALA  
**1:1**

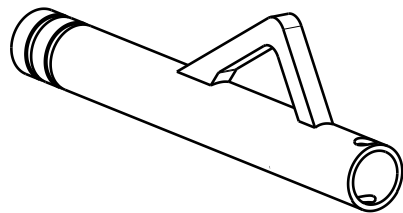
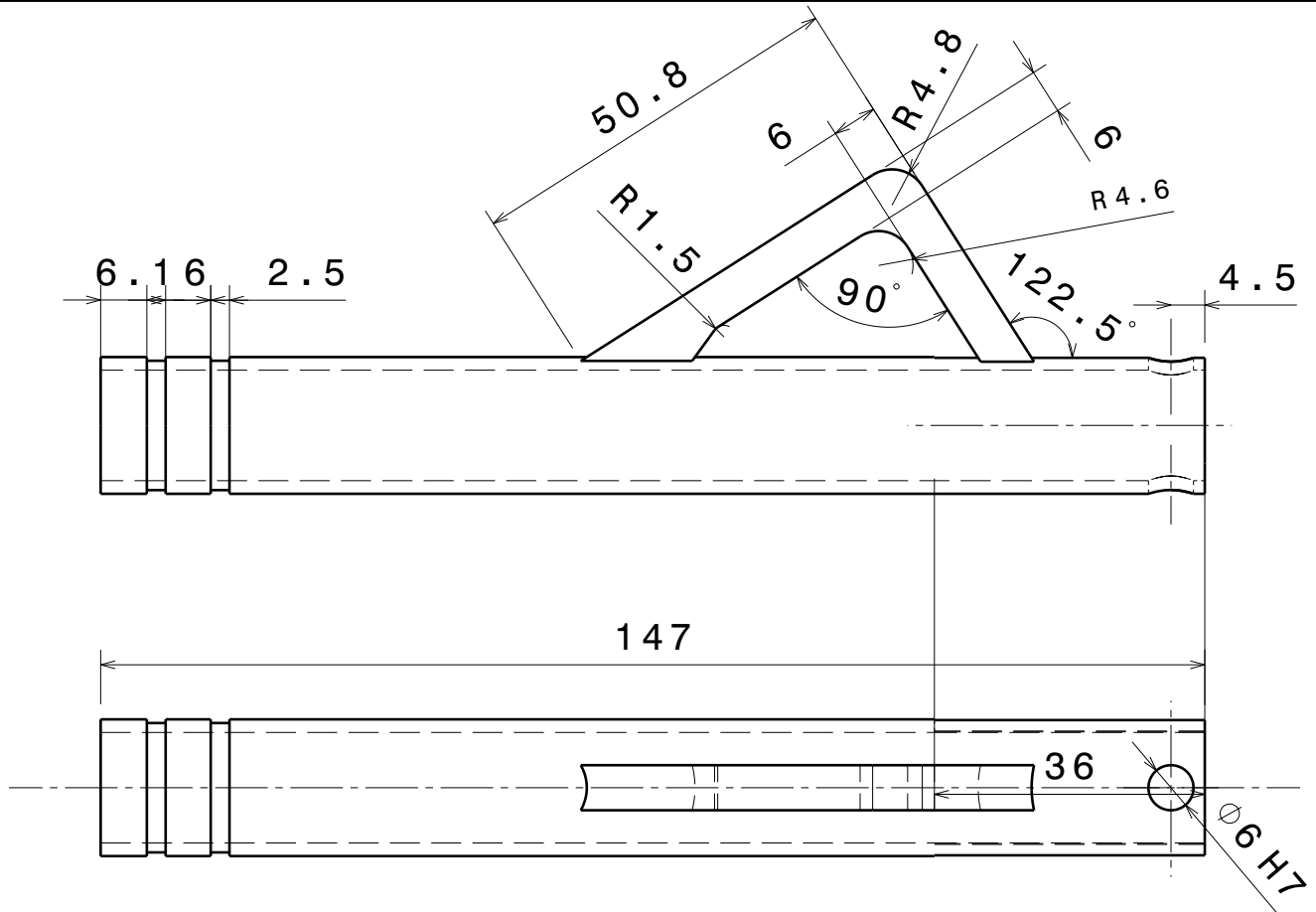
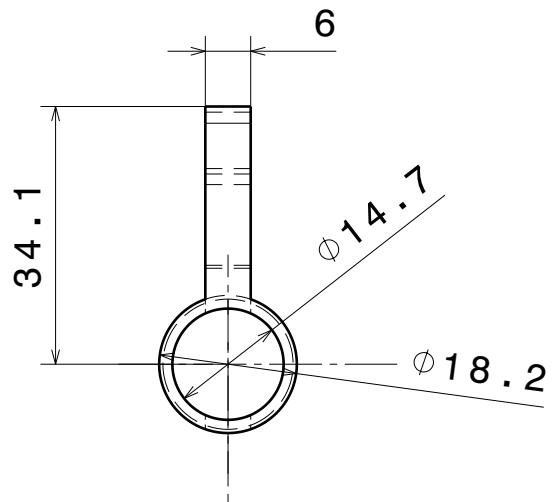
MARCA  
**02**

DESIGNACION DE PLANO  
**03**

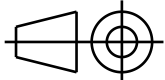
HOJA  
**1/1**



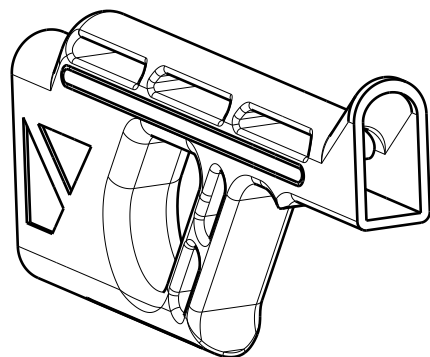
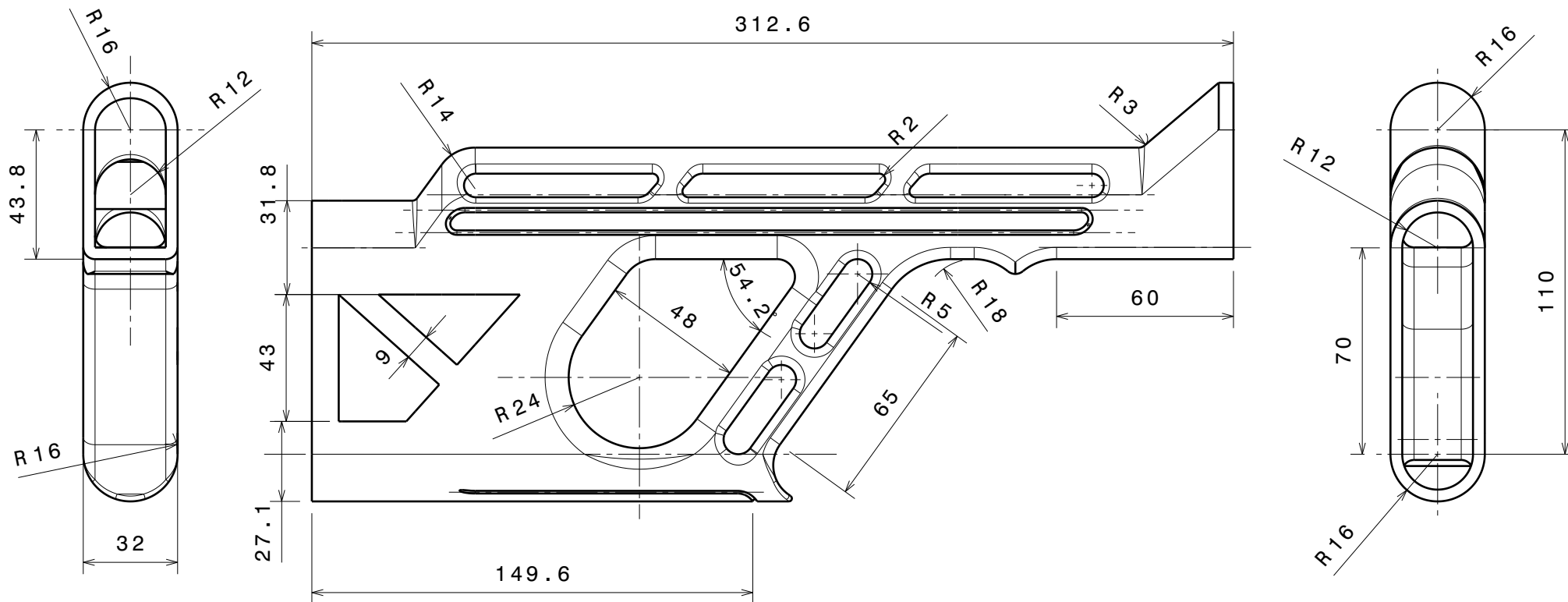




VISTA ISOMETRICA  
 ESCALA: 1:2

DISEÑADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014		DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO	
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014			
SIZE <b>A4</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>TFG210_SISTEMA SIM</b>	
ESCALA <b>1:1</b>	MARCA <b>3</b>	NUMERO DE PLANO <b>04</b>	HOJA <b>1/1</b>
Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido ocomunicado sin nuestro acuerdo por escrito.			

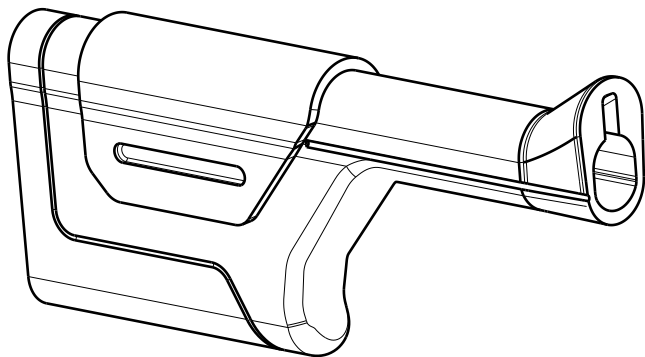
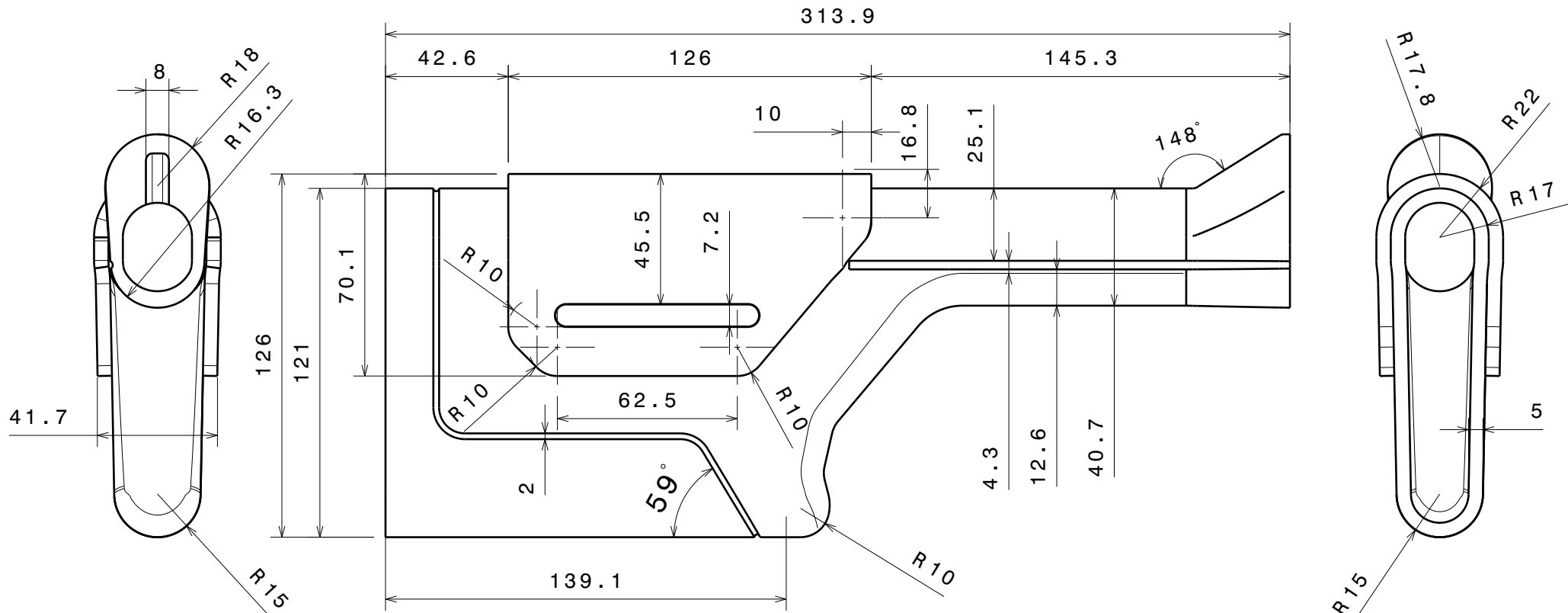




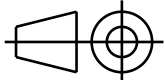
VISTA ISOMETRICA  
ESCALA: 1:3

DISEÑADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014		DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO	
DIBUJADO POR Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014			
SIZE <b>A4</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>TFG220_CULATA_A</b>	
ESCALA <b>1:2</b>	MARCA <b>4</b>	NUMERO DE PLANO <b>05</b>	HOJA <b>1/1</b>
Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.			

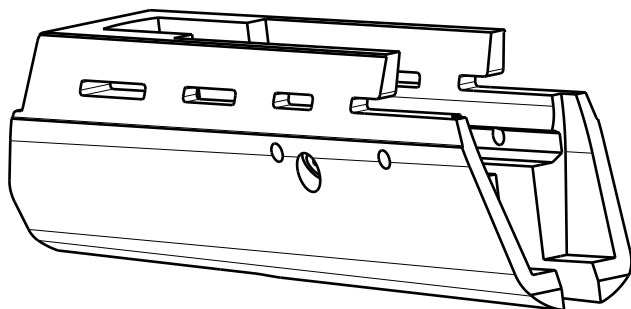
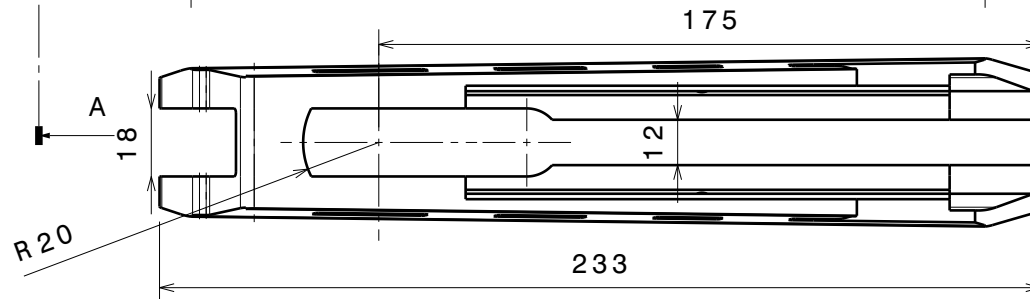
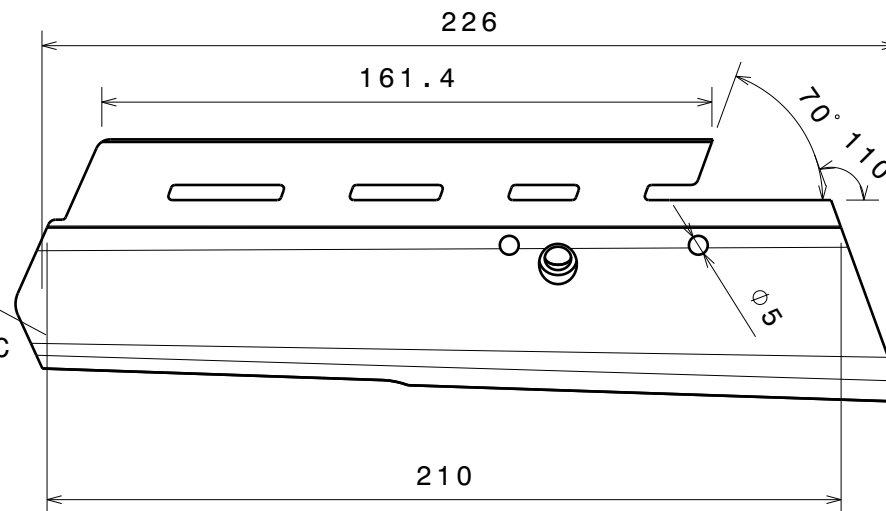
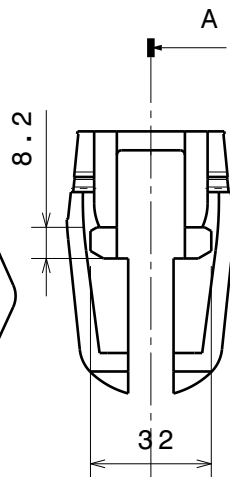
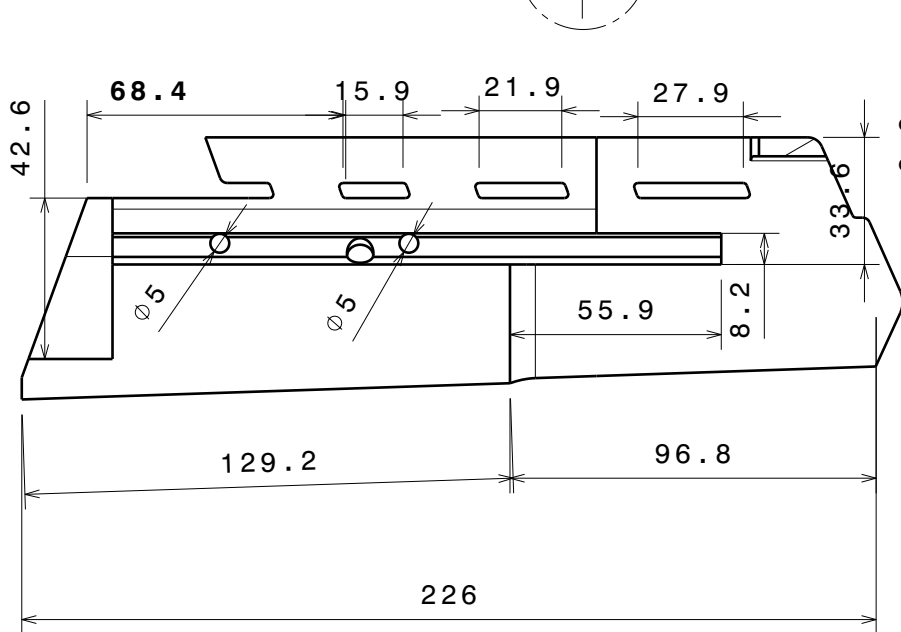




VISTA ISOMETRICA  
ESCALA 1:3

DISEÑADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014		<b>DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA          MODULAR DE ELEMENTOS          INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA          DE AIRE COMPRIMIDO</b>	
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014			
SIZE <b>A4</b>		DESIGNACION DE PLANO <b>TFG230_CULATA_B</b>	
SCALE <b>1:2</b>	MARCA <b>10</b>	NUMERO DE PLANO <b>11</b>	HOJA <b>1/1</b>
Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.			





