

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Diseño e implantación de una pinza robótica para paletizado de garrafas”

Curso 2019/2020

Alumno:

Jesús Ángel Enrique Fernández

Directores :

Manuel Ángel Aguilar Torres
Fernando José Aguilar Torres



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



**UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA**

**Diseño e implantación de una pinza
robótica para paletizado de garrafas**

Autor

Jesús Ángel Enrique Fernández

Director

Manuel Ángel Aguilar Torres

Codirector

Fernando José Aguilar Torres

Agradecimientos

El presente trabajo fin de grado fue realizado bajo la supervisión de D. Manuel Ángel Aguilar Torres y D. Fernando José Aguilar Torres, a quienes quiero agradecer todo su apoyo durante los últimos meses, la aclaración de todas las dudas que han ido surgiendo a lo largo del camino y, sobre todo, los ánimos enviados para poder conseguir todos mis objetivos.

A mis compañeros de trabajo, porque sin ellos todo lo planteado en este proyecto no se podría haber hecho realidad.

A mis padres y mis hermanos, por haberme dado la posibilidad de llevar a cabo mis estudios universitarios y poder convertirme en lo que siempre he querido ser.

Y especialmente a Laura Pérez Robles, por ser mi apoyo incondicional día tras día y ser el espejo en el que mirarme.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTERÉS Y OBJETIVOS	1
1) Interés	2
2) Objetivos.....	3
II. ESPECIFICACIONES GENERALES, TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS.....	4
1) Situación actual.....	5
1.1. Introducción	5
1.2. Configuración actual del palé.....	5
1.3. Máquina de embotellado	5
1.4. Robot industrial	7
2) Productos químicos a envasar	9
2.1. Identificación de la sustancia	9
2.2. Aplicación, almacenamiento y manipulación	9
2.3. Envasado	9
2.4. Medidas de gestión de riesgo para los trabajadores	9
3) Tipos de palés.....	11
3.1 Clasificación de los palés	11
3.1.1 Según el número de entradas	11
3.1.2 Según las dimensiones.....	12
3.1.3 Según el material	12
3.1.4 Otros tipos de palés.....	14
3.2 Normativa NIMF N°15.....	15
4) Configuración del palé	17
4.1 Selección del palé a utilizar.....	17
4.2 Geometría y peso de los envases a paletizar	17
4.3 Configuración del palé	18
5) Robots industriales.....	22
5.1 Introducción y origen de la robótica	22
5.2 Definición de robot industrial	22
5.3 Estructura de un robot	23
5.4 Clasificación de los robots	24
5.4.1. Por generación	24
5.4.2. Según el nivel de programación	25
5.4.3. Según el nivel de control que ejecutan	25
5.4.4. Según su nivel de inteligencia	26
5.4.5. Según su aplicación	26
5.4.6. Según su arquitectura.....	27
5.5 Principales fabricantes.....	27
5.6 Modelo a utilizar	28
6) Selección de materiales	32
6.1. Generalidades	32
6.2. Tipos de aceros inoxidables	32
6.3. Comparación de propiedades mecánicas.....	34
6.4. Selección del material	36
7) Sistema de palas.....	37
7.1 Introducción	37
7.2 Consideraciones y datos de partida	37
7.3 Geometría.....	38
7.4 Materiales.....	38
7.5 Cálculos.....	39
7.6 Resultados	40
7.7 Inconvenientes.....	41

8) Sistema de pinzas	42
8.1. Introducción	42
8.2. Consideraciones y datos de partida	42
8.3. Geometría	43
8.4. Materiales	43
8.5. Cálculos	44
8.6. Resultados	44
8.7. Inconvenientes.....	46
9) Sistema combinado	47
9.1. Introducción	47
9.2. Consideraciones y datos de partida	47
9.3. Geometría	48
9.4. Materiales	49
9.5. Cálculos	49
9.6. Resultados	50
10) Dimensionamiento neumático	52
10.1. Componentes a utilizar	52
10.2. Diseño del circuito neumático.....	56
10.3. Cálculo de aire.....	58
11) Diseño global e implantación completa	60
11.1. Diseño global de la pinza robótica	60
11.2. Implantación completa	60
12) Desglose y costes de los componentes utilizados	63
12.1. Introducción	63
12.2. Documentación.....	63
III. INTEGRACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS	74
IV. FASES DE LA REALIZACIÓN DEL TFG Y CRONOGRAMA	76
V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	78
1) Introducción	79
2) Resultados	80
3) Conclusiones	82
VI. BIBLIOGRAFÍA	83
VII. PLANOS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Configuración actual del palé.....	5
Figura 2. Máquina de embotellado.....	6
Figura 3. Discriminadora de peso.....	6
Figura 4. Etiquetadora.....	7
Figura 5. Robot ABB IRB 660.....	7
Figura 6. Base del robot.....	8
Figura 7. Palé de dos entradas.....	11
Figura 8. Palé de cuatro entradas.....	11
Figura 9. Palé de madera.....	13
Figura 10. Palé de metal.....	13
Figura 11. Palé de plástico.....	14
Figura 12. Palé de cartón.....	14
Figura 13. Palé reversible.....	15
Figura 14. Palé con alas.....	15
Figura 15. Marca de la NIMF N°15.....	16
Figura 16. Dimensiones de las garrafas.....	18
Figura 17. Configuración del palé.....	18
Figura 18. Simulación de la configuración actual del palé.....	19
Figura 19. Simulación de la configuración del palé propuesta.....	20
Figura 20. Grupo de cuatro garrafas.....	20
Figura 21. Grupo de dos garrafas.....	21
Figura 22. Estructura de un robot.....	23
Figura 23. Número de GDL según el tipo de articulación.....	24
Figura 24. Configuraciones de los robots.....	24
Figura 25. Logo ABB.....	27
Figura 26. Logo FANUC.....	28
Figura 27. Logo KUKA.....	28
Figura 28. Ejes del robot IRB 660.....	28
Figura 29. Dimensiones del robot IRB 660.....	29
Figura 30. Diagrama de carga máxima en función de la posición de la brida.....	30
Figura 31. Área de trabajo del robot IRB 660.....	31
Figura 32. Boceto del sistema de palas.....	37
Figura 33. Sistema de palas.....	38

Figura 34. Distribución de fuerzas en el sistema de palas.	39
Figura 35. Gráfico de tensiones del sistema de palas.	40
Figura 36. Gráfico de deformaciones del sistema de palas.	41
Figura 37. Boceto del sistema de pinzas.	42
Figura 38. Sistema de pinzas.	43
Figura 39. Distribución de fuerzas en el sistema de pinzas.	44
Figura 40. Gráfico de tensiones del sistema de pinzas.	45
Figura 41. Gráfico de deformaciones del sistema de pinzas.	46
Figura 42. Sistema combinado.	48
Figura 43. Distribución de fuerzas en el sistema combinado.	50
Figura 44. Gráfico de tensiones del sistema combinado.	50
Figura 45. Gráfico de deformaciones del sistema de palas.	51
Figura 46. Circuito neumático.	58
Figura 47. Representación de un cilindro.	58
Figura 48. Diseño global de la pinza robótica.	60
Figura 49. Implantación completa.	61
Figura 50. Vista detallada de la implantación completa.	61
Figura 51. Presupuesto de los patines.	64
Figura 52. Presupuesto de las piezas de láser.	65
Figura 53. Presupuesto de los componentes neumáticos.	70
Figura 54. Presupuesto de la tubería de acero.	71
Figura 55. Presupuesto de las bandas de PVC.	72
Figura 56. Distribución por importe.	73
Figura 57. Distribución por porcentaje.	73
Figura 58. Pinza completa.	80
Figura 59. Sistema de pinzas.	81
Figura 60. Sistema de palas.	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ejes del robot IRB 660.....	29
Tabla 2. Aclaración sobre las dimensiones del robot IRB 660.....	29
Tabla 3. Rango de ángulos de los ejes del robot.....	30
Tabla 4. Cotas y ángulos del área de trabajo del robot IRB 660.....	31
Tabla 5. Propiedades mecánicas especificadas para los aceros inoxidables usuales según norma UNE-EN 10088-2.....	35
Tabla 6. Componentes neumáticos utilizados.....	56
Tabla 7. Simbología de los componentes neumáticos utilizados.....	57
Tabla 8. Datos de los cilindros del sistema de pinzas.....	59
Tabla 9. Datos de los cilindros del sistema de palas.....	59
Tabla 10. Descripción de la maquinaria que conforma la implantación.....	62
Tabla 11. Clasificación de costes según su naturaleza, importe y peso.....	73
Tabla 12. Planning y fases de desarrollo del proyecto.....	77

I. INTERÉS Y OBJETIVOS

1) INTERÉS

Hoy en día, en el mundo tan globalizado en el que vivimos, el correcto envasado de los productos es una parte esencial en cualquier proceso productivo de la industria actual, especialmente en sectores como el farmacéutico o el agrícola.

En los últimos años la tendencia ha sido la implementación de maquinarias especializadas y dedicadas al 100% a la tarea del envasado y empaquetado en sustitución de la mano de obra humana. Este cambio está justificado principalmente por dos puntos: las grandes cargas que conllevan muchos de los embalajes y la alta productividad que puede alcanzar una máquina en comparación con la de un operario.

En España, la empresa vasca Inser Robótica S.A. es el líder en el sector del paletizado y despaletizado mediante robots industriales. Está especializada en la automatización del final de línea en sectores como el de la alimentación o el de bienes de consumo no duraderos.

A través de la empresa ALSI (Aldeilla Suministros Industriales, S.L.), donde presto mis servicios desde hace dos años en función de ingeniero de diseño, situada en el Polígono Industrial “La Redonda” en El Ejido (Almería), ha surgido la necesidad de ofrecer una solución óptima a una planta de producción de productos fitosanitarios envasados en garrafas destinados a la agricultura. El nombre de la empresa es Viagro, S.A., y está situada en Viator (Almería).

Concretamente, el problema principal reside en el paletizado manual de estas garrafas, el cual dificulta la producción y eficiencia, ya que son productos muy peligrosos y pesados.

Tras entender las necesidades del cliente se realizaron varios planteamientos hasta llegar a la conclusión de que la solución más óptima y acertada es una pinza acoplada a un robot industrial que permita el transporte y el encajado de las garrafas sobre la superficie de apoyo, en este caso un palé.

2) OBJETIVOS

El fin de este trabajo técnico es diseñar una pinza robótica cuya función principal será el transporte y paletizado de garrafas que contienen abono agrícola, principalmente ácido fosfórico. Para ello, se utilizará un robot industrial de la marca ABB modelo IRB 660, al que se deberá adaptar dicha pinza.

Partiendo de unas necesidades concretas impuestas por el cliente se deberá plantear una solución óptima que resuelva los problemas que éste tenga en sus instalaciones ayudando a mejorar tanto su nivel de productividad y eficiencia como la calidad de trabajo de sus empleados.

Además, se van a desarrollar otros objetivos asociados como son el correcto dimensionamiento de la implantación final sobre las instalaciones del cliente y el cálculo y control de los costes ligados a este proyecto.

II. ESPECIFICACIONES GENERALES, TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS

1) SITUACIÓN ACTUAL

1.1. Introducción

A continuación, se detallará cómo se encuentran las instalaciones reales donde posteriormente se instalará toda la maquinaria, así como el actual sistema de paletizado de garrafas.

1.2. Configuración actual del palé

En primer lugar, es necesario conocer las dimensiones del palé que se empleará, el cual condicionará la configuración del mosaico de paletizado. La configuración utilizada actualmente (Fig. 1) también puede aportar una vista más global de cómo se trabaja en la planta de envasado de fertilizantes, además de ofrecer posibles ideas para el posterior dimensionamiento.



Figura 1. Configuración actual del palé.

En esta planta se almacenan 32 garrafas por palé, distribuidas en 5 filas de 2 garrafas en un sentido y otras 3 filas de 2 garrafas en sentido contrario. Hay que tener en cuenta que existen dos tipos de garrafas, de geometrías y medidas idénticas, pero alturas diferentes, siendo el peso total la garrafa más alta de 32 kg. El palé a utilizar es de dimensiones 1100x1100 mm, y el material es madera.

1.3. Máquina de embotellado

El envasado del fertilizante en las garrafas es realizado al 100% por una máquina ideada para ello (Fig. 2). El operario va introduciendo garrafas vacías en el sistema, el cual las llena de fertilizante, denominado Gotafos, mediante una serie de válvulas. Tras el llenado, se procede a cerrar las garrafas mediante un tapón roscado, con el fin de evitar que se produzcan fugas del producto.



Figura 2. Máquina de embotellado.

El siguiente módulo de la máquina es una discriminadora de peso (Fig. 3), la cual va pesando las garrafas una a una y descargando sobre una mesa adicional aquellas que no dan el peso necesario, ya sea éste superior o inferior al establecido.



Figura 3. Discriminadora de peso.

Por último, se procede al etiquetado (Fig. 4) de aquellas garrafas que han dado el peso establecido correctamente. Para ello se utiliza una rueda giratoria sobre la que se instala el rollo de etiquetas junto a un pequeño cepillo, el cual hace la presión sobre la garrafa para que esta vaya bien pegada.



Figura 4. Etiquetadora.

1.4. Robot industrial

El punto más importante a conocer de la instalación actual antes de proceder al diseño de la pinza robótica es el modelo de robot a utilizar, puesto que nos proporcionará los datos más importantes como son la carga máxima soportada y la geometría de la brida de unión.



Figura 5. Robot ABB IRB 660.

El robot industrial a utilizar es el modelo IRB 660 180 KG (Fig. 5) perteneciente a la marca suiza ABB. Este modelo de robot es muy utilizado en la industria agrícola y hortofrutícola tanto para sistemas

de paletizado como para sistemas de despaletizado, por lo que es idóneo para la aplicación solicitada por el cliente.

El motivo principal de la elección de este modelo de robot es principalmente que éste pertenecía previamente a nuestro cliente, por lo que se trata de uno de los requisitos que se nos trasladó.



Figura 6. Base del robot.

Estará soportado por una base de hierro cuadrada (Fig. 6) de dimensiones 760x760 mm y altura 450 mm, la cual se fijará al suelo mediante 8 espirros de D10 M8x100 mm.

2) PRODUCTOS QUÍMICOS A ENVASAR

2.1. Identificación de la sustancia

En primer lugar, hay que identificar la sustancia sujeta de manipulación ya que hay que conocer sus principales características y propiedades puesto que nos dará una idea del material con el que se va a fabricar nuestra pinza.

Su nombre comercial es Gotafos y se trata de ácido fosfórico a una concentración del 70-75%. Este producto está destinado a la fertilización de cultivos, siendo su principal objetivo el enraizamiento de la planta y la floración de la misma, además de ofrecer una mejor penetración y dispersión de nutrientes, intentando obtener un mejor rendimiento. No es aconsejable darle un uso a este producto distinto al mencionado anteriormente, ya que es una sustancia muy corrosiva y peligrosa, requiriendo así de una correcta y cuidadosa aplicación en el cultivo.

2.2. Aplicación, almacenamiento y manipulación

El uso establecido para este producto es la fertirrigación en goteo, o lo que es lo mismo, la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego, como aporte de ácido para limpieza de emisores de riego o como aporte de fósforo en cultivo en suelo y en sustratos. Es necesario dejar entre 10 y 15 días entre uso y uso debido a la peligrosidad explicada anteriormente y en una dosis de entre 500 y 1.000 cm³ por cada 1.000 m² de terreno.

En cuanto a su almacenamiento, es obligatorio que se encuentre en un lugar fresco en el que no esté expuesto al sol; conservándose a una temperatura de entre 15 y 40 grados asegurando en todo momento una ventilación adecuada, ya que sería incluso peligroso respirar los vapores que emite.

Como se ha comentado anteriormente, este producto precisa una cuidada y correcta manipulación pues, aunque tiene poca toxicidad oral, puede ser corrosivo para los ojos, la piel y las membranas mucosas; pudiendo también producir quemaduras en el estómago o esófago ocasionando perforaciones.

2.3. Envasado

Debido a todos los riesgos que conlleva la manipulación de esta sustancia se requieren unas exigencias técnicas para los recipientes en los que se almacena. El almacenamiento del ácido fosfórico debe cumplir con los requisitos MIE-APQ-6: «Almacenamiento de líquidos corrosivos» aprobada por el REAL DECRETO 379/2001, del 6 de abril en el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias (BOE, num 112 de 10 mayo de 2001).

Atendiendo a estas instrucciones, los envases deberán ser materiales como vidrio, polipropileno o polietileno, siendo el metal un material muy inadecuado para ser utilizado como envase.

2.4. Medidas de gestión de riesgo para los trabajadores

Como se viene comentando en este anexo, este producto requiere un uso y tratamiento muy concreto, por lo que la manipulación manual en sí ya supone un riesgo; motivo por el cual es

obligatorio el uso de gafas y guantes de seguridad, además de precisar una formación del personal que trabajará con este producto.

Por lo tanto, es conveniente minimizar tanto el número de personal expuesto como la manipulación manual, y eso se puede conseguir automatizando su labor.

3) TIPOS DE PALÉS

3.1 Clasificación de los palés

3.1.1 Según el número de entradas

El número de entradas de un palé indica la cantidad de lados por los que se puede introducir la máquina encargada de transportarlo, normalmente una transpaleta o una carretilla elevadora.

Palé de dos entradas

Este tipo de palé cuenta solamente con dos lados abiertos (Fig. 7), enfrentados el uno al otro, mientras que los otros dos lados están cerrados, tratándose así de un palé poco funcional.