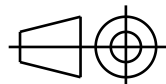
VISTA ISOMETRICA  
ESCALA: 1:2

DISEÑADO POR:  
Vladimir Alexander  
Berruezo Fernandez  
FECHA: 20/08/2014

DIBUJADO POR  
Vladimir Alexander  
Berruezo Fernandez  
FECHA: 20/08/2014

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA  
MODULAR DE ELEMENTOS  
INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA  
DE TIRE DEPORTIVO

SIZE  
**A4**



DESIGNACION DE PLANO  
**TFG420\_GUARDAMANOS\_B**

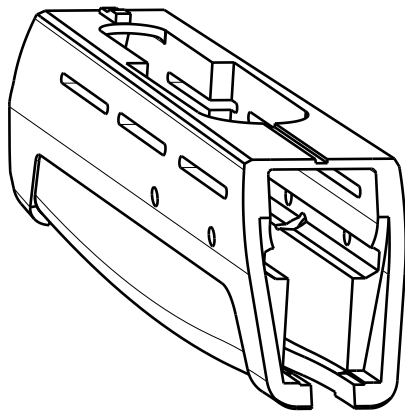
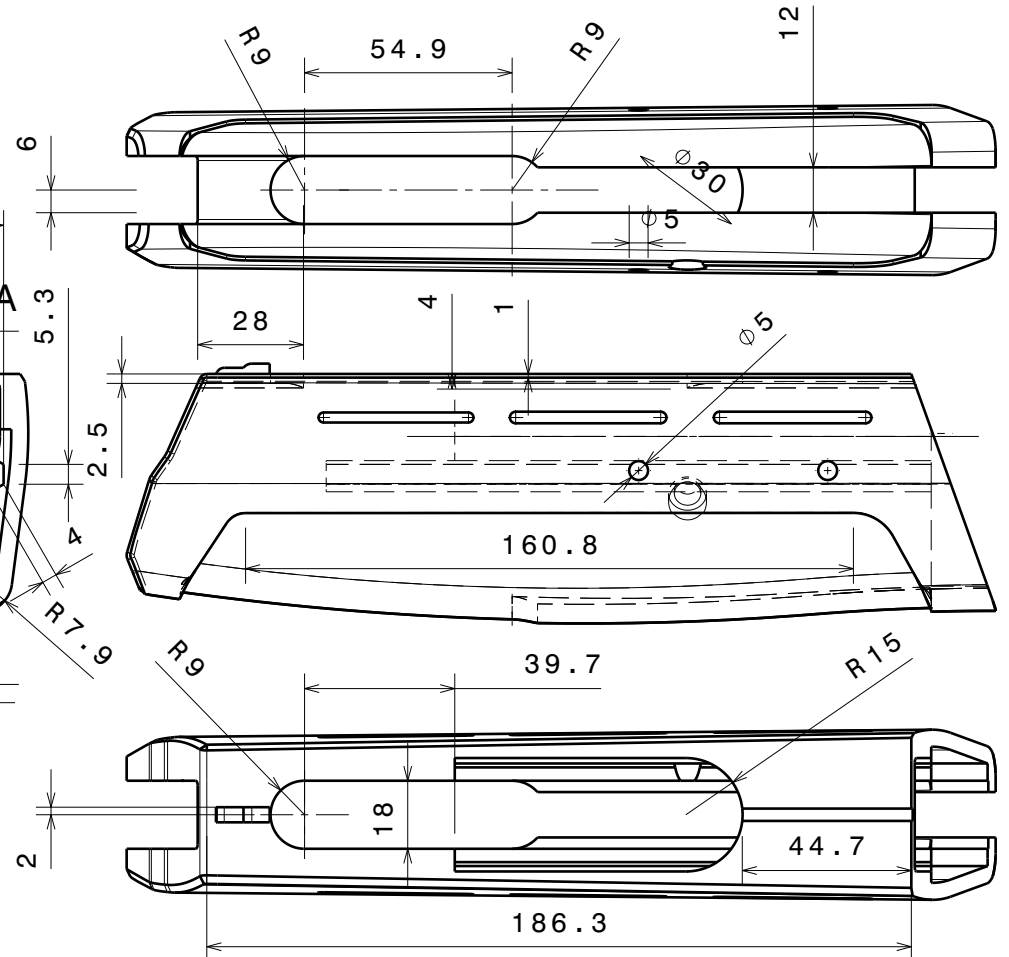
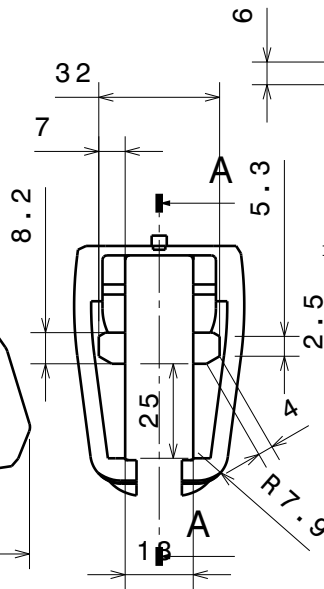
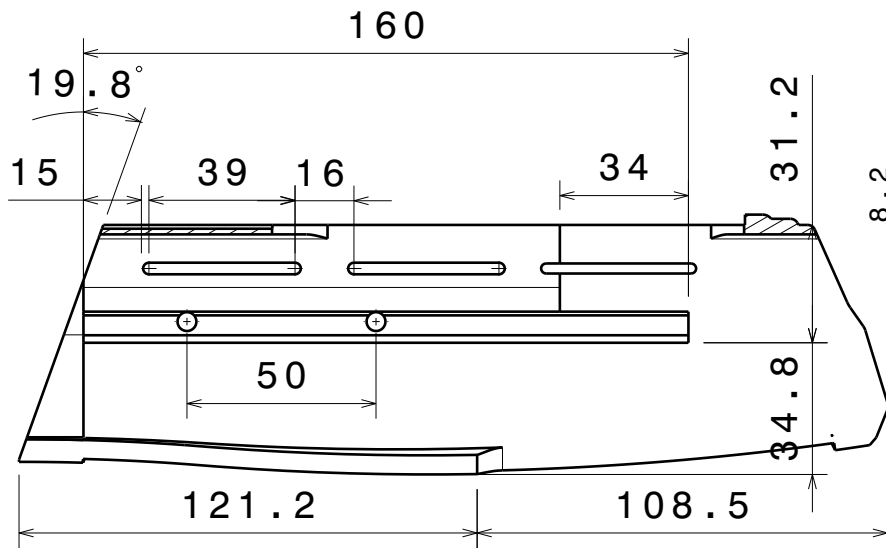
SCALE  
**1:2**

MARCA  
**10**

NUMERO DE PLANO  
**11**

HOJA  
**1/1**





VISTA ISOMETRICA  
ESCALA: 1:2

DISEÑADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014	
DIBUJADO POR: Vladimir Alexander Berruezo Fernandez FECHA: 20/08/2014	
SIZE <b>A4</b>	
SCALE <b>1:2</b>	MARCA <b>10</b>

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA MODULAR DE ELEMENTOS INTERCAMBIABLES PARA UNA CARABINA DE TIRO DEPORTIVO	
DESIGNACION DE PLANO <b>TFG420_GUARDAMANOS_B</b>	
NUMERO DE PLANO <b>11</b>	HOJA <b>1/1</b>

Este dibujo es de nuestra propiedad.No puede ser reproducido o comunicado sin nuestro acuerdo por escrito.







Documento 6

---

CÁLCULOS







# 1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo describe los cálculos estructurales realizados y la modelización de las distintas partes que se consideran fundamentales para el funcionamiento adecuado del sistema.

Descripción de los elementos estructurales:

- Pieza 1: SIRAM BETA:  
Elemento trasero realizado en acero por medio de fresado que junto al SIRAM ALFA define la estructura metálica que permite el intercambio rápido y seguro de los módulos que definen la carabina.  
El SIRAM beta soporta los mayores esfuerzos al concentrarse estos en este punto.  
Las piezas que se unen a él son la culata por medio del sistema SIM y el cuerpo central.
- Pieza 2: Refuerzo de culata SIM (Sistema de Inserto Metálico)  
Junto con el Sistema SIRAM BETA el sistema SIM soporta los mayores esfuerzos estudiados. Se compone de un cilindro de acero hueco con un nervio triangular soldado a este. El sistema SIM está insertado en el molde de inyección en el que se realiza la culata y queda unida a esta formando una única pieza.  
El sistema SIM permite la unión rápida de la culata al cuerpo central garantizando el buen ejercicio del sistema.

## 2 BASES DE DISEÑO

### 2.1 Programas de cálculo utilizados

Con el fin de llevar a cabo los análisis descritos sobre los elementos estructurales y su posterior modificación se utilizará el módulo Analysis & Simulation del software CATIA V5. Se trata de un módulo que permite el análisis por elementos finitos de modelos sólidos creados en sistema CAD.

El método de análisis que utiliza el programa para realizar el cálculo se basa en

el método de los elementos finitos, descomponiendo los cuerpos en pequeños octaedros en los que calcula las sollicitaciones en cada punto. De esta manera se puede extrapolar el resultado a la pieza en su conjunto. Pero además de los valores numéricos que calcula el programa en la simulación, lo más significativo para entender el comportamiento que siguen las piezas al aplicarles fuerzas es la representación tridimensional a color de las tensiones y deformaciones. Esto da una idea rápida al diseñador de cómo se comportará la pieza en cuestión. Previamente a la simulación del dibujo tiene que estar completamente finalizado y formar parte de un único Part para que el programa no de errores de cálculo. Una vez finalizado hay que aplicarle el material del cual estará hecha la pieza y las condiciones de contorno a las que estará sometido: Restricciones consideradas y fuerzas aplicadas.

## 2.2 Normativa de diseño

A falta de norma específica de diseño de los elementos estructurales de las piezas descritas se han estimado tanto las acciones como los criterios de diseño. Para los materiales se ha tenido en cuenta la norma UNE-EN 10025.

## 2.3 Materiales

El material utilizado es un acero de construcción tipo S-275-JR inoxidable con las siguientes características mecánicas:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| - Módulo de Elasticidad             | $E=210.000 \text{ N/mm}^2$                                |
| - Módulo de Elasticidad Transversal | $G=81.000 \text{ N/mm}^2$                                 |
| - Coeficiente de Poisson            | $\nu=0,3$   |
| - Coeficiente de dilatación térmica | $\alpha=1,2 \times 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ |
| - Densidad                          | $\rho=7.850 \text{ kg/m}^3$                               |

## 2.4 Acciones consideradas

Se han tenido en cuenta las siguientes acciones sobre la estructura de la carabina:

### 2.4.1 Acción de carga de carabina

Esta acción se produce en el proceso de carga de la carabina en la que se produce una acción sobre el extremo de la misma mientras se sujeta la pieza desde la culata.



Se ha estimado el valor de dicha acción de 30N en dirección perpendicular al eje de la carabina y hacia abajo.

### **2.4.2 Acción de apoyo accidental sobre la carabina**

Esta acción se produce en el caso accidental en el que se aplique una carga axial en la dirección del eje de la pieza.

Se ha considerado de forma adicional una excentricidad de esta carga para tener en cuenta la envolvente de posibles solicitaciones que se pueden producir sobre el elemento estructural.

La acción de disparo del arma con su correspondiente reacción está recogida dentro de esta acción ya que la fuerza de retroceso es menor a la considerada en esta operación, además de que no se produciría el momento producido por la excentricidad considerada en un caso hipotético de un extrema solicitación.

## **2.5 Mallado y modelización**

El MEF consiste en un modelo informático del material o diseño que es tensado y analizado para conseguir resultados específicos. Es usado en el diseño de nuevos productos como el que aquí se desarrolla. Una empresa capaz de verificar un diseño propuesto será capaz de ajustarse a las especificaciones del cliente antes de la fabricación ó construcción. Si tenemos que modificar un producto o estructura existente, se puede usar el MEF para calificar la modificación para unas nuevas condiciones de servicio. En caso de fallo estructural, el MEF puede ayudar a determinar el diseño de las modificaciones para ajustarse a las nuevas condiciones.

El MEF es un método numérico de resolución de ecuaciones diferenciales. Para ello trabaja discreteando la estructura en elementos de forma variada (pueden ser superficies, volúmenes y barras) que se conectan entre sí mediante nodos. El MEF parte del cálculo matricial en el planteamiento del equilibrio en los nodos mediante un sistema de ecuaciones resultado de la contribución de los elementos.

Los nodos creados forman una red llamada malla. Esta malla está programada para contener el material y las propiedades de la estructura que definen cómo esta reaccionará ante ciertas condiciones de carga. A los nodos se les asigna una densidad por todo el material dependiendo del nivel de estrés anticipado en un

área. Las regiones que recibirán gran cantidad de estrés tienen normalmente una mayor densidad de nodos (densidad de malla) que aquellas que experimentan poco o ninguno. La malla actúa como la red de una araña en la que desde cada nodo se extiende un elemento de malla a cada nodo adyacente. Este tipo de red vectorial es la que lleva las propiedades del material al objeto, creando varios elementos.

Los pasos a seguir en el análisis de estructuras mediante el método de los desplazamientos a través del MEF son:

La pieza se divide, mediante líneas o superficies imaginarias en un número de elementos finitos. Esta parte del proceso se desarrolla habitualmente mediante algoritmos incorporados a programas informáticos de mallado durante la etapa de pre-proceso.

Se supone que los elementos están conectados entre sí mediante un número discreto de puntos o nodos situados en sus contornos. Los desplazamientos de estos nodos serán las incógnitas fundamentales del problema, tal y como ocurre en el análisis simple de estructuras por el método matricial.

Se toma un conjunto de funciones que definan de manera única el campo de desplazamientos dentro de cada elemento finito en función de los desplazamientos nodales de dicho elemento. Estas funciones de desplazamientos definirán entonces de manera única el estado de deformación del elemento en función de los desplazamientos nodales. Estas deformaciones, junto con las propiedades constitutivas del material, definirán a su vez el estado de tensiones en todo el elemento, y por consiguiente en sus contornos.

Se determina un sistema de fuerzas concentradas en los nodos, tal que equilibre las tensiones en el contorno y cualesquiera cargas repartidas, resultando así una relación entre fuerzas y desplazamientos de la forma

$$F = k \cdot u.$$

La resolución del sistema anterior permite obtener los desplazamientos en los nodos y con ellos definir de manera aproximada el campo de desplazamientos en el elemento finito.

En la etapa de post-proceso se presentan los resultados, generalmente de forma gráfica para su análisis.



---

Los elementos estructurales se ha restringido de acuerdo con las conexiones con el resto de elementos de la pieza. De esta forma se ha aplicado coacciones al movimiento en aquellas caras en contacto con otros elementos en uno de los extremos de la pieza y en dirección perpendicular a dichas caras.

## **2.6 Criterios de diseño**

Se han considerado las siguientes limitaciones estructurales en el cálculo de los elementos del proyecto:

### **2.6.1 Estado límite último de resistencia**

Se ha comprobado que en todos los puntos de las piezas las tensiones máximas son inferiores a la tensión de comparación del material, para la cual se ha tomado el límite elástico correspondiente a una deformación de 0,2% del acero, de valor 275MPa.

### **2.6.2 Estado límite de servicio de deformaciones**

Se ha comprobado que las deformaciones en cualquier punto de los elementos estructurales del diseño permitan el correcto funcionamiento del sistema a la vez que no den lugar una visión antiestética en las hipótesis de funcionamiento normal de la pieza. Por ello se ha limitado que los desplazamientos relativos máximos en cualquier punto de la carabina son inferiores a 1/400 veces la longitud total de la pieza. Esto es un desplazamiento inferior a 2.5 mm.

### 3 MODELOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIONES

#### 3.1 Pieza 1: SIRAM BETA

##### 3.1.1 Hipótesis 1: Acción de carga de carabina

###### 3.1.1.1 Descripción de las cargas

Las acciones sobre los elementos estructurales serán los siguientes:

Una fuerza con la misma dirección y sentido a la producida en el extremo de la pieza.

Un momento flector con dirección perpendicular al plano formado por el eje de la pieza y la dirección de la fuerza de valor el de la fuerza (30N) multiplicado por la distancia desde el punto de aplicación al de transmisión al elemento estructural (900mm) de valor total 27N·m

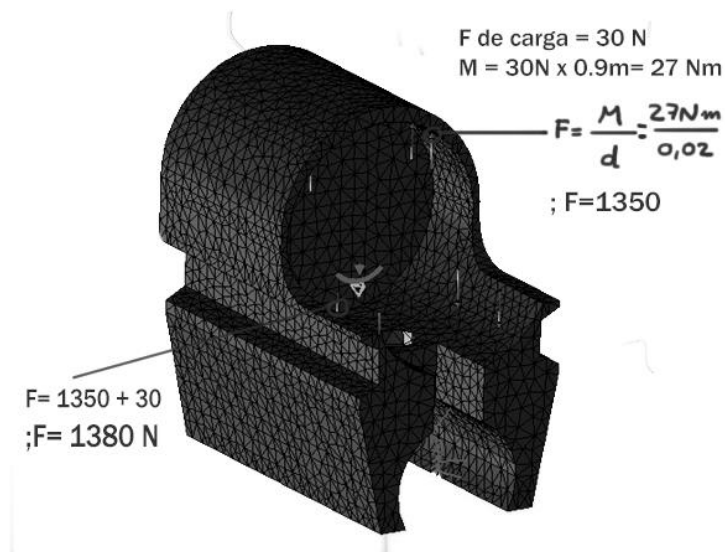


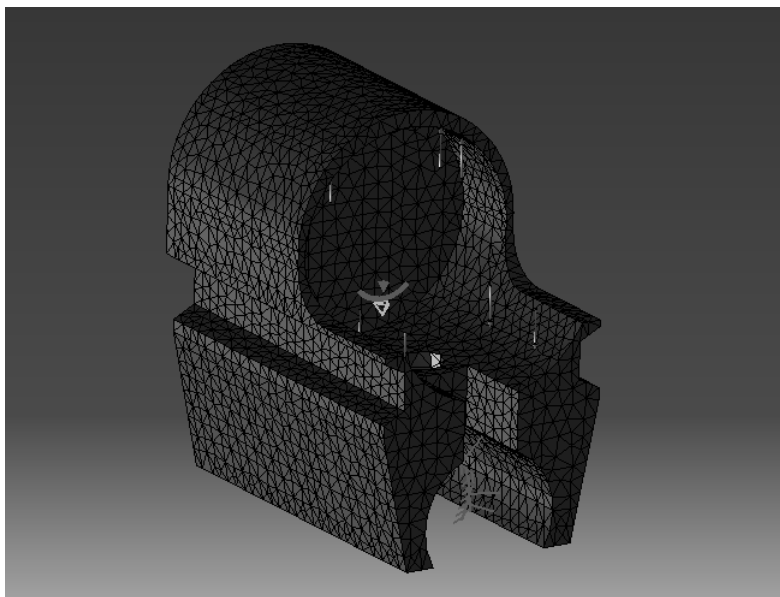
Figura 2.1 Esquema de carga, hipótesis: apoyo accidental

La aplicación de esta fuerza sobre el modelo de elementos finitos se ha realizado mediante dos presiones sobre la mitad de distancia de los laterales de la conexión con el sistema SIM de forma que se aplican tanto el momento como la fuerza descrita.



### **3.1.1.2 Modelo de cálculo**

Como se ha comentado anteriormente se ha restringido la pieza en las caras en contacto con la pieza estructural SIM impidiendo el desplazamiento en dichas caras en su dirección perpendicular.



**Figura 2.2** Modelo de cálculo, hipótesis: sistema de carga.

### **3.1.1.3 Comprobación de tensiones**

Se comprueba que en todos los puntos de la pieza modelada las tensiones son menores a la de comparación de valor 275MPa.

Cuyo equivalente en las unidades usadas por el programa es:  $2,75 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ .



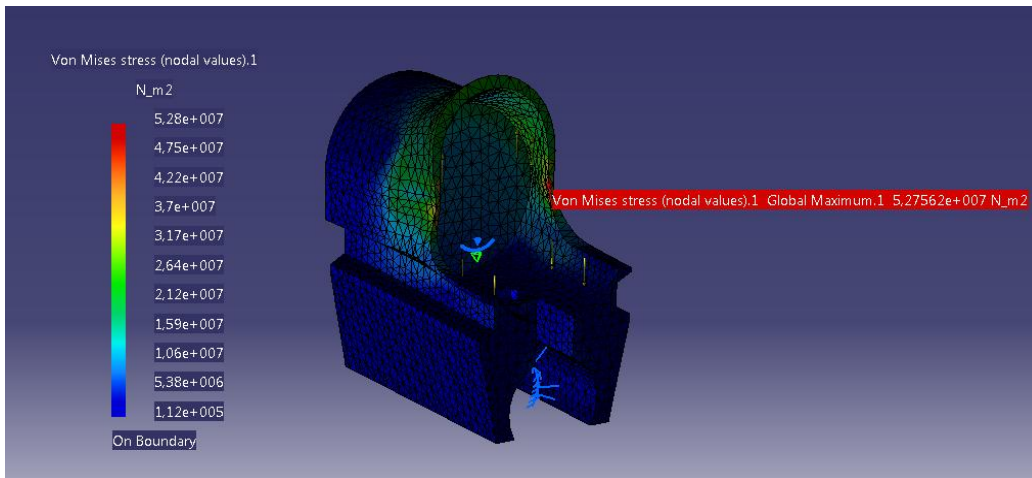


Figura 2.3 Comprobación de tensiones, hipótesis: sistema de carga.

### 3.1.1.4 Comprobación de desplazamientos

Se comprueba que los desplazamientos sobre la pieza son despreciables, del orden de milésimas de mm.

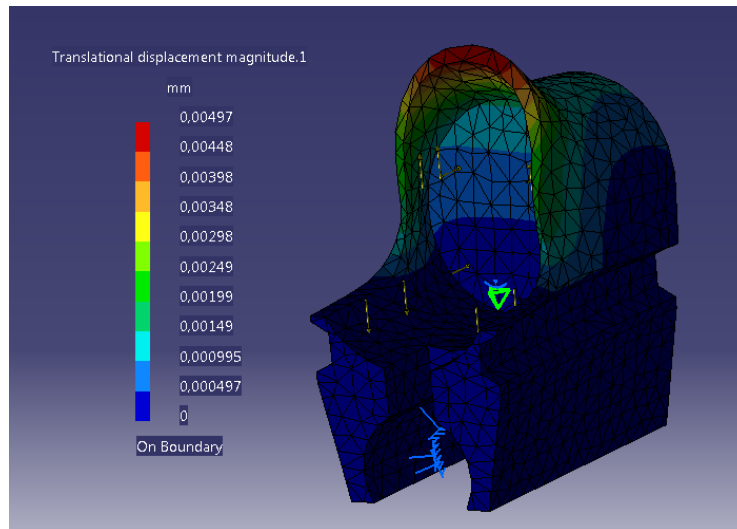


Figura 2.4 Comprobación de desplazamientos, hipótesis: sistema de carga.



### 3.1.2 Hipótesis 2. Acción de apoyo accidental sobre la carabina

#### 3.1.2.1 Descripción de las cargas

Se ha estimado el valor de dicha acción de 500N en dirección del eje de la carabina.

Las acciones sobre los elementos estructurales serán los siguientes:

- La fuerza axial descrita contra el fondo del elemento estructural.
- Un momento flector con cualquier dirección perpendicular a al eje axial de valor el de la fuerza (500N) multiplicado por una excentricidad que se ha estimado en 100mm, dando lugar a un valor total del momento flector de 50 N·m.

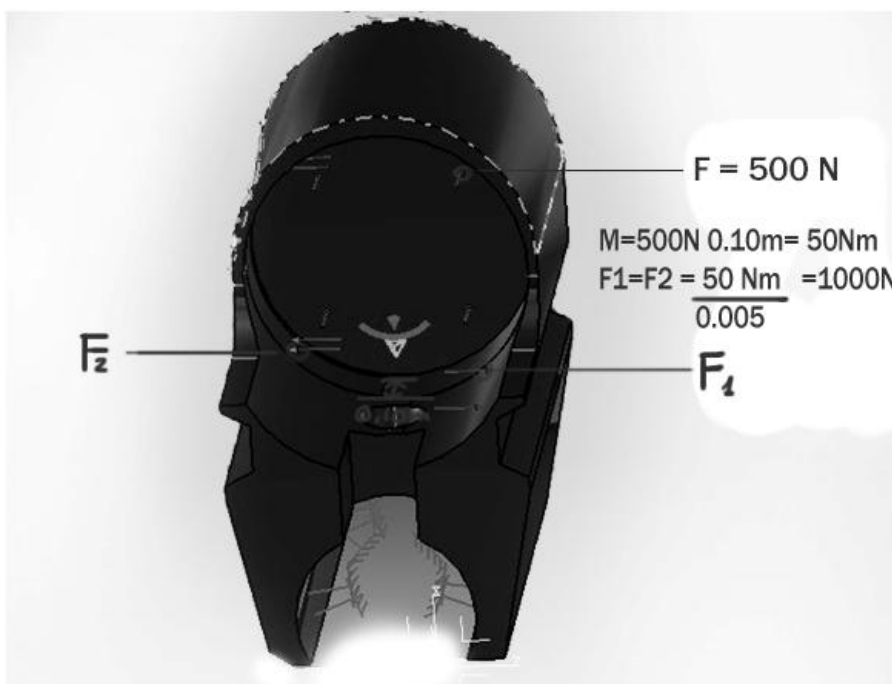


Figura 2.5 Esquema de cargas, Hipótesis: Apoyo Accidental.

### 3.1.2.2 Modelo de cálculo

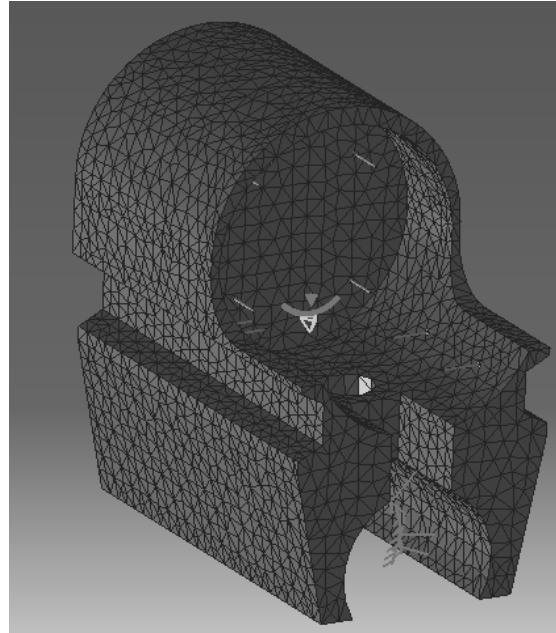


Figura 2.6 Modelo de cálculo, hipótesis: Apoyo accidental.

### 3.1.2.3 Comprobación de tensiones

Se comprueba que en todos los puntos de la pieza modelada las tensiones son menores a la de comparación de valor 275MPa

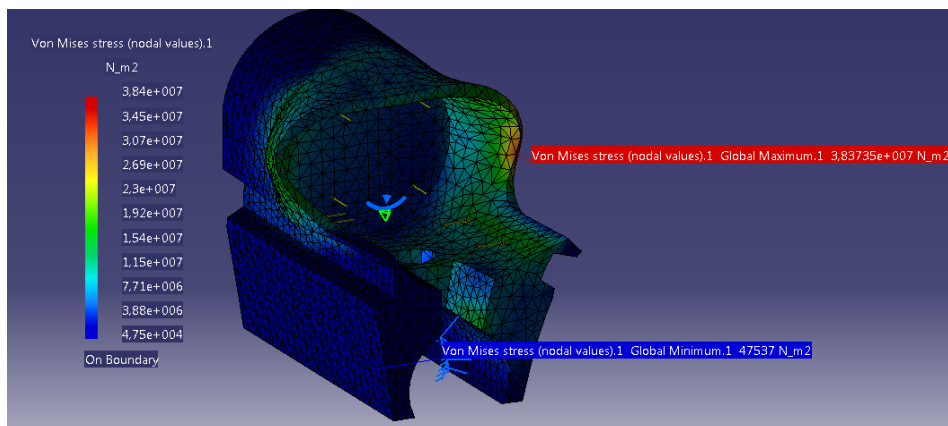


Figura 2.7 Comprobación de desplazamientos, hipótesis: Apoyo accidental.

### 3.1.2.4 Comprobación de desplazamientos

Se comprueba nuevamente que los desplazamientos sobre la pieza son despreciables.

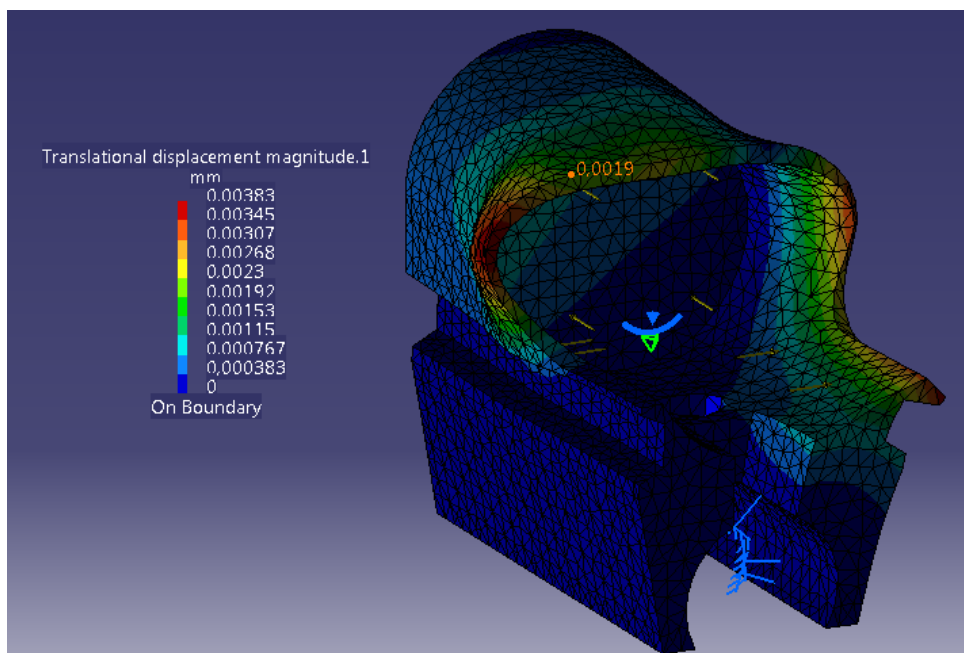


Figura 2.8 Comprobación de desplazamiento, hipótesis: apoyo accidental

## 3.2 Pieza 2: Refuerzo de culata, Sistema SIM

### 3.2.1 Hipótesis 1. Acción de carga de carabina

#### 3.2.1.1 Descripción de las cargas

Las acciones sobre los elementos estructurales serán los siguientes:

- Una fuerza en el extremo del cilindro del sistema SIM la cual se transcribe del momento ya conocido de 27Nm y de la distancia de 0.11 conocida hasta este punto.