Figura 7. Palé de dos entradas.

Palé de cuatro entradas

En cambio, los palés de cuatro entradas (Fig. 8) son accesibles desde cualquiera de sus cuatro lados, por lo que es mucho más fácil trabajar con ellos que con los anteriormente mencionados.



Figura 8. Palé de cuatro entradas.

3.1.2 Según las dimensiones

El organismo encargado de regular las medidas estandarizadas para los palés es, como en la gran mayoría de sectores, la Organización Internacional para la Estandarización, en inglés International Organization for Standardization (ISO).

Dicho organismo establece seis medidas estandarizadas. Estas medidas son:

- 1 1016x1219 mm; es el tipo de palé más utilizado en Norteamérica.
- 2 1067x1067 mm; es utilizado en Asia, Norteamérica y algunas regiones de Europa.
- 3 1100x1100 mm; muy utilizado en Asia. Es el palé utilizado en la planta de Viagra, S.A.
- 4 1165x1165 mm
- 5 1200x800 mm; más conocido como palé europeo. Fue adaptado en Europa por 18 redes ferroviarias con el objetivo de aprovechar que, siendo el ancho de los tráileres y remolques de 2,40 metros, permitiesen colocar filas de dos o tres palés según su orientación.
- 6 1200x1000 mm; comúnmente conocido como palé americano. Fue utilizado por primera vez en los años 40 y permite transportar mercancía de mayor tamaño respecto al palé europeo.

Es importante tener en cuenta que dichas medidas son elegidas por motivos funcionales; de esta manera, los palés europeos están dimensionados para que se ajusten a los cajones de los tráileres, entrando en filas de dos o tres según se orienten.

Un palé muy utilizado en España, pero cuyas medidas no están estandarizadas, es el denominado medio palé, contando con unas dimensiones de 800x600 mm siendo muy utilizado para transportar productos de gran consumo.

3.1.3 Según el material

Madera

El palé de madera (Fig. 9) es el elegido por excelencia, suponiendo el 90% de la cuota total de comercialización. Por un lado, cuenta con una muy buena relación entre el precio, la resistencia y la facilidad para ser almacenados; por otro lado, son muy fáciles de reparar, pudiendo sustituir los tacos o los listones dañados por unos nuevos.

Entre sus inconvenientes se encuentran la propensión a los desperfectos, pues van dejando sueltos astillas, tacos o clavos. Además, pueden sufrir problemas de humedad haciendo que se pudra la madera o creando plagas de bacterias, sin olvidar que la madera resulta muy difícil de limpiar y desinfectar, siendo este su mayor inconveniente.



Figura 9. Palé de madera.

Metal

Es el tipo de palé más duro y resistente (Fig. 10), por lo que se utilizan especialmente para el transporte de cargas muy pesadas o que vayan a tener un importante trasiego, como son por ejemplo las cargas marítimas o el almacenaje de larga duración en exterior.

Sus ventajas a destacar son la resistencia ante las plagas, la gran higiene y ausencia de astillas y tacos que se puedan romper. En contra, es el tipo de palé más costoso y pesado, siendo éstos los principales motivos por los que su presencia en el mercado es limitada. Sus principales valedores son empresas con grandes requisitos sanitarios, como por ejemplo la restauración.



Figura 10. Palé de metal.

Plástico

Como se ha mencionado anteriormente, el palé de madera es el más utilizado, pero recientemente el palé de plástico (Fig. 11) ha sido reconsiderado en el mercado, ya que cuenta con una gran ventaja como es su facilidad para ser fumigado eliminando así cualquier tipo de bacteria que en el convencional de madera resultaría prácticamente imposible.

Las principales ventajas del palé de plástico son su alta durabilidad, su resistencia al clima y a los golpes y, al igual que los anteriores, la ausencia de astillas y tacos. Sin embargo, su mayor problema radica en su difícil reparación, ya que en la mayoría de los casos requieren ser reconstruidos completamente; hecho que no supone ningún problema pues son 100% reciclables.

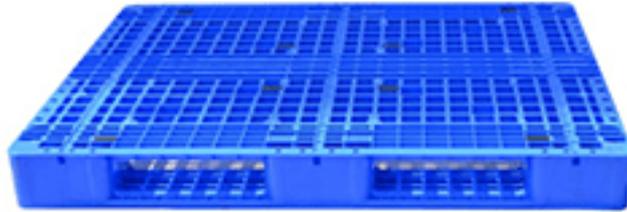


Figura 11. Palé de plástico.

Cartón

El uso del palé de cartón (Fig. 12) es más restringido respecto a los demás, pues son usados únicamente para transportar cargas ligeras. Entre sus principales ventajas se encuentra la relación entre su alta rigidez y su escaso peso, haciendo así que su transporte tenga un bajo coste; además de su personalizable fabricación y su sencillo manejo

Su principal inconveniente es la baja reusabilidad, ya que en la mayoría de los casos se emplean en una sola ocasión.



Figura 12. Palé de cartón.

3.1.4 Otros tipos de palés

Palés reversibles

Normalmente nos encontramos con un palé de una única base que tiene en el otro lado unos tacos sobre los que se apoya, pero hay que destacar la existencia de un tipo de palé reversible (Fig. 13) que admite cargas por ambos lados ya que son exactamente iguales.



Figura 13. Palé reversible.

Palés con pestañas, alas o aletas

Son palés que cuentan con salientes (Fig. 14), en dos o en cuatro de sus lados, con el propósito de facilitar el uso de sistemas de sujeción, como eslingas.



Figura 14. Palé con alas.

3.2 Normativa NIMF N°15

La Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N°15 (abreviado NIMF N°15) regula el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional y describe las medidas fitosanitarias para reducir el riesgo de introducción y/o dispersión de plagas relacionadas con el embalaje de madera.

Esta norma se aplica a los embalajes confeccionados, en su totalidad o en alguna porción, con madera en bruto y que puedan representar una vía de introducción y/o dispersión de plagas. Entre los embalajes de madera regulados se encuentran los pallets.

Esta regulación contempla el uso de madera descortezada para la confección de los embalajes y la aplicación de algún tratamiento fitosanitario para impedir el alojamiento de plagas. Además, se establece que los embalajes de madera deben ser marcados con una marca reconocida internacionalmente para certificar que dicho tratamiento se ha realizado correctamente.

La marca a realizar (Fig. 15) y el significado de los códigos es el siguiente:

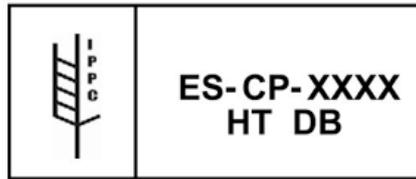


Figura 15. Marca de la NIMF N°15.

1. IPPC: Símbolo del International Plant Protection Convention
2. ES: Código ISO de España
3. CP: Código de la provincia
4. XXXX: Número de registro del proveedor
5. YY: Código de tratamiento. Puede ser HT “Heat Treatment” (calor) o MB (Bromuro de Metilo)

4) CONFIGURACIÓN DEL PALÉ

4.1 Selección del palé a utilizar

El primer paso a la hora de diseñar un sistema de paletizado automático a medida es la elección del palé o, en algunos casos, palés a utilizar. En el apartado anterior se han desglosado los tipos de palés en función del número de entradas, de las dimensiones y del material.

A la hora de realizar este tipo de sistemas, el palé, junto con el tipo de envase a manufacturar, son el condicionante impuesto por el cliente. En la mayoría de los casos es bastante restrictivo, puesto que las empresas seleccionan los palés a utilizar en función de los tráilers o contenedores que posteriormente transportarán las mercancías a los distintos puntos de la geografía mundial.

Como se ha explicado anteriormente, el palé más utilizado en la industria manufacturera es el de madera, gracias a su relación calidad-precio y a su fácil reparación. En cuanto a las dimensiones, más concretamente en España, los más utilizados son el denominado, y estandarizado, palé europeo, cuyas dimensiones son 1200x800 mm, y el medio palé, de 800x600 mm.

En nuestro caso, la empresa para la que se va a realizar esta pinza robótica de paletizado utiliza un palé de madera. Sin embargo, y a diferencia de la norma no escrita establecida en la industria, se trabajará con palés de medidas 1100x1100 mm y de sólo dos entradas, por lo que condicionará la instalación para facilitar la colocación y posterior retirada del palé confeccionado.

4.2 Geometría y peso de los envases a paletizar

El otro condicionante, como ya se ha explicado, es el tipo de envase utilizado. En concreto, la geometría, las dimensiones y el peso de éste. Otro aspecto a tener en cuenta, en el que entraremos en detalle más adelante, es la distribución de dichos envases sobre el palé.