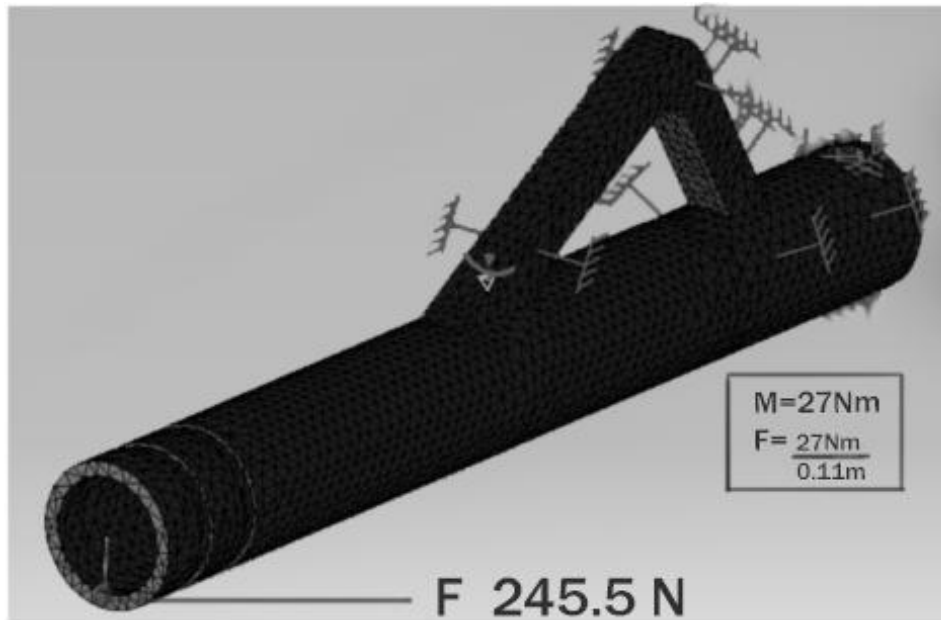


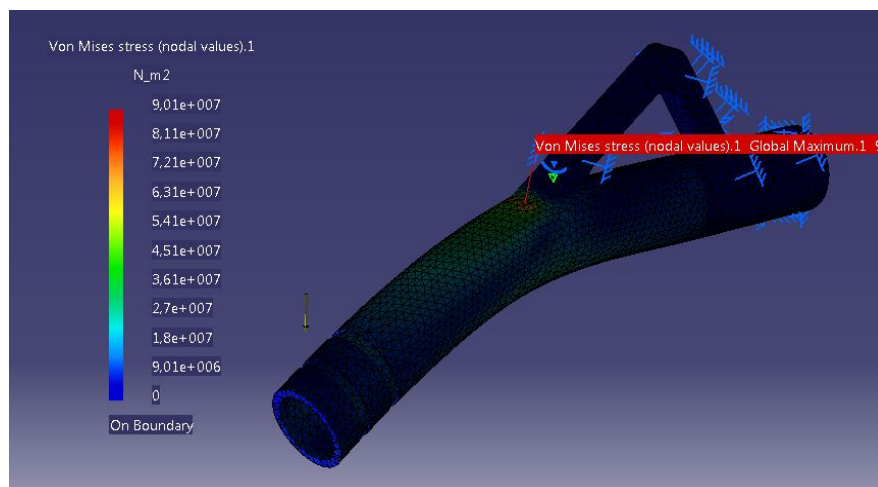
Figura 2.9 Esquema de cargas de acción accidental

#### 3.2.1.2 Modelo de cálculo

Se restringe la pieza en los puntos de unión con el sistema SIRAM BETA. Y se aplica la fuerza anteriormente descrita. Figura

#### 3.2.1.3 Comprobación de tensiones

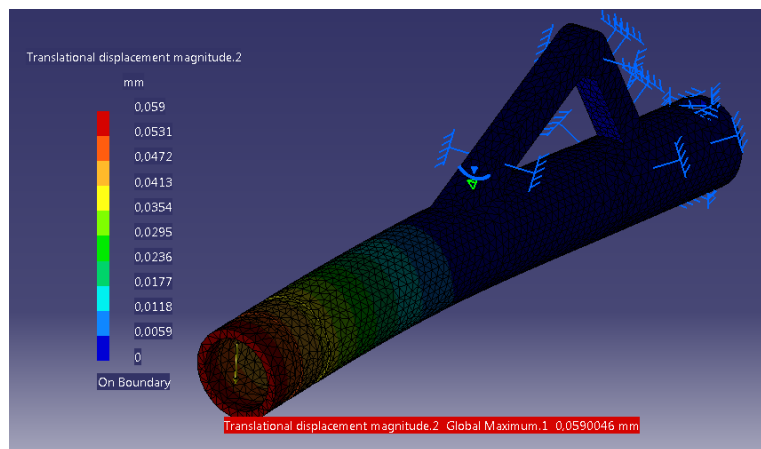
Las tensiones son se consideran admisibles.



**Figura 2.10** Aplicación de acción accidental sobre modelo de elementos finitos

### 3.2.1.4 Comprobación de desplazamientos

Los desplazamientos que se originan sobre la pieza son despreciables una vez más.



**Figura 2.11** Pieza 2 carga de la carabina desplazamientos

## 3.2.2 Hipótesis 2. Acción de apoyo accidental sobre la carabina

### 3.2.2.1 Descripción de las cargas

Se ha estimado el valor de dicha acción de 500N en dirección del eje de la carabina

Las acciones sobre los elementos estructurales serán los siguientes:

- La fuerza axial reactiva a la estudiada en la pieza SIRAM BETA.
- Un momento flector de un valor total del momento flector de 50N·m en el eje mas desfavorable

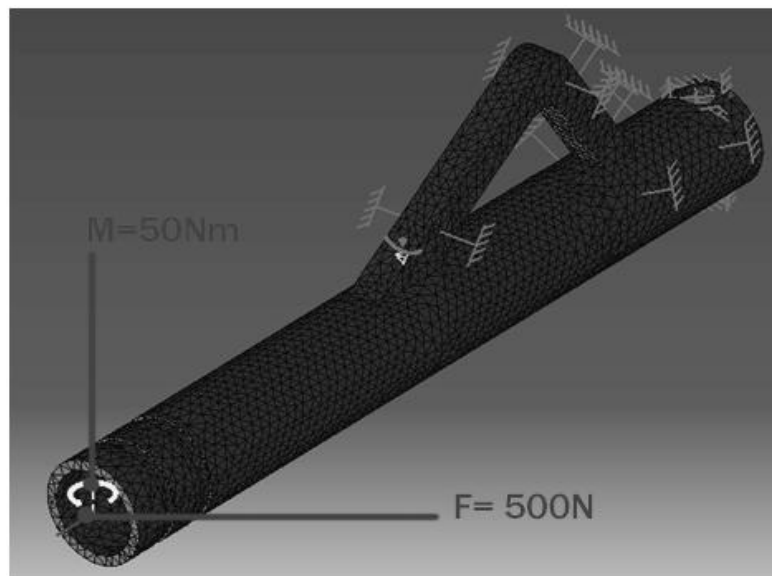


Figura 2.12 Esquema de cargas de acción accidental

### 3.2.2.2 Modelo de cálculo

Restricciones análogas a la Hipotesis anterior y aplicación de la fuerza axial y momentos antes descritos.

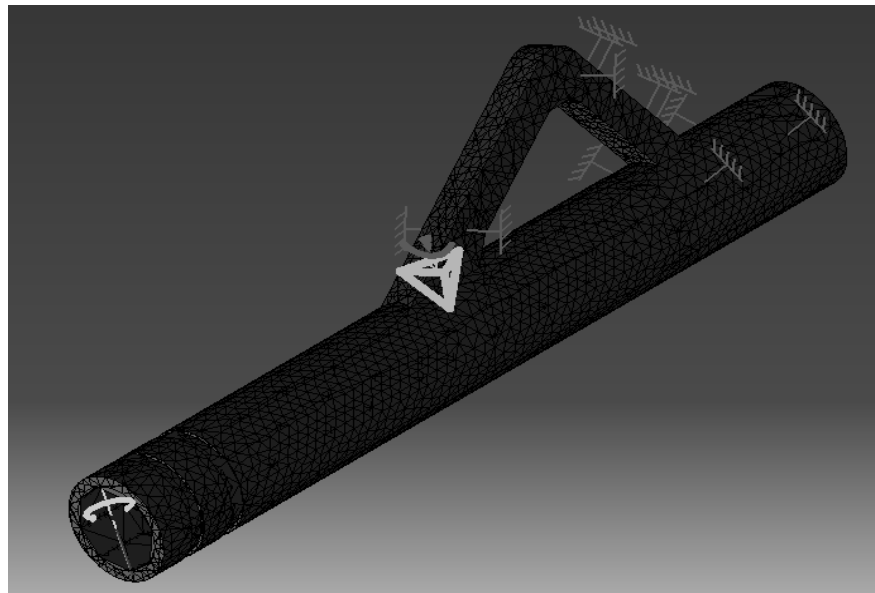


FIGURA 2.12 Modelo de calculo

### 3.2.2.3 Comprobación de tensiones

Se comprueba que las tensiones están dentro del límite de tolerancia fijado.

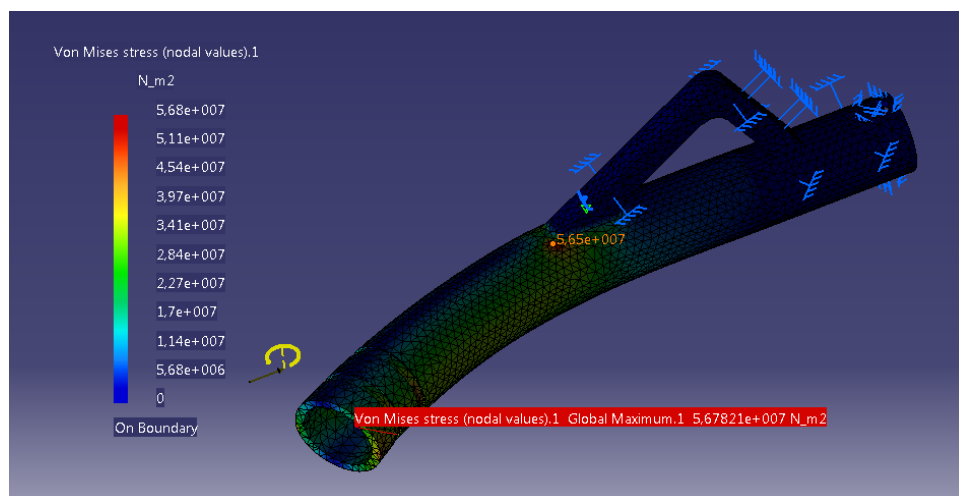


Figura 2.13 Comprobación de tensiones, hipótesis: apoyo accidental



### 3.2.2.4 Comprobación de Desplazamientos

Nuevamente se comprueba que los desplazamientos acontecidos en la pieza son de valores que se pueden considerar despreciables.

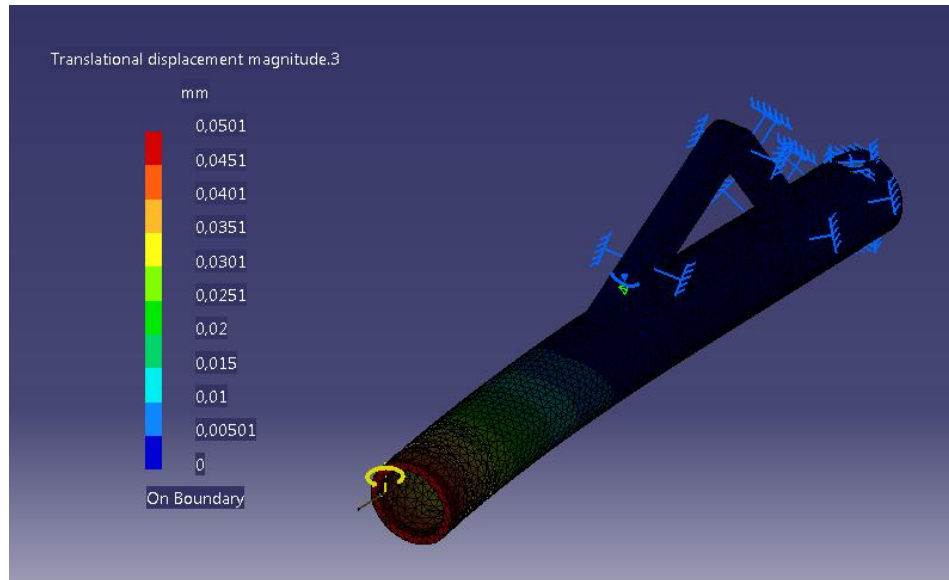


Figura 2.14 Comprobación de desplazamiento, hipótesis: apoyo accidental

## 4 CONCLUSIONES

Después del estudio de Tensiones y Deformaciones de las piezas que se consideran críticas para el buen funcionamiento del sistema se dan como validado las pruebas y aceptado el diseño realizado.

DOCUMENTO 7

---

PRESUPUESTO





## 1 COSTO DE FABRICACIÓN

Este presupuesto se ha realizado valorando todos los aspectos constructivos del producto que se ha diseñado y se pretende fabricar.

Los precios de algunos objetos son orientativos y deben ser tomados como tal.

Se ha calculado un coste estimado mediante el estudio exhaustivo de precios existentes, de productos similares actualmente en el mercado.

El costo de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos:

- Material
- Mano de obra directa (m.o.d.)
- Puesto de trabajo (p.t.)

Estos tres conceptos son los tres componentes directos de la producción.

Por lo tanto, tendremos que:

$$cf = material + m.o.d. + p.t$$

Es importante hacer una buena aproximación, ya que este factor del presupuesto es del cual se deducen los conceptos restantes aplicando los porcentajes establecidos.

- **DATOS DE INTERÉS**
- **HORAS DE TRABAJO EFECTIVAS/AÑO (He)**

Se establecen anualmente por cada sector industrial o empresa con convenio colectivo propio.

Se emplea el dato, **He= 1800 h.**

- **DÍAS REALES DE TRABAJO/AÑO (Dr)**

Es la diferencia entre 365 (o 366 en año bisiesto), días naturales/año Dn y el total de las deducciones D, es decir, 233 días. Todo esto queda resumido en la siguiente tabla:



---

<b>DÍAS NATURALES (Dn)</b>	<b>365</b>
Deducciones, D	132
Domingos	52
Sábados	52
Vacaciones (en días laborales)	20
Fiestas	8
<b>DÍAS REALES, Dr=Dn-D</b>	<b>233</b>

- **JORNADA EFECTIVA/DÍA (Jd)**

Cociente de dividir las horas de trabajo efectivas al año (He) entre los días reales de trabajo al año Dr. Con los datos anteriores:

$$Jd = He / Dr = 1800 / 233 = 7,73 \text{ h.}$$

## **2 COSTO DEL MATERIAL**

En la siguiente tabla se incluyen todos los materiales, tanto los que están elaborados y los suministrados por otras empresas como los que servirán para confeccionar la carabina.

Se realiza una valoración en función del peso o de las unidades que incorpore cada unidad del producto. El material de los elementos que deben elaborarse se valora por su peso en bruto y no por el neto, por lo que se le aumenta un porcentaje.

DOCUMENTO 1: MEMORIA										FECHA: 20/08/2014			HOJA: 1
HOJA DE COSTO DE MATERIALES										PESO Kg.	VOL. (m <sup>3</sup> )	€/kg	IMPORTE (€)
PIEZA		PLANO	MATERIAL	Nº PIEZAS	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO Kg.	VOL. (m <sup>3</sup> )	€/kg	IMPORTE (€)				
DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN												
TFG110_SIRAM_ALFA	Carril delantero con fijación por tornillo	2	S-275-JR	2	7860	0.055	1.34 E-5	5	0.28				
TFG120_SIRAM_BETA	Pieza fresada de acero con rail negativo y cejado hembra	3	S-275-JR	1	7860	0.28	3.54 E-5	5	1.25				
TFG210_SISTEMA SIM	Pieza de refuerzo metálico	4	S-275-JR - tubos	1	7860	0.14	1.75 E-5	1.56	0.22				
TFG220_CULATA_A	Culata A	5	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.32	2.70 E-4	0.8	0.28				
TFG230_CULATA_B	Culata B	6	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.47	3.92 E-4	0.8	0.38				
FTG310_CUERPO_A	Cuerpo A	7	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.44	3.70 E-4	0.8	0.35				
FTG320_CUERPO_B	Cuerpo B	8	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.41	3.43 E-4	0.8	0.33				
FTG321_GUARDAMONTES_B_ADJ	Sistema de seguridad B que recubre el gatillo.	9	S-275-JR	1	7860	0.11	1.34 E-5	5	0.55				
TFG410_GUARDAMANOS_A	Protección de la zona móvil de la carabina.	10	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.25	2.12 E-4	0.8	0.20				
TFG420_GUARDAMANOS_B	Protección de la zona móvil de la carabina.	11	Poliestireno de alto impacto: HIPS	1	1200	0.25	2.08 E-4	0.8	0.20				
TFG600_SISTEMA_MARVIC_NORICA A	Sistema de disparo de NORICA en torno al cual se ha realizado el diseño del sistema modular del proyecto	-	-	1	-	-	-	-	30				
TFG700_CANTONERA_A	Zona de la culata que disminuye el impacto del retroceso sobre el sujeto.	13	Goma natural (NR)	1	910	0.07	7.52 E-5	1.20 (ud.)	1.20				



### 3 COSTO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA

Las categorías de la mano de obra presentes en la fabricación serán: peones, oficiales de 1ª, oficiales de 2ª y oficiales de 3ª.

La tabla salarial para las categorías de la mano de obra que intervienen en la producción, basada en el acuerdo sobre la cualificación profesional de la siderometalúrgica de 2013- 2014 de la Delegación territorial de Valladolid, Junta de Castilla y León, es la siguiente:

TABLA DE SALARIOS				
	OFICIAL DE 1ª	OFICIAL DE 2ª	OFICIAL DE 3ª	ESPECIALISTA
Salario base día (Sb)	22,96	22,86	22,77	22,71
Plus día (Pd)	18,64	17,19	15,72	14,89
Salario día (Sd)	41,60	40,05	38,49	37,60
Remuneración anual (Ra)	17.680,00	17.021,25	16.358,25	19.980,00
Salario/ hora extra (He)	12,39	11,96	11,47	11,25

El costo de la mano de obra directa (m.o.d.) aparece al indicado final de este documento en el presupuesto industrial.

### 4 COSTO DEL PUESTO DE TRABAJO

La relación de puestos de trabajo es la siguiente, especificando la potencia consumida y el tipo de personal necesario para cada puesto de trabajo:



PUESTO DE TRABAJO		KW	M.O.D.		
Nº	DENOMINACIÓN		OFICIAL		
			1ª	2ª	3ª
1	Torno CNC	11	X		
2	Fresadora Manual (x2)	2		X	
3	Inyectora de plásticos (x3)	7.5		X	
4	Taladradora de columna	3			X
5	Grupo de soldadura TIG	11	X		
<b>TOTAL</b>		<b>51.5</b>			

La potencia total instalada es de 51.5 kW, por lo que la empresa suministradora debe contar con una potencia superior, unos 75 kW.

## 5 PERIODO DE ADQUISICIÓN O CAPITAL INVERTIDO

El siguiente cuadro refleja el importe de la adquisición del equipamiento del puesto

Nº	MAQUINA-HERRAMIENTA	€
1	Torno CNC	15000
2	Fresadora manual (x2)	700
3	Inyectora de plásticos (x3)	4000
4	Taladradora de columna	950
5	Grupo de soldadura TIG	2700
<b>TOTAL</b>		<b>32050</b>

### 5.1 PERIODO DE AMORTIZACIÓN (p), EN AÑO

Es el período de amortización de cada máquina, durante el cual se está recuperando la inversión.

Hoy en día la vida útil de las máquinas precisadas para la elaboración del presente proyecto según la ley se establece en 10 años.



Tomando como base los datos estadísticos de la instalación se establece un número de horas de funcionamiento al año, que viene a expresar la utilización real del puesto de trabajo.

## 5.2 HORAS ANUALES FUNCIONAMIENTO (Hf)

Tomando como base los datos estadísticos de la instalación se establece un número de horas de funcionamiento al año, que viene a expresar la utilización real del puesto de trabajo.

Nº	MAQUINA-HERRAMIENTA	Hf
1	Torno CNC	570
2	Fresadora manual (x2)	1207
3	Injectora de plásticos (x3)	1590
4	Taladradora de columna	171
5	Grupo de soldadura TIG	108

## 5.3 VIDA PREVISTA EN HORAS (Ht)

El periodo de funcionamiento de amortización en años,  $p$ , por las horas anuales de funcionamiento  $H_f$ , determina la vida total prevista  $H_t$  (en horas) del puesto de trabajo:

$$H_{t1} = p * H_{f1} = 10 * 570 = 5700 \text{ horas}$$

$$H_{t2} = p * H_{f2} = 10 * 1207 = 12070 \text{ horas}$$

$$H_{t3} = p * H_{f3} = 10 * 1590 = 15900 \text{ horas}$$

$$H_{t4} = p * H_{f4} = 10 * 171 = 1710 \text{ horas}$$

$$H_{t5} = p * H_{f5} = 10 * 108 = 1080 \text{ horas}$$

## 5.4 INTERÉS DE LA INVERSIÓN (Ih)

Tiene en cuenta el interés que se habría obtenido si el capital se hubiera invertido en otra clase de inversión. En el presente proyecto se considerará un rédito del 10%,  $r=0.1$ , interés horario,  $I_h=I/H_f=(C \cdot r)/H_f$  en euros/hora.

<b>i</b>	<b>C</b>	<b>r</b>	<b>H<sub>fi</sub></b>	<b>I<sub>hi</sub></b>
1	15000	0.1	570	0.263
2	700	0.1	1207	0.006
3	4000	0.1	1590	0.252
4	950	0.1	171	0.555
5	2700	0.1	108	2.5

### 5.4.1 AMORTIZACIÓN (A)

La amortización **A** representa el costo anual para recuperar o compensar el valor de la inversión **C**, es decir, la depreciación anual **C/p** que experimenta hasta concluir su vida útil, **p** años.

Su costo horario se determina dividiendo el costo de la amortización anual **A** por las horas anuales de funcionamiento **H<sub>f</sub>** del puesto en euros/hora.

$$A_h = \frac{A}{H_f} = \frac{C/p}{H_f}$$

<b>i</b>	<b>C</b>	<b>p</b>	<b>H<sub>fi</sub></b>	<b>A<sub>hi</sub></b>
1	15000	10	570	263.16
2	700	10	1207	57.99
3	4000	10	1590	25.16
4	950	10	171	55.55
5	2700	10	108	250.00



### 5.4.2 MANTENIMIENTO (M)

La empresa fija un porcentaje medio anual del 4%, es decir,  $m=0.04$  Mantenimiento Horario.

$$Mh = \frac{M}{Hf} = \frac{C * m}{Hf}$$

i	C	M	Hfi	Mhi
1	15000	0.04	570	1.053
2	700	0.04	1207	0.023
3	4000	0.04	1590	0.101
4	950	0.04	171	0.222
5	2700	0.04	108	1.000

### 5.4.3 ENERGÍA CONSUMIDA (Eh)

La energía consumida Eh, se calcula:

- Hallando el consumo anual de cada puesto de trabajo (kw instalados x horas anuales de funcionamiento) y totalizar el consumo anual del taller.

Máquina-herramienta	Denominación	KW instalados	Horas de funcionamiento	Consumo Anual (kWh)
Torno CNC	1	11	570	6270
Fresadora manual (x2)	2	2	1207	2414
Inyectora de plásticos (x3)	3	7.5	1590	11925
Taladradora de columna	4	3	171	513
Grupo de soldadura TIG	5	11	108	1188
<b>TOTAL</b>				<b>48574</b>

El consumo anual del taller es de **48574 kWh**.

- Se determina el consumo bimestral del taller, ya que la facturación de energía se efectúa en este periodo. Para su cálculo se divide el consumo anual entre 6, por lo que el consumo bimestral sería de **8095.7 kWh**.

La facturación bimestral se divide en dos conceptos:

- Potencia contratada:  $75 \text{ kW} \times 2,31 \text{ €/kw} = 173.25 \text{ €}$

## PRESUPUESTO

- Potencia consumida:  $8095.7 \text{ kWh} \times 0,124400 \text{ €/kWh} = 1007.1 \text{ €}$

Siendo la facturación bimestral total, la suma de las dos: **1180.35 €**.

3. Calculando el coste del kWh, mediante el cociente entre la facturación bimestral y el consumo bimestral.

Siendo el **costo del kWh**:  $1180.35/8095.7 = 0.146 \text{ €}$ .

Máquina-herramienta	KW instalados	Horas de funcionamiento	Consumo Anual (kWh)	Eh (€/h)
Torno CNC	11	570	6270	1.606
Fresadora manual (x2)	2	1207	2414	0.292
Inyectora de plásticos (x3)	7.5	1590	11925	1.095
Taladradora de columna	3	171	513	0.438
Grupo de soldadura TIG	11	108	1188	1.606

Con todo lo expuesto anteriormente se engloba todo en este cuadro:

COSTO DEL PUESTO DE TRABAJO											
Nº	Precio Adq. C (€)	Amor. P (años)	Hf. (h/año)	Vida útil Ht (h)	r	Inter. Ihi	Amort. Ah	m	Mant. Mh	Energía Eh	TOTAL
1	15000	10	570	5700	0.1	0.263	263.16	0.04	1.053	1.606	266.09
2	700	10	1207	12070	0.1	0.006	57.99	0.04	0.023	0.292	58.31
3	4000	10	1590	15900	0.1	0.252	25.16	0.04	0.101	1.095	26.61
4	950	10	171	1710	0.1	0.555	55.55	0.04	0.222	0.438	56.77
5	2700	10	108	1080	0.1	2.5	250.00	0.04	1.000	1.606	255.11

4. El costo horario (Eh) de la energía consumida por puesto de trabajo es el producto de los kW instalados en cada máquina por el costo del kWh.



## 6 COSTO DE FABRICACIÓN

HOJA DE COSTO DE FABRICACIÓN													
Conjunto:													
PIEZA		Cant	Fase Nº	TRABAJO		Tf (dmh)	Tf (h)	€/hora	Costo de fabricación			Total €	
Nº	Nº Plano			Operario	Máq.				Material	M.o.d	P. trabajo	FASE	PIEZA
1	2	2	1	Oficial 1ª	1	830	0.083	5.2	0.28	0.43	22.09	22.80	
			2	Oficial 1ª	1	500	0.050	5.2		0.26	13.34	13.60	
			3	Oficial 2ª	2	1170	0.117	5		0.89	6.82	7.71	44.11
2	3	1	1	Oficial 1ª	2	670	0.067	5.2	1.25	0.35	3.91	5.51	
			2	Oficial 2ª	2	1170	0.117	5		0.59	6.82	7.41	
			3	Oficial 2ª	2	2330	0.233	5		1.17	13.59	14.76	
			4	Oficial 2ª	2	1330	0.133	5		0.67	7.75	8.42	
			5	Oficial 3ª	4	1660	0.166	4.81		0.80	9.92	10.72	
			6	Oficial 3ª	MONTAJE	166	0.016	4.81		0.06		0.06	46.88
3	4	1	1	Oficial 1ª	1	830	0.083	5.2	0.22	0.43	22.09	22.74	
			2	Oficial 2ª	2	1330	0.133	5		0.67	7.75	8.42	
			3	Oficial 1ª	5	660	0.066	5.2		0.34	16.84	17.18	48.34
4	5	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.28	0.50	2.66	3.44	
			2	Oficial 2ª	3	830	0.083	5		0.42	2.21	2.63	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	1000	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.8
5	6	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.38	0.50	2.66	3.54	
			2	Oficial 2ª	3	830	0.083	5		0.42	2.21	2.63	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	100	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.9
6	7	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.35	0.50	2.66	3.51	
			2	Oficial 2ª	3	660	0.066	5		0.33	1.76	2.09	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	1000	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.34
7	8	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.33	0.50	2.66	3.49	
			2	Oficial 2ª	3	660	0.066	5		0.33	1.76	2.09	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	1000	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.32
8	9	1	1	Oficial 2ª	2	830	0.083	5	0.55	0.42	4.84	5.81	
			2	Oficial 1ª	1	130	0.013	5		0.06	3.46	3.52	
			3	Oficial 2ª	2	1170	0.117	5		0.59	6.82	7.41	16.74
9	10	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.20	0.50	2.66	3.36	
			2	Oficial 2ª	3	600	0.060	5		0.30	1.60	1.90	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	100	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.00
10	11	1	1	Oficial 2ª	3	1000	0.100	5	0.20	0.50	2.66	3.36	
			2	Oficial 2ª	3	600	0.060	5		0.30	1.60	1.90	
			3	Oficial 2ª	3	130	0.013	5		0.06	0.35	0.41	
			4	Oficial 2ª	2	1000	0.100	5		0.50	5.83	6.33	12.00
Control de calidad y banco de pruebas				Oficial 1ª		200	0.2	5.2		1.04		1.04	1.04
Montaje				Oficial 3ª	MONTAJE	830	0.083	4.81		0.40		0.4	0.4
<b>TOTAL</b>												<b>265.53</b>	

## 7 PRESUPUESTO INDUSTRIAL

Para el cálculo de las partidas del presupuesto industrial se necesitan calcular los porcentajes de la mano de obra indirecta, las cargas sociales y los gastos generales anuales de la empresa.

### 7.1 MANO DE OBRA INDIRECTA

Son todos aquellos trabajadores que están directamente relacionados con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

La empresa determinará cada año el porcentaje de mano de obra indirecta (m.o.i.) que representa la mano de obra indirecta respecto de la mano de obra directa, considerando el conjunto de operarios de ambas plantillas.

Se ha considerado que el porcentaje de m.o.i. respecto de la m.o.d. es del 34,7%. El porcentaje establecido se aplica en el presupuesto industrial sobre el costo de mano de obra directa (m.o.d.).

$$m. o. i. = (\%m. o. i.) * (m. o. d.)$$

### 7.2 CARGAS SOCIALES (C.S)

Representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, para cubrir las prestaciones del personal en materia de Seguridad social y Accidentes de Trabajo, así como otras previsiones de carácter general o coyuntural.

Las Cargas Sociales se determinan aplicando los porcentajes establecidos legalmente, sobre la remuneración anual de ambas clases de mano de obra.



---

Cada año la empresa determina el porcentaje que representan las Cargas Sociales para el conjunto de operarios de las plantillas de mano de obra directa e indirecta.

Este porcentaje se aplica en el presupuesto industrial sobre la suma del costo de mano de obra directa e indirecta.

Consideramos un porcentaje de Cargas Sociales del 37.5%

$$C.S. = (\%C.S.) * (m.o.d. + m.o.i)$$

### 7.3 GASTOS GENERALES (G.G.)

Se define como Gastos Generales el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa (excluidos los costes anteriormente analizados). Dependiendo de las características y magnitud de la empresa, aparecerán en Gastos Generales determinadas partidas que quizá no integren las de otras industrias de distinta naturaleza o volumen.

Normalmente la empresa determina anualmente y de forma global el porcentaje que representan los Gastos Generales respecto de la mano de obra directa.

Determinamos un porcentaje de Gastos Generales del 47%.

Este porcentaje se aplica en el presupuesto industrial sobre el costo de mano de obra directa del pedido

Con lo que se obtienen los siguientes resultados para una unidad:



CONCEPTO	IMPORTE (€)	PORCENTAJE
m.o.d	17.63	
m.o.i.	6.12	34.70%
CARGAS SOCIALES	8.90	37.50%
GASTOS GENERALES	8.29	47%

Y por tanto para 1000 unidades:

CONCEPTO	IMPORTE (€)	PORCENTAJE
m.o.d	17630	
m.o.i.	6120	34.70%
CARGAS SOCIALES	8900	37.50%
GASTOS GENERALES	8290	47%

## 8 COSTO TOTAL EN FÁBRICA (C.T.)

$$Ct = Cf + m.o.i. + C.S. + G.G.$$

## 9 BENEFICIO INDUSTRIAL (B.I.)

El beneficio industrial es establecido por la empresa, y se expresa en porcentaje sobre el costo total en fábrica Ct.

El beneficio industrial oscila normalmente entre el 10 y el 20%.