Este sistema de paletizado automático está destinado a garrafas rectangulares, con tapón roscado en la parte superior, el cual se cierra completamente tras el llenado. En la parte superior cuenta además con un asa para facilitar su transporte, el cual se utilizará para el agarre de la pinza del robot industrial.

En el caso de las garrafas a utilizar, al contrario que con el palé, las hay de dos dimensiones diferentes (Fig. 16), mientras que la geometría es idéntica. La base de ambos modelos es de 225x330 mm, mientras que en la altura, su variante, en la más baja es de 365 mm y en la más alta es de 440 mm.

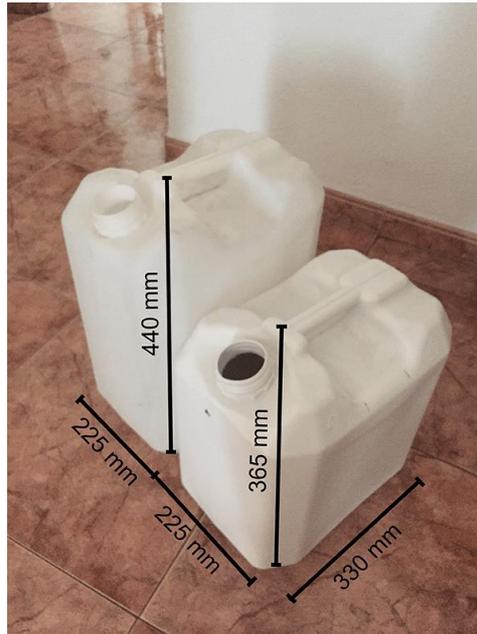


Figura 16. Dimensiones de las garrapas.

En lo que al peso se refiere, cada uno de los dos tipos de garrapas tienen un peso diferente. Es muy importante tener claro, previo al dimensionamiento, cuánto pesará cada una de las garrapas teniendo en cuenta el nivel de llenado que llevarán. Las garrapas más pequeñas tienen un peso de 25 kg, mientras que las más grandes pesan 32 kg (peso de la garrapa llena).

4.3 Configuración del palé

La distribución de las garrapas sobre el palé es uno de los puntos más importantes, tanto en el diseño de la pinza como en la cadencia que debamos conseguir con el robot industrial en sus distintos ciclos.

Nuestro cliente en particular necesita que cada palé vaya confeccionado con un total de 32 garrapas, distribuidas en 2 alturas de 16 garrapas cada una (Fig. 17).



Figura 17. Configuración del palé.

La configuración actual del palé es la siguiente: dos filas de cinco garrafas en el mismo sentido y dos filas de tres garrafas en perpendicular a estas últimas (Fig. 18). De esta manera y, teniendo en cuenta las dimensiones antes mencionadas de las garrafas (225x330 mm) y del palé a utilizar (1100x1100 mm), hay un lado en el que el mosaico sobresaldrá 15 mm.

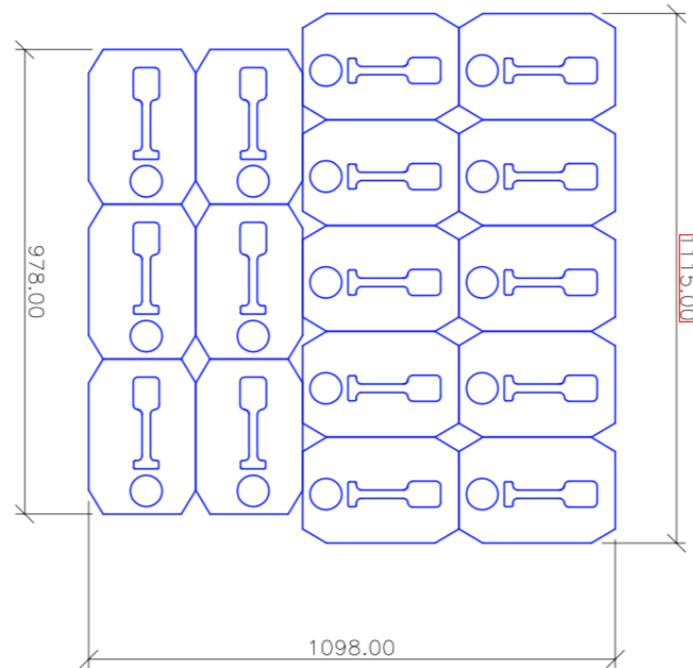


Figura 18. Simulación de la configuración actual del palé.

En la actualidad, en esta planta de producción de fertilizantes todas las garrafas se paletizan a mano. Este es el motivo principal del porqué de esta distribución del palé, ya que, por facilidad en el empaquetamiento y el tiempo empleado en ello, es la forma más ergonómica entre todas las posibles.

A la hora de realizar la nueva configuración adaptada al robot y a la pinza a utilizar se ha de tener en cuenta las dimensiones totales del mosaico resultante, para evitar posibles descuadres como ocurre en el actual, además del número de ciclos por minuto que puede realizar el robot o, planteado de una forma más directa, el número de garrafas que deberá transportar en cada ciclo realizado.

Después de plantear varias propuestas, en las que en la mayoría de los casos el mosaico confeccionado sobresalía sobre el palé, la configuración elegida ha sido la siguiente: agrupaciones de 4 garrafas distribuidas en sentido perpendicular unas a otras, en dos filas como la actual, haciendo un total de 2 filas de 16 garrafas cada una, 32 en total (Fig. 19).

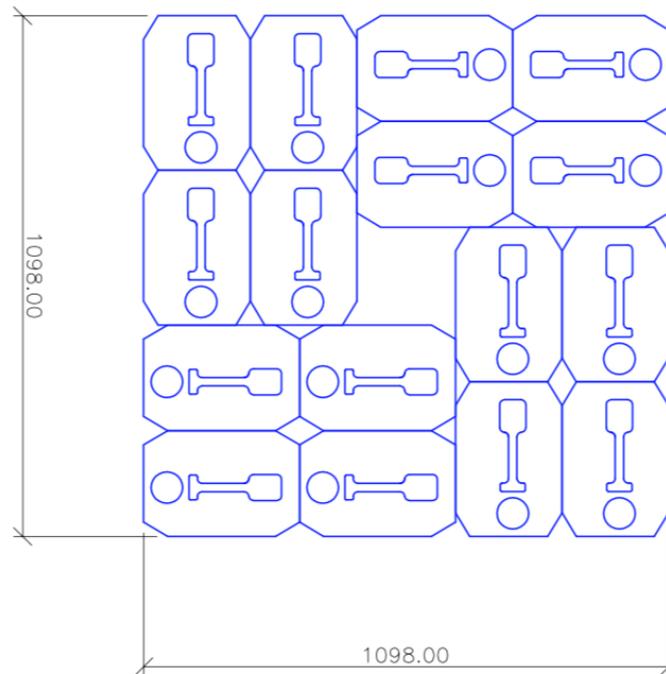


Figura 19. Simulación de la configuración del paleté propuesta.

Respecto a la manera en la que el robot las irá cogiendo surgen también varias alternativas. Por un lado, la más óptima en términos de productividad es coger los grupos formados de 4 en 4, es decir, transportar 4 garrafas agrupadas 2 a 2 (Fig. 20) en cada ciclo. De esta manera el robot debería hacer 8 ciclos por paleté.

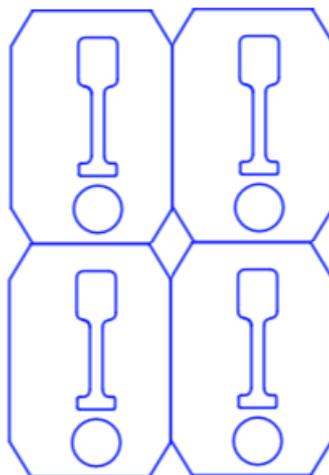


Figura 20. Grupo de cuatro garrafas.

Aunque esta opción es la más óptima en cuanto a tiempos de paletizado se refiere, cuenta también con un gran hándicap en su contra: el peso total a transportar. Teniendo en cuenta que cada garrafa, de las altas, tiene un peso aproximado de 32 kg, multiplicado por 4 el peso total es 128 kg. Con esta cifra y el manual de instrucciones del robot ABB IRB 660 en mano, el cual soporta un peso máximo de 180

kg en condiciones ideales, observamos que quedaría un margen muy limitado para el peso total de la pinza robótica; por lo tanto, se ha de reducir ese valor.

Finalmente, la opción que, sin modificar la configuración del palé elegida y que no sobrepasa los límites de peso con los que cuenta el robot a utilizar, es transportar las garrafas en parejas (Fig. 21) de manera que posteriormente se puedan aprovechar las asas de ésta para realizar el agarre con la pinza diseñada. El peso total de esta opción es 64 kg, por debajo de la cifra máxima establecida por el fabricante, en nuestro caso ABB.

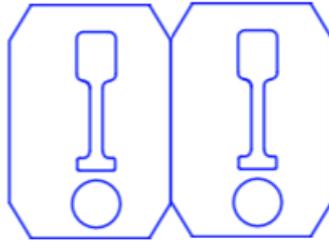


Figura 21. Grupo de dos garrafas.

5) ROBOTS INDUSTRIALES

5.1 Introducción y origen de la robótica

La robótica es la rama de la ingeniería y de las ciencias de la computación que se encarga del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura y aplicación de los robots. Combina diversas disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física; otras áreas importantes son el álgebra, los autómatas programables y la animatrónica. La robótica va unida a la construcción de artefactos que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza y que al mismo tiempo lo descargasen de realizar trabajos tediosos o peligrosos.

En 1920 un escritor checo, Karel Capek, en su obra dramática “Rossum’s Universal Robots” acuñó el término robot a partir de la palabra checa robota, que significa servidumbre o trabajo forzado. En la traducción al inglés de dicha obra la palabra fue traducida como robot. Entre los escritores de ciencia ficción destacó Isaac Asimov, a quien se le atribuye la creación del término robótica, definiéndola como la ciencia que estudia a los robots; además escribió las Tres Leyes de la Robótica, las cuales son:

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe de obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que éstas entren en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos anteriores leyes.

5.2 Definición de robot industrial

A la hora de establecer una definición formal de lo que es un robot industrial nos encontramos ciertas dificultades. La primera de ellas es la diferencia conceptual entre el mercado japonés y el euro-americano de lo que es un robot y lo que es un manipulador. Para los primeros, un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación. En cambio, los segundos son más restrictivos, exigiendo una mayor complejidad, especialmente en lo relativo al control. La segunda dificultad, ya centrándose en el mercado occidental, es que, aunque existe una idea clara y común sobre qué es un robot industrial, no es fácil ponerse de acuerdo a la hora de establecer una definición formal. A esto hay que sumarle las numerosas actualizaciones de su definición debida a la evolución de la robótica.

Probablemente, la definición más comúnmente aceptada sea la de la Asociación de Industrias Robóticas, en inglés Robotic Industries Association (RIA). Para ellos: “*Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.*”.

La Organización Internacional de Estándares, en inglés International Organization for Standardization (ISO), ha adoptado esta definición, ligeramente modificada, quedando así: “*Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.*”.

La Asociación Francesa de Normalización, en francés Association française de Normalisation (AFNOR), ofrece una definición más completa, definiendo primero manipulador como *“Mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico.”* y, basándose en ésta, definir un robot como *“Manipulador automático servocontrolado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.”*.

Por último, la Federación Internacional de Robótica, en inglés International Federation of Robotics (IFR), distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots de la siguiente manera: *“Por robot industrial de manipulación se entiende a una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento.”*.

5.3 Estructura de un robot

Un robot está formado mecánicamente por una serie de eslabones unidos entre sí mediante articulaciones (Fig. 22), las cuales permiten movimientos relativos entre dos eslabones unidos. En la mayoría de los robots industriales, su constitución física posee cierta similitud con la anatomía del brazo humano y, debido a esto, normalmente se emplean términos como cuerpo, brazo, codo y muñeca para referirse a los distintos elementos que componen un robot.

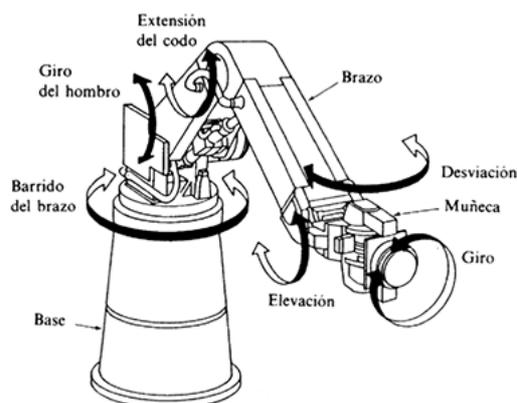


Figura 22. Estructura de un robot.

Se denomina grado de libertad (GDL) al movimiento independiente que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior. El número de grados de libertad de un robot viene dado por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que lo componen. A continuación, se muestra el número de grados de libertad de cada tipo de articulación (Fig. 23):

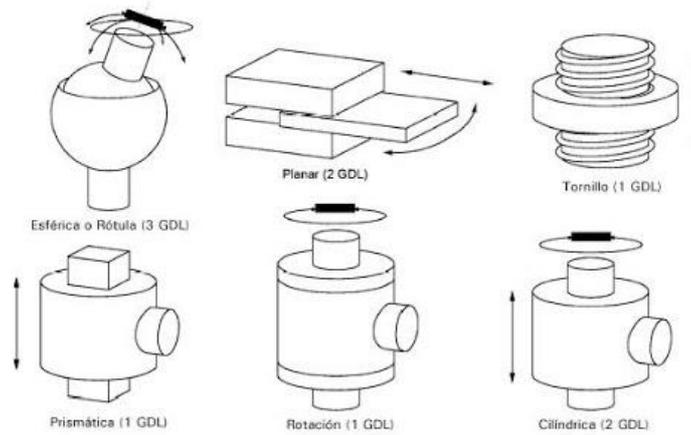


Figura 23. Número de GDL según el tipo de articulación.

La combinación de estas articulaciones da lugar a diferentes configuraciones, con características a considerar en el diseño, la construcción y la aplicación del robot. A continuación, se muestran las combinaciones más frecuentes (Fig. 24), teniendo en cuenta únicamente las tres primeras articulaciones, ya que son las más importantes en el posicionamiento del extremo del robot en un punto del espacio.

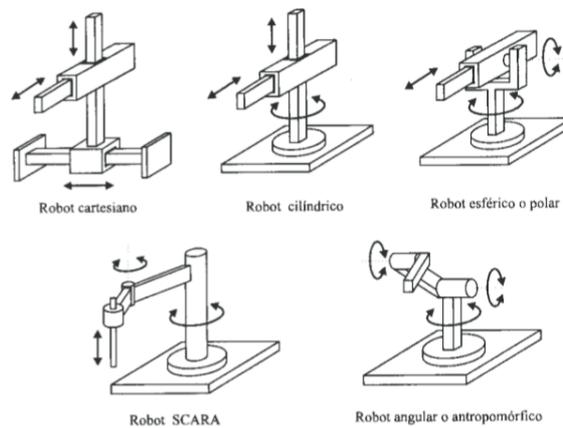


Figura 24. Configuraciones de los robots.

5.4 Clasificación de los robots

5.4.1. Por generación

Los robots se clasifican en cinco grupos según la generación a la que pertenecen de la siguiente manera:

1ª Generación

Adquieren información muy limitada de acuerdo a su entorno y acorde a éste actúa, repite tareas programadas y actúa en consecuencia a los sucesos que se producen. Son útiles para las aplicaciones industriales de tomar y colocar, denominadas “*pick and place*”, pero están limitados a un número pequeño de movimientos.

2ª Generación

También adquieren información limitada del entorno, el movimiento lo controla a través de una secuencia numérica almacenada en disco o cinta magnética, son de gran tamaño. Principalmente se utilizan en la industria automotriz.

3ª Generación

Incluyen todos los avances de las dos generaciones anteriores. Son reprogramables, utilizan computadoras para su control y tienen cierta percepción de su entorno a través del uso de sensores. Con esta generación se inicia la era de los robots inteligentes y aparecen los lenguajes de programación para escribir los programas de control que se le introducen a cada uno de ellos.

4ª Generación

Son robots altamente inteligentes con mejores sistemas sensoriales que los anteriores, para entender sus acciones y captar el entorno que los rodea. Incorporan ciertos conceptos modélicos de conducta para ser capaces de actuar ante circunstancias determinadas.

5ª Generación

Actualmente se encuentra en desarrollo, pero dando pasos agigantados. Serán los que nos acompañen en el futuro en todas nuestras actividades cotidianas y darán paso a una nueva era.

5.4.2. Según el nivel de programación

Los sistemas de programación de robots se agrupan en tres clases:

Sistemas guiados

El usuario conduce al robot a través de los movimientos a realizar.

Sistemas de programación de nivel-robot

El usuario escribe un programa de computadora especificando el movimiento y el censado.

Sistemas de programación de nivel-tarea

El usuario especifica las operaciones por las acciones sobre los objetos que el robot manipula.

5.4.3. Según el nivel de control que ejecutan

Los programas en el controlador del robot pueden ser agrupados de acuerdo al nivel de control que realizan:

Nivel de inteligencia artificial

El programa acepta un comando y lo descompone dentro de una secuencia de comandos de bajo nivel basados en un modelo estratégico de las tareas.

Nivel de modo de control

Los movimientos del sistema son modelados, para lo que se incluye la interacción dinámica entre los diferentes mecanismos, trayectorias planeadas y los puntos de asignación seleccionados.