## 10 PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA

$$P.v. = Ct + B.i.$$

El cálculo del presupuesto industrial se realiza bajo el supuesto de realizar una partida de 1000 carabi

PRESUPUESTO INDUSTRIAL			FECHA:
Conjunto: N° CONJUNTOS: 1000			
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE (€)
COSTO DE FABRICACION, Cf.  Cf=M+m.o.d.+P.T.	MATERIAL, M	37700	181310
	MANO DE OBRA DIRECTA (m.o.d.)	17630	
	PUESTO DE TRABAJO P.T.	125980	
MANO DE OBRA INDIRECTA (m.o.i.)	m.o.i.=(34,7%)m.o.d./100		6120
CARGAS SOCIALES (C.S.)	C.S.=(37,5%)(m.o.d.+m.o.i.)/100		8900
GASTOS GENERALES (G.G.)	G.G.=(47%)m.o.d./100		8290
COSTO TOTAL DE FABRICACION, Ct	Ct=Cf+moi+C.S.+G.G.		204620
BENEFICIO INDUSTRIAL, B.i.	B.i.=(10%)Ct/100		20462
PRECIO VENTA EN FABRICA	DEL PEDIDO	P.v.=Ct+B.i.	225082
	UNITARIO	Pu=P.v./P	225.082



Documento 8

---

**PLIEGO DE CONDICIONES**





---

# 1 CONDICIONES GENERALES

En el pliego de condiciones aparecen las condiciones generales que deben cumplirse en la ejecución del proyecto: **Diseño y desarrollo de un sistema modular de elementos intercambiables para una carabina de tiro deportivo.**

Los datos que son mencionados en el pliego de condiciones y omitidos en los planos o en el caso contrario, que aparezcan en los planos pero no así en el pliego, serán realizados como si se encontraran expuestos en ambos documentos. Si se presentaran contradicciones entre ambos documentos, siempre prevalecerá lo expuesto en el pliego de condiciones.

A la hora de ejecutar el proyecto, se realizarán de forma estricta todas las formas, dimensiones y materiales indicados en el proyecto. Cuando se requieran modificaciones, se realizarán los mínimos cambios necesarios, respetando la idea del proyectista.

El contratista debe aceptar las obligaciones derivadas de su función de contratista después de reconocer haber examinado toda la documentación del presente proyecto y a su vez asumirá las obligaciones que se señalan expresamente en este documento.

En el momento de recibir los planos, el contratista deberá confrontarlos y comprobar las costas. En caso de cometer errores, ha de informar rápidamente a la dirección del proyecto ya que si omite este acto, será responsable de los errores que pudieran derivarse de su negligencia.

La realización del proyecto implica la aceptación de todas las bases a su vez de la posible no ejecución final del proyecto.

## 2 CONDICIONES ECONÓMICAS

### 2.1 COMPROMISO DEL PROMOTOR

La empresa promotora se compromete a la fabricación de nuestro producto con un número mínimo de 1.000 unidades, cifra en la que están calculados los datos.

Si incumpliera este acuerdo, el promotor pagará una indemnización, por lo tanto, realizar un seguro que permitiera el pago de dicha indemnización.

El equipo de diseño recibirá una cantidad fija de dinero, y un porcentaje de los beneficios. Estas cifras serán concretadas en el contrato que vincula al promotor del proyecto con el equipo de diseño.

### 2.2 CONDICIONES PARA LA EMPRESA AUXILIAR

La empresa auxiliar deberá cumplir una serie de requisitos que se consideran mínimos y necesarios que aseguren la correcta ejecución del producto en todos y cada uno de sus aspectos. A continuación, se exponen dichos requisitos mínimos:

- La empresa poseerá el certificado de homologación del sistema de calidad ISO 9001 además de cumplir la adaptación al Modelo Europeo de Gestión de Calidad (EFQM) en el plazo de un año si no funcionara actualmente en dicho marco.
- Ha de contar con experiencia demostrable en la ejecución y producción de proyectos, sobre todo en el sector correspondiente a este proyecto; además de manejar correctamente la tecnología necesaria para el desarrollo del mismo.
- La empresa auxiliar debe cumplir la normativa vigente en cuanto a fabricación industrial, además del desarrollo y cumplimiento de las normas de Seguridad y Salud según la legislación española y europea.  
En el caso de que se pudieran producir riesgos ambientales, se encargará un estudio de impacto ambiental para conseguir que fueran mínimos.
- A su vez, la empresa asegurará que se cumplan los plazos previstos para la ejecución del producto. La capacidad de producción debe ser óptima, mediante una correcta distribución de puestos de trabajo, maquinaria y mano de obra.
- En las instalaciones de la misma existirá un laboratorio de pruebas y ensayos. En caso de no disponer de uno, encargará los ensayos a otra empresa o



---

laboratorio de tal forma que asegure la detección de posibles errores en la fabricación de manera rápida y fiable.

- La empresa debe contar con la maquinaria necesaria para la producción del producto. Al haberse hecho cargo de dicha producción, la empresa correrá con todos los gastos derivados de estas adquisiciones como máquinas nuevas o utillajes. El presupuesto nunca se verá modificado.
- La homologación de las piezas proyectadas debe obtenerse por la empresa en un plazo no superior a año y medio.

En cuanto al personal de la misma:

- La empresa dispondrá de personal técnico cualificado, capaz de interpretar de forma adecuada los documentos, planos y especificaciones del proyecto y que pueda ejecutarlo según las indicaciones y condiciones del mismo.
- Todo el personal que se halle en plantilla y a su vez el que participe en la producción del proyecto, tendrá asignadas unas tareas específicas, sobre las cuales estará debidamente formado e informado. También en materia de prevención de riesgos laborales.
- Ha de disponerse de personal técnico de producción, oficiales de primera, segunda y tercera, así como de comodines y personal administrativo y de mantenimiento.
- El personal estará dado de alta en la Seguridad Social y cobrará, al menos, y dependiendo de su actividad, el mínimo salarial establecido por el Gobierno. A su vez, la plantilla pertenecerá a una Mutua de Accidentes, elegida por la directiva de la empresa.

Las normas relativas a Seguridad e Higiene deben ser cumplidas en todo momento por el personal de la empresa.

## **2.3 CONDICIONES PARA LA EMPRESA ADMINISTRADORA**

La empresa productora adquirirá los elementos que considere necesarios de proveedores externos para el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, para asegurar un desarrollo eficaz de la línea de producción de la empresa sin que se pudiera dificultar la capacidad productiva de la misma, los proveedores deben de contar con una serie de características:



- La empresa debe asegurarse de contratar proveedores con experiencia demostrable en el abastecimiento industrial. A su vez deben ofrecer a la misma garantías en el cumplimiento de los plazos de entrega previstos.
- Las empresas proveedoras deben cumplir la legislación empresarial de carácter legal, y la homologación o calidad de los productos suministrados siendo encargada la empresa productora de comprobarlo.
- Los suministros han de presentarse debidamente empaquetados y cerrados en la empresa productora.
- Se establecerá el sistema de entrega por parte de los proveedores escogiendo el que considere más adecuado a sus necesidades. También se acordaran así las penalizaciones correspondientes por retraso o defectos en el suministro.

Las empresas proveedoras deben disponer de personal técnico cualificado, capaz de interpretar correctamente las especificaciones del producto requerido.

### **2.4 CONDICIONES PARA EMPRESA DE MONTAJE**

Cuando la empresa de montaje reciba todos los componentes necesarios para el ensamblaje del producto final, debe empezar a realizar el trabajo teniendo en cuenta unas condiciones mínimas y necesarias para poder asegurar la correcta ejecución. A continuación se detallan los requisitos exigidos:

- La empresa de montaje tiene que cumplir la certificación de calidad ISO 9000 e ISO 9001, de manera que aseguramos la satisfacción de los clientes.
- A su vez, cumplirá la normativa vigente en cuanto a fabricación industrial, las normas de Seguridad y Salud según la legislación española. Como la empresa productora, si se pudiera incurrir en riesgos ambientales se encargaría un estudio de impacto ambiental para conseguir los mínimos efectos. Siendo la empresa productora quien se asegura de que la empresa de montaje cumple la legislación empresarial de carácter legal.
- La empresa de montaje debe contar con experiencia demostrable en la ejecución y producción de proyectos en el sector correspondiente al presente proyecto y asimismo en la utilización de la tecnología necesaria para su desarrollo.
- Debe poder asegurar el cumplimiento de los plazos previstos para la ejecución del producto, mediante una correcta distribución de puestos de trabajo, maquinaria y mano de obra.



- La empresa de montaje dispondrá de personal técnico cualificado. Éste ha de ser capaz de interpretar de forma adecuada los documentos, planos y especificaciones del proyecto para que pueda ejecutarlo siguiendo las indicaciones y condiciones del mismo.
- En las instalaciones de la empresa debe existir un laboratorio de pruebas y ensayos, y en caso de no disponer de uno, encargará los ensayos a otra empresa o laboratorio de confianza para asegurar la detección de posibles errores en la fabricación de la manera más rápida y fiable posible.

La empresa de montaje obtendrá la homologación del producto en un plazo no superior a año y medio.

## **2.5 PRECIO DEL PRODUCTO**

Los costes de fabricación se han calculado atendiendo a los medios que dispone la fábrica que desarrollará el producto, por lo que el precio del mismo con el que saldrá a la venta está incluido en el documento de Presupuesto.

Cualquier cambio en la producción debe ser consultado al equipo de diseño, y sólo serán permitidos si el precio de la fabricación disminuye o se consiga un mejor acabado.

## **3 CONDICIONES TÉCNICAS**

### **3.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales que se usen en el proyecto deberán estar correctamente homologados para asegurar una calidad óptima.

En el caso de los productos normalizados o adquiridos a otras empresas, éstos deberán superar también los controles de calidad impuestos por la Unión Europea así como en materia de seguridad.

Este punto lo realizarán personalmente, verificadores experimentados en el tema o con un nivel educativo medio-alto relacionado con dicha actividad, con herramientas de medición y cualidades para hacer un buen análisis visual, dimensional y no dimensional.

Se trata de asegurar el buen estado del material suministrado, y comprobar que todo está dentro de las tolerancias y especificaciones del pliego de condiciones, para que en el caso contrario poder rechazarlo tomando las medidas que se consideren oportunas.

Los materiales metálicos no deben presentar óxidos, descarbonaciones, irregularidades superficiales, golpes, perforaciones, etc.

Los materiales plásticos no deben presentar deformaciones o desgastes superficiales que influyan en su óptimo rendimiento, perforaciones, etc.

Los mecanismos deben funcionar correctamente y no traer rebabas u otro tipo de defecto superficial.

### **3.2 GARANTÍA DEL PRODUCTO**

Todos los materiales y piezas suministradas desde el exterior que entren en la empresa de montaje se revisarán por la dirección facultativa, y será ella quien autorice su uso.

Para los materiales o piezas que no cumplan con los requisitos establecidos se seguirá un protocolo de devolución bajo convenio establecido previamente entre las empresas involucradas en el proyecto.

El producto final, deberá superar las exigencias que permitan su correcto funcionamiento y buen estado durante al menos el mínimo tiempo exigido por la legislación europea en cuanto a garantías, comprometiéndose la empresa a la reposición de las piezas o del conjunto en caso de fallos provocados por ésta.

## **4 EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

En este apartado se detallarán las condiciones, personas, empresas... que precisa la línea productiva para la óptima fabricación del producto.



---

## 4.1 PROVEEDORES

Contaremos con dos tipos de proveedores distintos, aquellos que nos suministran de piezas normalizadas y piezas fabricadas por otras empresas y los proveedores de materiales que se emplearán en la fabricación de nuestras piezas diseñadas. En ambos casos, se tendrá en cuenta las premisas que se han descrito anteriormente:

- El correcto cumplimiento de las disposiciones legales para las actividades de carácter empresarial e industrial.
- La empresa suministradora deberá cumplir los plazos previstos para que los pedidos sean cumplidos.

Deberá tenerse en consideración la referencia geográfica, de forma que los costes de transporte no se vean demasiado incrementados así como la posesión de un Sistema de Gestión de la Calidad, implantado, a ser posible, de acuerdo con las directrices de la familia de normas ISO 9000.

## 4.2 FABRICACIÓN

Las piezas que se tengan que fabricar se realizaran en las fábricas de la empresa promotora. Teniendo una capacidad de producción de la empresa de montaje que asegure que se cumplan los plazos previstos para la fabricación de la primera serie del producto.

Es recomendable que la ejecución de la obra se realice en una factoría propia del sector, así evitaremos que las inversiones en maquinaria alcancen presupuestos imposibles.

### 4.2.1 Montaje

El producto se montará en las líneas de fabricación de tal forma que una vez alcance el final de la línea, éste se encuentre listo para su distribución.

Con un sistema de montaje lo más sencillo posible para abaratar costes se tomará como requisito indispensable el cumplimiento de la certificación de calidad ISO 9000 e ISO 9001 por parte de la empresa encargada del montaje.

### **4.2.2 Embalaje**

La carabina será embalada en la cadena de montaje en el último puesto tras haber superado las comprobaciones pertinentes.

Cada una de las piezas del producto se embalará de forma individual en plástico PET sellado para preservarlas y todas ellas contarán con el marcaje de símbolos necesario para la distribución en la unión europea y el cumplimiento de todas las normas de seguridad para la distribución en el mercado.

En este punto, junto con las instrucciones de uso pertinentes, se colocará en una caja de cartón de medidas que nos conducen al mayor aprovechamiento de la misma con el mínimo material posible y teniendo en cuenta el principio de ecodiseño presente, se evitará en todo lo posible el uso de adhesivos para su montaje y cierre, favoreciendo las pestañas y dobleces del cartón para conseguir el cerrado.

## **4.3 DISTRIBUCIÓN**

La empresa promotora trabajará con sus distribuidores habituales teniendo presente una estrategia de marketing y posicionamiento en el mercado positivos para la empresa.

## **4.4 CERTIFICACIONES**

### **4.4.1 Cualificaciones De La Mano De Obra**

Aunque anteriormente se menciona que la empresa dispondría de personal técnico de producción, oficiales de primera, segunda y tercera, así como comodines y administrativos y personal de mantenimiento, etc., debe comprobarse que cada uno de ellos ejecuta su labor correspondiente, en la cual habrán sido formados y con la especialización, títulos, etc. que la empresa considere necesarios para la correcta ejecución del producto.

Es fundamental que todo el personal implicado en el desarrollo completo del producto trabaje teniendo en cuenta la legislación vigente sobre prevención de



---

riesgos laborales. Por lo que en caso de que fuese necesaria la intervención de algún otro operario en un determinado puesto de trabajo ya sea por motivos de bajas laborales u otras causas, se formará previamente al nuevo operario o en su defecto se encargará un comodín que ha sido previamente formado para la tarea.

#### **4.4.2 Mediciones**

Debemos minimizar el riesgo de fallos, deterioros o errores durante todo el proceso.

En cada puesto de trabajo se hará un control de calidad de la pieza asegurándonos así una buena inspección visual de cada uno de los productos y suministros, y se rechazarán aquellas piezas que no cumplan los requisitos establecidos.

De esta manera aseguramos que cada elemento defectuoso es separado de la línea de montaje para su posterior análisis, y rechazado todo aquel que evidencie fallos o desviaciones en cuanto a la forma, posición, acabado u otra operación de carácter general.

Cada trabajador es así responsable en su puesto del montaje de las piezas defectuosas, pues previamente habrán sido informados de las características a cumplir por cada una de las piezas.

Se aceptarán tolerancias de grado medio en la mayor parte de las piezas tanto dimensionales como de forma, salvo en las piezas cuya tolerancia ya se especifica en los planos.

Finalmente, se verificará el correcto funcionamiento del conjunto en la misma cadena de montaje, prestando especial atención a la calidad de las superficies, las cuales deberán ser completamente lisas, sin ningún golpe, hendidura, marca del procesado, etc.

Deben adecuarse a las medidas y formas de los planos para asegurarnos la perfecta conexión entre todas las partes que componen el producto.

### 4.4.3 Ensayos

Para comprobar el correcto funcionamiento de nuestras piezas, del total de la producción se separará un 10% aleatoriamente para ser testado en condiciones similares a las de su uso, comprobando que los diversos elementos componentes de las mismas encajan de la forma adecuada, y que su objetivo final se cumple en un Laboratorio de Ensayo que esté acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para los ensayos específicos a los que se someterá la carabina.

Antes de comenzar la producción se realizarán varios modelos a los que se les someterá a condiciones extremas para lograr una calidad óptima en condiciones normales de uso cumpliendo la normativa en todo momento.

El laboratorio convenientemente acreditado emitirá un certificado en el que se indiquen los datos óptimos calculados.

A su vez, también se separará un 5% del total de los elementos normalizados. Si encontramos una pieza defectuosa se devolverá el lote completo para evitar errores acumulativos que produjeran un producto insatisfactorio.

### 4.4.4 Recepción

Para facilitar un estudio del lanzamiento del producto al mercado capaz de corregir errores de distribución o estrategia, se realizará en principio una partida del porcentaje fijo del total, que se lanzará más tarde.

Teniendo presente la aceptación del público, se ajustará el ritmo de producción a la demanda del mercado. Este apartado debe ser puesto en acuerdo entre fabricante y la dirección aconsejada por el departamento de marketing y ventas y los estudios realizados por ellos previamente.