Nivel de servosistemas

Los actuadores controlan los parámetros de los mecanismos con el uso de una retroalimentación interna de los datos obtenidos por los sensores y la ruta es modificada sobre la base de los datos que se obtienen de sensores externos.

5.4.4. Según su nivel de inteligencia

La Asociación de Robots Japonesa, en inglés Japan Industrial Robot Association (JIRA), ha clasificado a los robots dentro de seis clases sobre la base de su nivel de inteligencia:

- 4 Robots de manejo manual; controlados por una persona.
- 5 Robots de secuencia arreglada.
- 6 Robots de secuencia variable; donde la secuencia es fácilmente modificable por un operador.
- 7 Robots regeneradores; son conducidos por una persona a través de la tarea.
- 8 Robots de control numérico; el operador alimenta la programación del movimiento hasta que se enseña manualmente la tarea.
- 9 Robots inteligentes; entienden e interactúan con los cambios en el medio.

5.4.5. Según su aplicación

La clasificación según el ámbito de uso de los robots es muy amplia, por lo que nos vamos a concentrar en los principales, que son a su vez los más utilizados:

Robots médicos

Dentro de este campo se podría extender una clasificación aún mayor; desde automatismos que ayudan a personas con dependencias o incluso prótesis humanas, pasando por robots con movimientos de alta precisión utilizados en cirugía, hasta nanorobots de 0,1 a 10 μm formados a partir de componentes moleculares inyectados por vía intravenosa utilizados para combatir ciertas enfermedades. Éstos últimos se encuentran aún en fase de investigación y desarrollo.

Robots militares

Son desarrollados para llevar a cabo acciones militares específicas ya que se utilizan para asistir al personal militar en sus operaciones. Abarcan distintas morfologías según su función y éstas pueden ser: transporte, artificieros, rastreadores, etc.

Robots industriales

Los robots industriales se encargan de realizar las tareas que se desarrollan durante las distintas fases de la producción industrial. Normalmente son manipulaciones automáticas en procesos complicados y repetitivos o que requieren de un gran esfuerzo por parte de una persona. Se trata de robots multifuncionales y reprogramables ubicados en entornos altamente controlados. Es en este tipo de robots en el que nos centraremos de ahora en adelante.

5.4.6. Según su arquitectura

Poliarticulados

La característica fundamental de este tipo de robots es la de ser sedentarios y estar estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo. Dentro de este tipo se encuentran los cartesianos o los manipuladores.

Móviles

Basados en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante, por lo que poseen grandes capacidades de desplazamiento.

Androides

Intentan reproducir parcial o totalmente la forma y el comportamiento cinemático del ser humano. Aún se trata de dispositivos muy poco evolucionados y de baja aplicación. Un ejemplo es el androide “*Asimo*”, fabricado por Toyota.

Zoomórficos

Constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan los movimientos de los seres humanos. A su vez se agrupan en dos grandes categorías: caminadores y no caminadores.

Híbridos

Se corresponde a aquellos de difícil clasificación, cuya estructura se sitúa en combinación de alguna de las anteriores.

5.5 Principales fabricantes

Existen infinidad de fabricantes en el sector de la robótica, como Yaskawa, Mitsubishi o Stäubli, pero nos centraremos en las tres principales marcas del sector industrial nacional.

ABB (Fig. 25)

Acrónimo de Asea Brown Boveri. Es una corporación multinacional con sede en Zúrich (Suiza), que opera en más de cien países y emplea a más de 135.000 personas. Sus principales negocios son la generación de energía eléctrica y la automatización industrial. La filial del Grupo ABB en España es Asea Brown Boveri, S.A., con sede social en Madrid y cuenta con fábricas en Madrid, San Quirze del Vallés (Barcelona), Oyarzu (Guipúzcoa), Zaragoza, Córdoba y Valle de Trápaga (Vizcaya).



Figura 25. Logo ABB.

FANUC (Fig. 26)

Es un grupo de compañías formado principalmente por FANUC Corporation de Japón, FANUC America Corporation de Estados Unidos y FANUC Robotics Europe SA de Europa que ofrecen productos y servicios de automatización industrial como robots y sistemas de control numérico. Actualmente es el líder en automatización robótica en Norteamérica y Sudamérica.

FANUC

Figura 26. Logo FANUC.

KUKA (Fig. 27)

Es una abreviatura de Keller und Knappich Augsburg. Es uno de los principales fabricantes mundiales de robots industriales y sistemas de soluciones automatizadas de fabricación, cuyo sector principal es la industria automovilística. La sede principal está en Augsburg y cuenta con más de 3.000 empleados a nivel global.

KUKA

Figura 27. Logo KUKA.

5.6 Modelo a utilizar

El robot industrial elegido para llevar a cabo esta instalación pertenece a la marca ABB, modelo IRB 660 180 KG.

El IRB 660 es la última generación de robots de paletización de 4 ejes de ABB Robotics. Ha sido diseñado con el énfasis puesto en una alta capacidad de producción, tiempos de ciclo cortos con una elevada carga útil y un largo alcance, además de una disponibilidad muy elevada, una de las características más significativas de los robots ABB. Está disponible en dos versiones: una con una capacidad de manejo de 180 kg, la versión seleccionada para nuestra aplicación, y otra para 250 kg, en ambos casos con un alcance de 3,15 m y un peso total de 1750 kg. Los 4 ejes con los que cuenta este manipulador son los siguientes (Fig. 28):

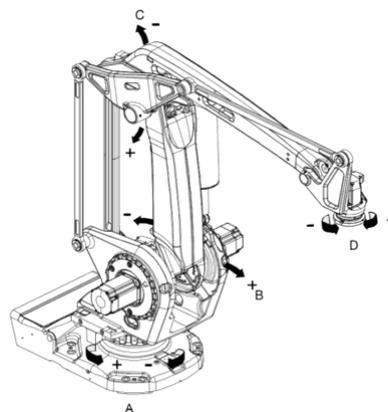


Figura 28. Ejes del robot IRB 660.

Posición	Descripción
A	Eje 1
B	Eje 2
C	Eje 3
D	Eje 4

Tabla 1. Ejes del robot IRB 660.

Las dimensiones globales de este modelo (Fig. 29) se muestran a continuación a través de las vistas frontal, lateral y superior con cotas en mm:

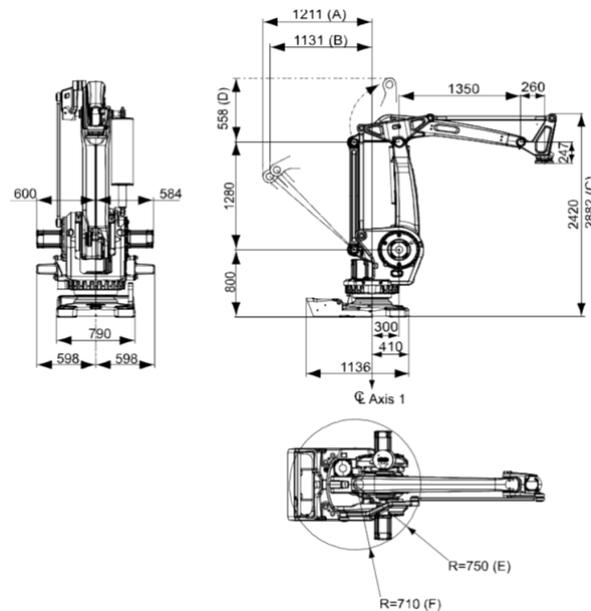


Figura 29. Dimensiones del robot IRB 660.

Posición	Descripción
A	En el tope mecánico
B	En el área de trabajo máx. del eje 2
C	En el área de trabajo máx. del eje 3
D	En el área de trabajo min. del eje 3
E	Radio de soporte para horquilla elevadora
F	Radio para el motor del eje 3

Tabla 2. Aclaración sobre las dimensiones del robot IRB 660.

A continuación, se muestra la carga máxima permitida montada en posiciones distintas sobre la brida para herramientas del robot (centro de gravedad). La representación gráfica (Fig. 30) indica cómo disminuye la capacidad de carga máxima cuanto más se aleja el centro de masas de la herramienta respecto a la brida preparada para ello. En nuestro caso estaremos dentro de la zona de capacidad de carga máxima, puesto que la distancia del centro de gravedad de la pinza a la brida del robot es inferior a 0,38 m en vertical y a 0,22 m en horizontal.

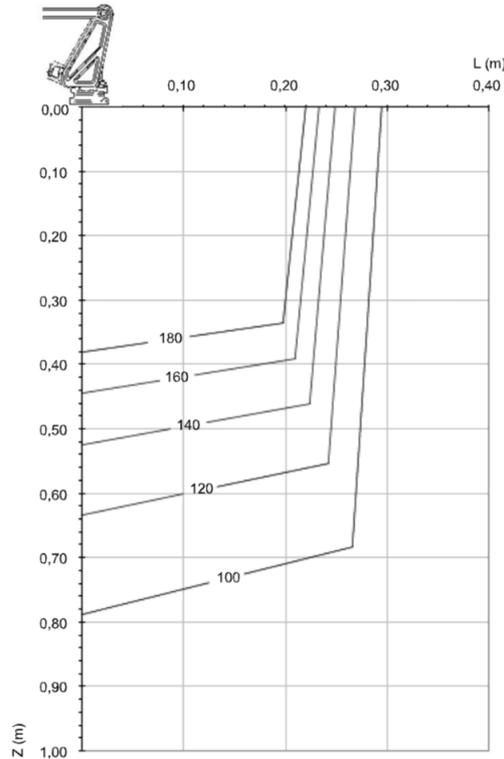


Figura 30. Diagrama de carga máxima en función de la posición de la brida.

Aunque disponga de 4 ejes no todos ellos pueden moverse de igual manera. Dicha capacidad se mide a través del ángulo de giro mínimo y máximo, resultando de la siguiente forma:

Eje	Tipo de movimiento	Área de movimiento
1	Movimiento de rotación	De +180° a -180°
2	Movimiento del brazo	De +85° a -42°
3	Movimiento del brazo	De +120° a -20°
4	Movimiento de giro	De +300° a -300°

Tabla 3. Rango de ángulos de los ejes del robot.

Por último, se muestran las posiciones extremas del brazo del robot especificadas respecto al centro de la brida para herramientas (Fig. 31) con cotas en mm. La representación gráfica de dichos puntos da lugar a la denominada área de trabajo del robot.

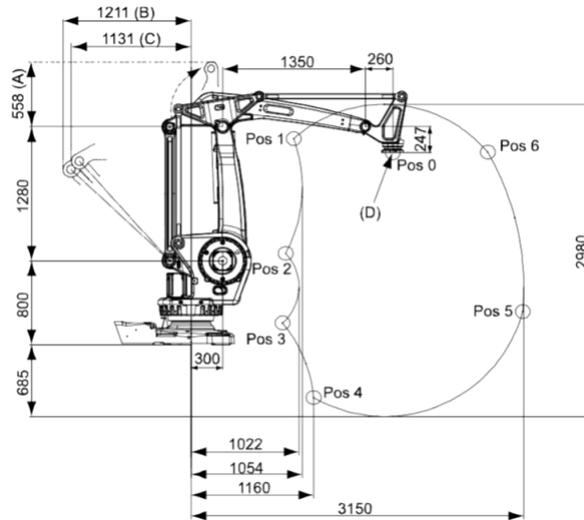


Figura 31. Área de trabajo del robot IRB 660.

Nº de pos.	Pos. X (mm)	Pos. Z (mm)	Áng. del eje 2 (°)	Áng. del eje 3 (°)
0	1910	1833	0	0
1	972	1966	-42	-20
2	895	870	-42	28
3	866	207	50	120
4	1160	-505	85	120
5	3139	315	85	15
6	2809	1837	50	-20

Tabla 4. Cotas y ángulos del área de trabajo del robot IRB 660.

6) SELECCIÓN DE MATERIALES

6.1. Generalidades

En la industria de la metalurgia existen infinidad de materiales, tales como el hierro, el aluminio o el acero inoxidable. Teniendo en cuenta que se trata de una planta de fertilizantes, cuya concentración en ácidos es bastante alta, nos centraremos en la gama de aceros inoxidables.

El motivo principal de la elección del acero inoxidable como material para la pinza robótica es su excelente comportamiento frente a la corrosión, ya sea atmosférica o de otros agentes y medios más agresivos. Esta resistencia proviene de la presencia de Cromo en su composición química, la cual deberá ser superior al 10,5% en peso para que empiece a ser efectiva, siendo de 1,2% el máximo porcentaje en peso de Carbono.

Esta resistencia que confiere el Cromo a los aceros se debe a la gran afinidad que muestra el Cromo por el Oxígeno, de manera que al entrar en contacto con un medio oxidante se forma una finísima capa superficial de Óxido de Cromo (Cr_2O_3), impermeable e invisible pero que cubre homogéneamente toda la superficie del acero, impidiendo así el avance de la corrosión. A este fenómeno se le denomina pasivación del acero.

El abanico de aceros inoxidables es bastante amplio y la selección de la calidad más apropiada dependerá de las propiedades corrosivas del proceso junto con los productos de limpieza y desinfección a utilizar, además de otros factores también importantes como la soldabilidad, la dureza o el coste.

6.2. Tipos de aceros inoxidables

En metalurgia el acero inoxidable se define como una aleación de acero, con un mínimo del 10,5-12% de cromo contenido en masa, pero que también puede contener otros metales como molibdeno, níquel o wolframio.

Es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo o los metales aleantes que contiene poseen gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro. Sin embargo, esta capa puede ser afectada por algunos ácidos, dando lugar a que el hierro sea atacado y oxidado por mecanismos intergranulares o picaduras generalizadas.

El acero inoxidable es un material sólido y no un revestimiento especial aplicado al acero común para darle características "inoxidables". Aceros comunes, e incluso otros metales, son a menudo cubiertos o "bañados" con metales blancos como el cromo («cromado»), níquel («niquelado») o zinc («zincado») para proteger sus superficies o darles otras características superficiales. Mientras que estos baños tienen sus propias ventajas y son muy utilizados, el peligro radica en que la capa puede ser dañada o deteriorarse de algún modo, lo que anularía su efecto protector. La apariencia del acero inoxidable puede, sin embargo, variar y dependerá de la manera en que esté fabricado y de su acabado superficial

Acero inoxidable ferrítico

Contienen cromo y níquel equivalente entre el 10,5% y el 30%, con una estructura metalográfica formada por ferrita. Los aceros ferríticos son magnéticos (se distinguen porque son atraídos por un

imán). Los porcentajes de carbono son inferiores al 0,1% de C, por lo que estos aceros no son endurecibles por tratamiento térmico.

Los aceros inoxidable ferríticos poseen una buena ductilidad inicial debido a la estructura ferrítica, sin embargo, no son endurecibles bajo tratamiento térmico, pues contienen porcentajes muy bajos de carbono; por deformación plástica en frío es posible endurecerlos, pero con tasas de endurecimiento menores que las de los aceros austeníticos y a cambio de una pérdida significativa de la ductilidad inicial. La tenacidad que presentan es menor que la de otros tipos de aceros.

En cuanto a la soldabilidad, este tipo de aceros se encuentra por encima de los martensíticos pero por debajo de los austeníticos, pues debido a su magnetismo provocan desviaciones en el arco.

En general, la resistencia a la corrosión es buena y está ligada a la alta presencia de cromo en su composición; así, los aceros con un 17% de cromo (AISI 430, AISI 434, AISI 436) se utilizan para fabricar utensilios domésticos y de cocina, mientras que aquellos con un mayor contenido en cromo (AISI 442, AISI 446), aceros refractarios, son empleados en servicios a alta temperatura gracias a su gran resistencia a la oxidación. A su vez, estos aceros tienen una alta resistencia a la corrosión bajo tensión.

El acero inoxidable ferrítico se utiliza para intercambiadores de calor, especialmente cuando se pueda producir corrosión por cargas de tensión, en tubos de escape de automóviles y en componentes sometidos a subidas de temperatura, como piezas de hornos o de cámaras de combustión, pues muy a menudo se utilizan para la fabricación de tanques de agua caliente o como contenedores de ácido nítrico.

El acero más característico dentro de este grupo es el denominado AISI 430.

Acero inoxidable martensítico

Son los denominados aceros inoxidables altamente aleados con cromo y otros elementos. Se llaman martensíticos debido a que su estructura metalográfica está formada básicamente por martensita, ferrita deformada por el carbono que no pudo difundirse.

Presentan una aceptable resistencia a la corrosión, aunque menor que la de los aceros ferríticos y austeníticos, poseen una excelente resistencia mecánica, son magnéticos y se pueden endurecer mediante tratamientos térmicos de temple y revenido. Además, son bastante duros, a la vez que frágiles; es por eso que suelen ser sometidos a procesos de revenidos, consistentes en calentar el acero a una temperatura menor a la temperatura crítica inferior (723 °C) para posteriormente enfriarlos a temperatura ambiente.

Este tipo de aceros tienen una baja soldabilidad, la cual varía en función de la cantidad de carbono; cuanto mayor es el contenido de éste será necesario precalentar y realizar tratamientos posteriores para que las soldaduras realizadas estén libres de defectos. A eso hay que añadir que, al ser bastante magnéticos, al igual que los aceros ferríticos, es posible que se produzcan desviaciones del arco durante la soldadura.

Entre las aplicaciones más importantes destacan aquellas destinadas al ámbito sanitario, pues se utiliza para herramientas dentales, material quirúrgico, así como para muelles y válvulas.

El acero más característico dentro de este grupo es el denominado AISI 420.