### 4.4.5 Penalización

Como ya se ha comentado, el correcto cumplimiento de los plazos fijados es de vital importancia. Cualquier retraso será penalizado según se estipule en el contrato.



---

En el caso de que los retrasos persistieran por parte de una empresa, la penalización aumentará exponencialmente llegando incluso a la rescisión del contrato. De igual manera, los adelantos también serán penalizados por los costes que supondría de almacenamiento de stock.

#### **4.4.6 Bonificación**

El cumplimiento de los plazos, y la reducción de fallos en la producción serán bonificados para incentivar a los trabajadores de la empresa y mejorar las relaciones con las empresas dependientes.

## **5 DISPOSICIONES FINALES**

Al término de la cadena de producción la carabina estará preparada para su distribución y venta. Por supuesto, se excluirán automáticamente de la cadena todas aquellas piezas que presenten cualquier tipo de imperfección, como rebabas, golpes, incumplimiento de tolerancias, ajustes incorrectos, etc.

Lo mismo sucederá con aquellas carabinas que no tengan un correcto funcionamiento final.

Se tendrá en cuenta el correcto embalaje dispuesto anteriormente.

### **5.1 PERIODO DE GARANTÍA**

Los plazos de garantía que la ley reconoce serán de dos años para los bienes nuevos.

Este plazo comienza a contar desde el momento que el bien se entregó al consumidor, y será el que aparezca en la factura, tique de compra o albarán de entrega.

Todo defecto o vicio que surja en los primeros seis meses, se entiende que es originario, y será el vendedor el obligado a demostrar que el bien estaba conforme con el contrato.



El consumidor debe de informar al vendedor en el plazo de dos meses desde que se detectó el defecto.

Los derechos que la ley reconoce se pueden ejercitar hasta los tres años desde la entrega del bien, todo ello de acuerdo con el Real Decreto legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y usuarios y otras leyes complementarias.

## Documento 9

---

### ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL





---

# 1 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de riesgos laborales y al Real Decreto 486/1996, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23-04-1997.

El objetivo de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es definir los riesgos laborales que pueden surgir en el desarrollo de la actividad industrial según los parámetros (tecnología, diseño y materiales) empleados en el proyecto. Una vez definidos los riesgos que afectan a la salud y a la integridad física del personal que intervendrá en el desarrollo de la actividad, se propondrán las soluciones que se crean oportunas, sirviendo estas de base para que el encargado correspondiente elabore el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución.

Todo aquel riesgo no previsto en este Estudio Básico de Seguridad y Salud que surgiese en el desarrollo de la actividad, se estudiará con los responsables de seguridad para arbitrar aquellas medidas de protección adicionales que se integrarán en el Plan de Seguridad.

## 1.1 DEBERES Y COMPROMISOS

Según los Artículos 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un

correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.

- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.



- 
- Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
  - El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

#### **Equipos de trabajo y medios de protección.**

- El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:
  - La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
  - Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
  - El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

## **2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA**

De acuerdo con los Artículos 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

- El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.



---

El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.

El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

### **3 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS**

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales.



Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el Artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.



### 3.1 CRITERIOS DE VALORACIÓN: LÍMITES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL SEGÚN LA NORMATIVA

Al no contar con información del lugar específico del puesto de trabajo donde se desarrollará la actividad industrial descrita en el presente proyecto, se enumeran los valores límite de exposición de diversos factores que actúan sobre los trabajadores. Se entiende por tanto que cuando se superen dichos valores marcados existe una situación de riesgo sobre la que se debe actuar correspondientemente para su eliminación o reducción si no fuera posible.

Para establecer los niveles mínimos en cuanto a seguridad y salud de los trabajadores se comienza remitiendo al RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. De este decreto extraemos las siguientes normas generales que nos pueden influir en el puesto de trabajo:

- **Condiciones ambientales:**
  - No deben suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
  - No deben constituir una molestia para el trabajador.
    - Temperatura en locales donde se realicen trabajos ligeros: [14,25<sup>0</sup>C]
    - Humedad relativa en locales con riesgo eléctrico <50%.
    - No debe haber exposiciones continuadas a corrientes de aires mayores de 0.25 m/s en ambientes no calurosos.
    - Renovación mínima del aire en locales calurosos o contaminados por humo son 50 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador.
  - La exposición ante agentes físicos, químicos y biológicos del ambiente de trabajo debe cumplir la normativa específica.
- **Contaminantes físicos:**

- **Ruido.** Se deberá establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o de organización destinadas a reducir la exposición al ruido y se deberán integrar en la planificación de la actividad preventiva de la empresa, cuando se sobrepasen los valores superiores de la exposición que dan lugar a una acción. Estos valores se muestran a continuación.

Los valores límites de exposición y los valores de exposición que implican tomar medidas, referidos a niveles de exposición diaria y niveles pico se fijan en:

- Valores límites de exposición:  $LA_{eq,d} = 87$  dB(A) y  $L_{pico} = 140$  dB (C), respectivamente.
- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción:  $LA_{eq,d} = 85$  dB (A) y  $L_{pico}=137$  dB (B)
- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción:  $LA_{eq,d} = 80$  dB (A) y  $L_{pico}=135$  dB (B)

Cuando se aplican los valores límites de exposición, se debe tener en cuenta las reducciones que generan los protectores auditivos individuales utilizado por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

- **Vibraciones.** De acuerdo con lo establecido por el Real Decreto 1311/2005 la evaluación del riesgo derivado de la exposición a vibraciones mecánicas debe hacerse determinando el valor del parámetro  $A(8)$ , que representa el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de 8 horas, y comparando el valor obtenido con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite que vienen fijados en el propio real decreto y que se recogen en la Tabla 1. De esta comparación pueden derivarse tres situaciones:
  - $A(8)$  es inferior al valor que da lugar a una acción.
  - $A(8)$  está comprendido entre el valor de acción y el valor límite.
  - $A(8)$  es superior al valor límite.



	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones transmitidas al sistema <b>mano-brazo</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>
Vibraciones transmitidas al <b>cuerpo entero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>

*Tabla 1. Valores que dan lugar a una acción y valores límite*

Aunque la forma de calcular A(8) es diferente según se trate de vibraciones mano-brazo (en cuyo caso el R.D. remite a la norma UNE-EN ISO 5349) o cuerpo entero (caso en el que debemos recurrir a la norma ISO 2631-1 o a su traducción UNE-ISO 2631-1), para calcularlo necesitamos conocer el valor de la aceleración de la vibración y el tiempo de exposición.

- **Iluminación:**

- Iluminación debe adecuarse a las características de la actividad a realizar, teniendo en cuenta:
  - De las condiciones de visibilidad dependen muchos riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.
  - Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.
- Si no es posible utilizar iluminación natural satisfactoriamente, se usará preferentemente iluminación artificial general que puede apoyarse con iluminación localiza en zonas concretas en el caso de que se requiera.
- Para una zona de trabajo donde se realizan actividades con exigencias visuales altas, se necesita una nivel mínimo de iluminación de 500 lux.

- Para una zona de trabajo de uso habitual, se necesita una nivel mínimo de iluminación de 300 lux.
- Para una de circulación de uso habitual, se necesita una nivel mínimo de iluminación de 100 lux.
- Los niveles mínimo se duplicarán en el caso de:
  - Zonas de uso con riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
  - Zonas donde se realizan tareas en las que un error visual puede suponer un peligro para el trabajador que lo ejecuta o para terceros.
- La iluminación debe ser lo más uniforme posible.
- Se deben evitar los deslumbramientos indirectos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o en sus inmediaciones.
- **Espacios de trabajo y zonas peligrosas.** Las dimensiones de los locales de trabajo deben permitir que los trabajadores realicen sus trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en buenas condiciones ergonómicas. Las dimensiones mínimas son:
  - 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. Reducibles a 2.5 en oficinas y despachos.
  - 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
- **Orden limpieza y mantenimiento**

### NORMATIVA Y MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LOS RIEGOS DERIVADOS DE LA MAQUINARIA

Las normas de desarrollo reglamentario son las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los



---

trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos. Estas aparecen en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE nº 188 07-08-1997.

A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por:

- Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.
- Utilización de un equipo de trabajo: cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida en particular la limpieza.
- Zona peligrosa: cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o para su salud.
- Trabajador expuesto: cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.
- Operador del equipo: el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo.

A continuación se adjuntan las disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo extraídas de dicho Real Decreto:

1. Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.

Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Si fuera necesario, el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual. El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas.

2. La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Lo mismo ocurrirá para la puesta en marcha tras una parada, sea cual fuere la causa de esta última, y para introducir una modificación importante en las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.), salvo si dicha puesta en marcha o modificación no presentan riesgo alguno para los trabajadores expuestos o son resultantes de la secuencia normal de un ciclo automático.

3. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de



---

trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de que se trate.

Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.

4. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

5. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

6. Modificación por RD 2177/2004.

Si fuera necesario para la seguridad o salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estar estabilizados por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, salvo en el caso de las escaleras de mano y de los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, cuando exista un riesgo de caída de altura de más de dos metros, los equipos de trabajo deberán disponer de barandillas o de cualquier otro sistema de protección colectiva que proporcione una seguridad equivalente.



Las barandillas deberán ser resistentes, de una altura mínima de 90 centímetros y, cuando sea necesario para impedir el paso o deslizamiento de los trabajadores o para evitar la caída de objetos, dispondrán, respectivamente, de una protección intermedia y de un rodapiés.

Las escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

7. En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse las medidas de protección.
8. Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Los resguardos y los dispositivos de protección:

- a. Serán de fabricación sólida y resistente.
- b. No ocasionarán riesgos suplementarios.
- c. No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- d. Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- e. No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.



- 
- f. Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.
9. Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
10. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
11. Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.
12. Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.
13. El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.
14. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y

disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros.

15. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.
16. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.
17. Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
18. Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.
19. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario.



---

## 4 EPIS

REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE nº 140 12-06-1997

El presente Real Decreto establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual.

A efectos del presente Real Decreto, se entenderá por «equipo de protección individual» cualquier equipo

destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Se excluyen de la definición contemplada:

1. La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
2. Los equipos de los servicios de socorro y salvamento.
3. Los equipos de protección individual de los militares, de los policías y de las personas de los servicios de mantenimiento del orden.
4. Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
5. El material de deporte.
6. El material de autodefensa o de disuasión.
7. Los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos y de los factores de molestia.

El Anexo I contiene un listado indicativo y no exhaustivo de los equipos de protección individual objeto de este Real Decreto.

De este Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, se extraen las características que regulan las condiciones para la comercialización de los Equipos de Protección Individual, también llamados EPIs.

Es posible señalar de forma general una serie de características que deben ser exigibles tanto a los materiales empleados en la fabricación, como al diseño y a la construcción del producto.

- Condiciones de los materiales empleados para la fabricación del producto:

Las propiedades físicas y químicas de los materiales empleados en la fabricación deberán adecuarse a la naturaleza del trabajo y al riesgo de la lesión que se desee evitar, a fin de proporcionar una protección eficaz. Los materiales empleados no deberán producir efectos nocivos en el usuario.

- Condiciones relativas al diseño y la construcción:

La forma será la que mejor se adapte al mayor número de personas, teniendo en cuenta los aspectos ergonómicos y de salud del usuario. Se tendrán en cuenta valores estéticos y se reducirá al máximo posible su incomodidad. En cuanto al diseño y la construcción, los productos serán de fácil manejo, debiendo poder realizar el trabajo sin pérdida considerable de rendimiento, y posibilitando su fácil mantenimiento y conservación.

- Todos los EPIs usados en la empresa llevaran el correspondiente marcado CE de conformidad, y serán retirados y sustituidos por otros nuevos siempre que hayan llegado al fin de su vida útil o no se encuentren en adecuadas condiciones. Además de los EPIs específicos para cada puesto de trabajo, a todos los trabajadores se les dotara de monos de trabajo adecuados.



---

Para la elección de los equipos de protección individual, el empresario deberá llevar a cabo las siguientes actuaciones:

1. Analizar y evaluar los riesgos existentes que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por otros medios.

En el Anexo II de este Real Decreto figura un esquema indicativo para realizar el inventario de los riesgos.

2. Definir las características que deberán reunir los equipos de protección individual para garantizar su función, teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos de los que deban proteger, así como los factores adicionales de riesgo que puedan constituir los propios equipos de protección individual o su utilización. Para ello en el Anexo IV se contienen un conjunto de indicaciones no exhaustivas para la evaluación de una serie de equipos de extendida utilización.
3. Comparar las características de los equipos de protección individual existentes en el mercado con las definidas según lo señalado en el apartado anterior.

Se considera de interés resaltar la información que procura el Anexo III: Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

## **5 INSTALACIONES SANITARIAS**

La empresa dispondrá de un servicio médico autónomo o mancomunado, que será el encargado de prestar los primeros auxilios a los trabajadores que los precisen con urgencia, por accidente o por enfermedad, durante su permanencia en el centro. El personal sanitario, las instalaciones y dotación de estos servicios, guardaran relación con el número de trabajadores del centro laboral, emplazamiento y características del

mismo y con los riesgos genéricos y específicos de la actividad que se desarrolla en la empresa.

Todos los trabajadores que se incorporen a la empresa tendrán que pasar un reconocimiento médico.

La fábrica dispondrá de botiquines fijos o portátiles, bien señalizados y convenientemente situados, que estarán a cargo de la persona capacitada designada por la empresa, la cual también se encargará de revisarlos periódicamente para mantener su estado óptimo, reponiendo lo necesario.

La empresa será responsable de garantizar la prestación de los primeros auxilios a los trabajadores por la persona encargada de la asistencia sanitaria.

## **6 SERVICIO DE PREVENCIÓN**

Es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando para ello al empresario, a los trabajadores, a sus representantes y a los órganos de representación especializada.

Para constituir el Servicio de Prevención, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, o en su defecto estarán constituidos por la Mutua de Accidente de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social que contratara la empresa. El Servicio de Prevención dispondrá de acceso a toda la información y documentos de la empresa, acceso que le ha de ser permitido por el empresario para poder trabajar de forma adecuada cubriendo los siguientes puntos:



- 
- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
  - La evaluación de los factores de riesgo que pudieran afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
  - La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
  - La información y formación de los trabajadores.
  - La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
  - La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

## **7 ÓRGANOS DE REPRESENTACIÓN ESPECIALIZADA**

### **7.1 DELEGADOS DE PREVENCIÓN**

Son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos laborales. Son designados por y entre los representantes del personal en el ámbito de los órganos de representación y previstos en el Estatuto de los Trabajadores, la Ley Orgánica de Libertad Sindical y la Ley de Órganos de Representación del Personal al servicio de las Administraciones Públicas. Los delegados de prevención realizarán actividades de colaboración, consulta, promoción y control en las actividades relacionadas con la prevención, y serán adecuadamente formados, formación que proporcionara el empresario.



## **7.2 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD**

Es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. Será obligatoria su constitución en la empresa y estará formado de una parte por el empresario y/o sus representantes y de otra, en igual, número, por los delegados de prevención.

## **8 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES**

El empresario garantizará la formación teórica y práctica en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo asignado a cada trabajador, de acuerdo con las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cada vez que un nuevo operario se incorpore a la empresa, así como cuando un operario vaya a cambiar de puesto de trabajo, será informado y formado sobre el método de trabajo a seguir y las medidas de seguridad a adoptar.

## **9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Para la prevención de este riesgo, la empresa contará entre sus indicaciones con el adecuado número de equipos portátiles (extintores) e instalaciones fijas, entendiéndose por estas últimas las formadas por una red de tuberías, tanques de almacenamiento del agente extintor, equipos y elementos terminales.

Estos sistemas están subordinados a las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes.



---

Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán señalizarse conforme a las normas nacionales que adapten la Directiva 77/576/CEE y deberán fijarse de forma duradera en los lugares adecuados.

## **10 NORMATIVA DE SEGURIDAD APLICABLE AL PUESTO DE TRABAJO**

Para la aplicación y la elaboración del Plan de Seguridad y su puesta en obra, se cumplirán las siguientes condiciones:

### **10.1 NORMAS GENERALES**

A) Ley de prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995 ( B.O.E. 10-11-95).

En la normativa básica sobre prevención de riesgos en el trabajo en base al desarrollo de la correspondiente directiva, los principios de la Constitución y el Estatuto de los Trabajadores.

Contiene, operativamente, la base para:

- Servicios de prevención de las empresas.
- Consulta y participación de los trabajadores.
- Responsabilidades y sanciones.

B) R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones Mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

C) R.D. 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los centros de trabajo.

- D) R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
  
- E) Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de Marzo de 1971.

**Normativa relativa a la Prevención de Riesgos Laborales. Desarrollo de la ley a través de las siguientes disposiciones:**

1. RD. 39/1997 de 17 de enero ( BOE: 31/01/97). Reglamento de los servicios de prevención.
  
2. Directiva del consejo de 30 de noviembre de 1989.  
Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo (primera directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) modificada por la Directiva 2007/30/CE del Parlamento Europeo y Consejo de 20 de junio de 2007.
  
3. RD. 485/1997 de 14 de abril ( BOE: 23/4/97)  
Disposiciones mínimas de seguridad en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.
  
4. RD. 486/97 de 14 abril (BOE: 23/04/97)  
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo  
En el capítulo 1 se excluyen las obras de construcción.  
Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo ( O. 09/03/1971)



---

5. RD. 487/1997 de 14 de abril ( BOE: 23/04/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

6. RD. 664/1997 de 12 de mayo ( BOE: 24/05/97)

Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

7. RD. 665/1997 de 12 de mayo ( BOE: 24/05/97)

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

8. RD. 773/1997 de 30 de mayo ( BOE: 12/06/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de protección individual.

9. RD. 1215/1997 de 18 de julio ( BOE: 07/08/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo ( O. 09/03/1971)

**Notas técnicas de prevención elaboradas por el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)**

1. NTP 211. Iluminación de los centros de trabajo.
2. NTP 839. Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación de riesgos.
3. NTP 963. Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos

**Normativa europea aplicada**

1. DIRECTIVA 2003/10/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).

**10.1.1      NORMATIVAS RELATIVAS A LA ORGANIZACIÓN DE  
                  LOS TRABAJADORES.**

Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de riesgos laborales, de 1995 ( BOE: 10/11/95)

**10.1.2      NORMAS RELATIVAS A LA ORDENACIÓN DE  
                  PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD E HIGIENE.**

Reglamento de los Servicios de Prevención, RD. 39/1997. ( BOE: 31/07/97)

**10.1.3      NORMATIVAS      DERIVADAS      DEL      CONVENIO  
                  COLECTIVO PROVINCIAL.**

Las que tengan establecidas en el convenio colectivo provincial.

Documento 10

---

## **CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS**











---

## 1 CONCLUSIONES

Se ha alcanzado el objetivo propuesto, el desarrollo de una carabina de aire comprimido enfocada al tiro deportivo con un sistema de ensamblaje rápido modular, alcanzando todos los objetivos específicos generados. De ellos cabe destacar que se ha respondido a las siguientes demandas del mercado:

- Necesidad de personalización.
- Diseño táctico, con tintes realistas pero sin imitar a las armas reales.

Además, se ha conseguido diseño robusto con una clara mejora estética. Esto es debido principalmente a que se ha ocultado la báscula, elemento característico de la carabina de resorte.

También se ha creado un sistema de unión novedoso, *SIRAM*, que permite el cambio rápido de los diferentes módulos, garantizando la solidez del sistema y manteniendo un diseño estético integrado entre las distintas piezas.

Se han generado un conjunto de diseños conceptuales que a pesar de no haber sido seleccionados para su desarrollo en este proyecto cuentan con potencial para convertirse en diseños originales efectivos.

Se enfatiza que el diseño generado tiene gran versatilidad, potencial y posibilidad de evolución.

## 2 LÍNEAS FUTURAS

Para que la producción de la carabina propuesta sea eficiente y para que esté de acuerdo con la normativa actual de gestión de residuos, reducir los tiempos, mejorar la logística dentro de la empresa y sobre todo cumplir los estándares de calidad, se propone como línea futura el estudio del espacio dedicado a la producción y la distribución de la maquinaria en el mismo.

Otra mejora importante sería la optimización de los materiales, para lo cual, se debe hacer un cálculo detallado de las uniones atornilladas determinando así la posible reducción de los espesores de los materiales y/o sustituirlos por otros menos costosos e igual de eficientes.

También se contempla diseñar y realizar diferentes módulos adaptados para el nuevo tipo de ensamblaje modular propuesto, para dotar de mayor versatilidad al

mismo. Se propone además el desarrollo de una carabina con una reducción notable de peso y con facilidad de transporte por parte del usuario, es una opción interesante que podría suplir carencias del mercado actual.

En este proyecto se ha propuesto un sistema de unión innovador denominado "*SIRAM*", que se presenta como una opción novedosa y versátil, que eliminaría procesos de mecanizado complejo y costoso, permitiendo una simplificación del montaje y de la unión de los diferentes elementos que componen el sistema. *SIRAM* tiene un potencial de desarrollo importante que sería clave para el cambio modular rápido del sistema.

Documento 11

---

**BIBLIOGRAFÍA**





---

# 1 BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA

[1] Ley Orgánica 1/1992, de 21 de febrero, sobre Protección de la Seguridad Ciudadana.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1992-4252>

Último acceso: 25/08/2014

[2] Wikipedia: La enciclopedia libre. Carabina

<http://es.wikipedia.org/wiki/Carabina>

Último acceso: 21/08/2014

[3] El rifle de aire comprimido y sus partes

<http://airecomprimido.webcindario.com/rifle/>

Último acceso: 20/08/2014

[4] Diseño y Desarrollo de productos. Karl T. Ulrich .MC Graw Hill

[5] - Dibujo para diseñadores industriales. Aula dibujo profesional. Parramón.

[6] Estudio de diseño modular. Espacio modular.

[http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Dise%C3%B1o\\_Modular](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Dise%C3%B1o_Modular)

Último acceso: 12/08/2013

[7] Diseño modular en Rifles de asalto

<http://www.arms.es/articulos/914-rifles-de-asalto.html>

Último acceso: 17/08/2013

[8]- Fusiles Y Carabinas (En Papel) Olivier Achard , Mk Ediciones Y Publicaciones

[9]- Elección de Acero Inoxidable: Documento Básico SE-A. Seguridad Estructural Acero.

[5]- Tutorial: Using simulation/ FEM Analysis in Catia V5.

<http://grabcad.com/questions/tutorial-using-simulation-fem-analysis-in-catia-v5>

[10]- Foro aire comprimido.net donde se ha realizado el estudio de mercado  
<http://airecomprimido.net/portal/>  
Último acceso: 15/08/2013

[11] -Materiales para inyección y extrusión de plásticos.  
<http://www.efsplasticos.cl/pag/materiales-para-inyeccion-y-extrusion.php>  
Último acceso: 14/08/2013

[12] Tecnología de los plásticos  
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/07/poliisopreno-caucho-natural-y-sintetico.html>  
Último acceso: 26/08/2014

[13] Guide du dessinateur industriel. André Chevalier. Hachette Technique.

[14] Apuntes de Ingeniería de la soldadura.  
<http://es.scribd.com/doc/56400915/Ingenieria-de-Soldadura-Elementos-Finitos>  
Último acceso: 04/03/2014

[15] Estudio ergonómico usando la herrameinta informática RULA Analysis  
[http://catiadoc.free.fr/online/haaug\\_C2/haaugbt0100.htm](http://catiadoc.free.fr/online/haaug_C2/haaugbt0100.htm)  
Último acceso: 17/08/2014

[5] Tutorial: Using simulation/ FEM Analysis in Catia V5.  
<http://grabcad.com/questions/tutorial-using-simulation-fem-analysis-in-catia-v5>  
Último acceso: 22/08/2014

[19] Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales. Versión 3.1.1 Generalitat de Catalunya. Departamento de trabajo. Dirección General de Relaciones Laborales.



## 2 REFERENCIAS A FIGURAS EN EL TEXTO

**Figura 1.1.** El Field target es una modalidad de tiro a diana con formas animales  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabina-aire-precomprimido/field-target-pcp.jpg>

**Figura 1.2.** Cargas para armas de aire comprimido de Co2. Elaboración propia.  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carga-co2-gamo/caja5-carga-co2.jpg>

**Figura 1.3.** Carabina de CO2 gamo modelo extreme.  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabinas-aire-co2/carabina-co2-gamo.jpg>

**Figura 1.4.** Carabina de aire PCP del fabricante BSA modelo Scorpion  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabina-aire-precomprimido/carabina-aire-precomprimido.jpg>

**Figura 1.5.** Esquema de los principales elementos de una carabina de aire comprimido de muelle o resorte  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabinas-aire-muelle/esquema-carabina-muelle.jpg>

**Figura 1.6.** Muelle y vástago de una carabina de resorte  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabinas-aire-muelle/esquema-carabina-muelle.jpg>

**Figura 1.7.** Carabina de muelle BSA LIGHTNING XL con carga de balín directa en el cañón abatible y calibre 5,5 mm.  
<http://www.aceros-de-hispania.com/imagen/carabinas-bsa/carabina-bsa-lightningxl.jpg>

**Figura 1.8.** Partes principales en carabina de resorte. Elaboración propia.  
<http://files.aireserena.es/200005283-1dc251ebbd/Partes%20Carabina.jpg>

**Figura 1.9** .Visor modelado para el proyecto. Elaboración propia.

**Figura 1.10** .Linterna modelada para el proyecto Elaboración propia.



**Figura 1.11.** Bípode modelado para uso de referencia. Elaboración propia.

**Figura 1.12.** Matriz De Correlación Denominación Elaboración propia.

**Figuras 1.13.** Modelos De Carabinas Gamo  
<http://www.gamo.com/portal/international?use-lang=en>

**Figuras 1.14.** Modelos De Carabinas Norica.  
<http://www.norica.es/carabinas.html>

**Figuras 1.15.** Modelos de Carabinas Cometa  
<http://www.cometaairgun.com/>

**Figuras 1.16.** Modelos de Carabinas Crosman  
<http://www.crosman.com/>

**Figura 1.17.** Thumbnails A: Concepto artístico estético general  
Elaboración propia.

**Figura 1.18.** Thumbnails C: Concepto artístico estético.  
Elaboración propia.

**Figura 1.19.** Arte de concepto estudio estético general de la carabina.  
Elaboración propia.

**Figura 1.20.** Thumbnails D: Tres de los conceptos estético-funcionales elegidos para estudio de desarrollo. Elaboración propia.

**Figura 1.21.** BOCETO 1 Estilo más clásico siguiendo el estilo Crosman.  
Elaboración propia.

**Figura 1.22.** BOCETO 2, Diseño táctico con detalle de cargador. Elaboración propia.

**Figura 1.23.** Boceto 3: Estilo minimalista y aerodinámico. Elaboración propia.

**Figura 1.24.** Estudio comparativo de los bocetos según las funciones buscadas.  
Elaboración propia.



---

**Figura 1.25** Estudios de culata integrada en diseño general elegido. Elaboración propia.

**Figura 1.26** Estudios de culata independientes. Elaboración propia.

**Figura 1.27.** Ejemplo de elementos adjuntos e intercambiables en un rifle de asalto Elaboración propia.

**Figura 1.27.** Ejemplo de elementos adjuntos e intercambiables en un rifle de asalto  
<http://desarrollodydefensa.blogspot.com.es/2011/03/los-10-mejores-rifles-de-combate.html>

**Figura 1.28.** Modelizado inicial que recoge la idea de una estructura central con sistema de carriles. Elaboración propia.

**Figura 1.29.** Idea de concepto de el sistema de estructural realizado por chapa metálica Elaboración propia.

**Figura 1.30.** Sistema de estructural ideado realizado en dos piezas con sistema de raíles. Elaboración propia.

**Figura 1.31.** Modelo Inicial realizado. Elaboración propia.

**Figura 1.32.** Modelo Inicial realizado en CAD. Elaboración propia.

**Figura 1.33.** Modelo Inicial realizado en CAD. Elaboración propia.

**Figura 1.34.** Modelo Inicial realizado en CAD. Elaboración propia.

**Figura 1.35.** Estructura molecular del PSHI junto con la designación reciclable del PS. Libre acceso.

**Figura 1.36.** Detalles de las superficies modeladas. Elaboración propia.

**Figura 1.37.** Ángulos de aconsejados según el espesor. Elaboración propia.

**Figura 1.38.** Detalle de nervios realizados en el cuerpo B. Elaboración propia.

**Figura 1.39.** Agujeros pasantes y ciegos realizados. Elaboración propia.

**Figura 1.40** Tolerancias típicas usadas en plásticos. Elaboración propia.

**Figura 1.41.** Sistema SIRAM encajado en el cuerpo. Elaboración propia.

**Figura 1.43** Tabla de características físicas del sistema SIRAM ALFA. Elaboración propia.

**Figura 1.44** SIRAM BETA con el orificio donde encajar el imán de neodimio en el centro. Elaboración propia.

**Figura 1.45** Tabla datos característicos del la pieza SIRAM BETA. Elaboración propia.

**Figura 1.46** Sistema SIM realizado por torneado. Elaboración propia.

**Figura 1.47** Sistema SIM encajado en SIRAM BETA. Elaboración propia.

**Figura 1.48** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.49.** Culata con inserto SIM y cantonera y vista de la parte plástica de esta. Elaboración propia.

**Figura 1.50** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.51** Vistas del modelo de Culata B. Elaboración propia.

**Figura 1.52** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.53** Vista del modelo de Culata C. Elaboración propia.

**Figura 1.54** Vista del modelo de Culata D. Elaboración propia.



---

**Figura 1.55** Vistas de los guardamontes A. Elaboración propia.

**Figura 1.56** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.57** Vistas del modelo de guardamano B. Elaboración propia.

**Figura 1.58.** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.59.** Vistas del cuerpo A. Elaboración propia.

**Figura 1.60.** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.61.** Vistas del cuerpo B. Elaboración propia.

**Figura 1.62.** Tabla datos característicos del la pieza.

**Figura 1.63.** Vistas de cantonera propuesta para cuerpo A.

**Figura 1.64.** Tabla datos característicos del la pieza.

**Figura 1.65.** Guardamontes pensados para unirse al Cuerpo B.

**Figura 1.66.** Tabla datos característicos del la pieza. Elaboración propia.

**Figura 1.67** Sistemas de disparo Marvic y Hawk. Diseños cedidos por la empresa NORICA.

**Figura 1.68** – Detalle de cañón de aluminio alojado con sistema magnético. Elaboración propia.

**Figura 1.69** Folleto de montaje del sistema. Elaboración propia.

**Figura 1.70** Sistema de proceso propuesto para la fabricación. Elaboración propia.

**Figura 1.71** Dirección de desmoldeo en el eje y donde se muestra la validez de las superficies y la necesidad de mecanizado post proceso en el macho frontal. Elaboración propia.

**Figura 1.72** Dirección de desmoldeo en el eje z donde se enjuicia los mecanizados posteriores necesario y el cuidado con los nervios de refuerzo. Elaboración propia.

**Figura 1.73** Vista de la posición analizada. Elaboración propia.

**Figura 1.74** Visión por el ojo derecho en una postura adecuada. Elaboración propia.

**Figura 1.75** – Análisis RULA sobre el lado izquierdo del cuerpo. Elaboración propia.

**Figura 1.76** Análisis RULA sobre el lado derecho del cuerpo. Elaboración propia.

**Figura 1.77** Validación del sistema modular. Elaboración propia.

**Figura 1.78** Combinaciones posibles. Elaboración propia.

**Figura 1.79** Estudio de peso e Inercias del diseño. Elaboración propia.

**Figura 1.80** Estética general de la carabina. Elaboración propia.



---

**Figura 1.80** Estética general de la carabina. Elaboración propia.

**Figura 2.1** Esquema de carga, hipótesis: apoyo accidental. Elaboración propia.

**Figura 2.2** Modelo de cálculo, hipótesis: sistema de carga. Elaboración propia.

**Figura 2.3** Comprobación de tensiones, hipótesis: sistema de carga.  
Elaboración propia.

**Figura 2.4** Comprobación de desplazamientos, hipótesis: sistema de carga.  
Elaboración propia.

**Figura 2.5** Esquema de cargas, Hipótesis: Apoyo Accidental. Elaboración propia.

**Figura 2.6** Modelo de cálculo, hipótesis: Apoyo accidental. Elaboración propia.

**Figura 2.7** Comprobación de desplazamientos, hipótesis: Apoyo accidental.  
Elaboración propia.

**Figura 2.8** Comprobación de desplazamiento, hipótesis: apoyo accidental  
Elaboración propia.

**Figura 2.9** Esquema de cargas de acción accidental Elaboración propia.

**Figura 2.10** Aplicación de acción accidental sobre modelo de elementos finitos.  
Elaboración propia.

**Figura 2.11** Pieza 2 carga de la carabina desplazamientos. Elaboración propia.

**Figura 2.12** Esquema de cargas de acción accidental. Elaboración propia.

**Figura 2.12** Modelo de cálculo. Elaboración propia.

**Figura 2.13** Comprobación de tensiones, hipótesis: apoyo accidental.  
Elaboración propia.

**Figura 2.14** Comprobación de desplazamiento, hipótesis: apoyo accidental.  
Elaboración propia.