Acero inoxidable austenítico

Como su nombre indica, su estructura metalográfica está formada por austenita. Se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, tales como el Níquel, el Manganeso y el Nitrógeno. El contenido en Cromo oscila entre el 16% y el 26%, mientras que el de Carbono se mantiene en contenidos muy bajos, de entre el 0,03% y el 0,08%.

Al contrario que los anteriores, estos aceros no son magnéticos y, al igual que los aceros ferríticos, no pueden ser endurecidos mediante tratamientos térmicos, debido a su bajo contenido en Carbono. Por el contrario, poseen buenas propiedades mecánicas a temperaturas criogénicas, además de ser muy dúctiles, por lo que se pueden endurecer mediante deformación en frío.

En cuanto a la resistencia a la oxidación es proporcional al contenido en Cromo; de manera que aquellos con un contenido menor al 18% se utilizan para temperaturas menores a 800 °C, mientras que para temperaturas superiores a los 1000 °C es necesario que el contenido de Cromo esté en torno al 25%.

El acero más característico dentro de este grupo es el denominado AISI 304.

Acero inoxidable dúplex

La estructura de este tipo de aceros es austeno-ferrítica, de manera que combina características de los aceros austeníticos y de los ferríticos. El contenido en ferrita oscila entre el 40% y el 60%, con una proporción de Cromo de entre el 18% y el 25%, entre un 3% y un 7% de Níquel y un contenido relativamente alto de Molibdeno, en torno al 3%.

Los aceros inoxidables dúplex poseen una resistencia elevada, así como al desgaste y a la corrosión bajo tensión. En cuanto a la ductilidad y a la tenacidad se encuentran entre ambos tipos, mientras que el límite elástico, la resistencia a la tracción y el punto de fluencia son considerablemente superiores al de ambos.

Son, junto con los aceros austeníticos, los más empleados en aplicaciones estructurales. Otra de las aplicaciones principales son la fabricación de tuberías para intercambiadores térmicos, para conducción de petróleo o pozos de gas; industria química, marina y de celulosa son otras aplicaciones comunes.

6.3. Comparación de propiedades mecánicas

En la siguiente tabla se exponen los valores mínimos para las propiedades mecánicas de los aceros inoxidables más comunes especificados según la norma UNE-EN 10088-2.

	Grado (UNE- EN 10088)	Grado (AISI)	Producto¹⁾	Espesor máximo (mm)	Mínima resistencia²⁾ correspondie nte al 0,2% (N/mm²)	Resistencia última tracción (N/mm²)	Alargamien to de rotura (%)
Aceros inoxidables austeníticos	1.4301	304	C	8	230	540 – 750	45 ⁽³⁾
			H	13,5	210	520 – 720	45 ⁽³⁾
			P	75	210	520 – 720	45
básicos de cromo y níquel	1.4307	304L	C	8	220	520 – 700	45
			H	13,5	200	520 – 700	45
			P	75	200	500 – 700	45
Aceros inoxidables austeníticos	1.4401	316	C	8	240	530 – 680	40
			H	13,5	220	530 – 680	40
			P	75	220	520 – 670	45
de molibdeno, cromo y níquel	1.4404	316L	C	8	240	530 – 680	40
			H	13,5	220	530 – 680	40
			P	75	220	520 – 670	45
Aceros inoxidables austeníticos	1.4541	321	C	8	220	520 – 700	40
			H	13,5	200	520 – 700	40
			P	75	200	500 – 700	40
estabilizado s	1.4571	316Ti	C	8	240	540 – 690	40
			H	13,5	220	540 – 690	40
			P	75	220	520 – 670	40
Aceros inoxidables austeníticos bajos en carbono, altos en nitrógeno	1.4318	-	C	8	350	650 – 850	35
			H	13,5	330	650 – 850	35
			P	75	330	630 – 830	45
Aceros inoxidables dúplex	1.4362	-	C	8	450	650 – 850	20
			H	13,5	400	650 – 850	20
			P	75	400	630 – 830	25
	1.4462	-	C	8	500	700 – 950	20
			H	13,5	460	700 – 950	25
			P	75	460	640 – 840	25

Notas:

- C = Fleje laminado en frío; H = Fleje laminado en caliente; P = Chapa laminada en caliente
- Propiedades transversales
- Para material más estirado los valores mínimos son un 5% más bajos

Tabla 5. Propiedades mecánicas especificadas para los aceros inoxidables usuales según norma UNE-EN 10088-2.

6.4. Selección del material

Tal y como se ha explicado a lo largo de este anexo, existen grados con mayor o menor resistencia a la corrosión en función del porcentaje de aleación de cromo y otros compuestos que presente la composición del acero inoxidable. Así, los aceros inoxidables martensíticos y los ferríticos poseen menor resistencia a la corrosión que los austeníticos, ya que las aleaciones de acero al Cromo-Níquel poseen mayor resistencia a la corrosión que las que no contienen níquel. Además, los aceros inoxidables ferríticos presentan peores propiedades de soldabilidad.

Los aceros inoxidables más utilizados en la industria alimentaria son el denominado AISI 304L para procesos con bajos niveles de cloruro, bajas temperaturas y pH no ácido; el AISI 316 y 316L son generalmente empleados en la industria de fertilizantes, en la industria vitivinícola y en tinas de fermentación, ya que poseen una mayor resistencia a la corrosión en ambientes ácidos y más agresivos.

Por tanto, al tratarse de una planta de producción de fertilizantes, con altos contenidos de ácidos, el acero que se va a emplear para la fabricación de la pinza robótica es el acero inoxidable AISI 316.

7) SISTEMA DE PALAS

7.1 Introducción

En este anexo se detalla el diseño del sistema formado por dos palas las cuales agarran las garrafas a presión para transportarlas de un lugar a otro.

7.2 Consideraciones y datos de partida

Se trata de un sistema de agarre mediante presión utilizando dos palas rectangulares con dimensiones similares a las de las garrafas a transportar (Fig. 32).

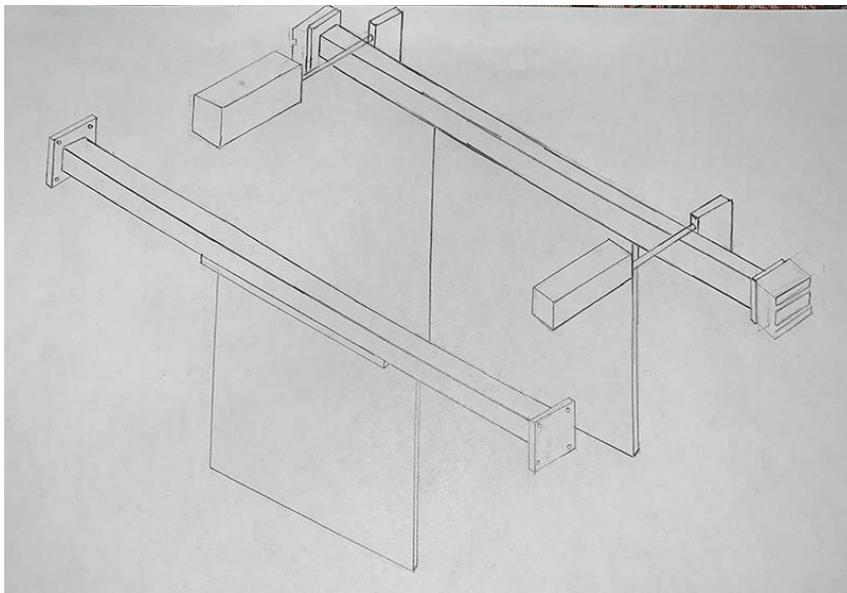


Figura 32. Boceto del sistema de palas.

De las dos palas que forman este sistema (Fig. 33), una de ellas es fija y será sobre la que sea aprisionen las parejas de garrafas, de manera que ésta deberá ir reforzada para soportar los continuos golpes a los que se verá sometida. La otra pala es móvil y es la encargada de realizar la presión de las garrafas contra la pala fija para conseguir el agarre deseado para su posterior transporte; para ello se van a utilizar dos cilindros neumáticos que serán los encargados de realizar el movimiento de la pala y, sobre todo, de realizar la presión necesaria; para el guiado de la pala en el movimiento de apertura y cierre se utilizarán una pareja de patines comerciales.

Además, ambas palas irán forradas por una banda rugosa de PVC consiguiendo un mayor agarre de las garrafas respecto a si la pala fuera totalmente lisa.

La posición de reposo de las palas es abierta, por lo que los cilindros neumáticos estarán retraídos, de manera que sea sencillo para el robot llegar hasta la posición de las garrafas y una vez ubicada correctamente cerrar la pala móvil accionando los cilindros mediante su correspondiente válvula, atestando así las dos garrafas contra la pala fija y consiguiendo una presión de agarre óptima.

7.3 Geometría

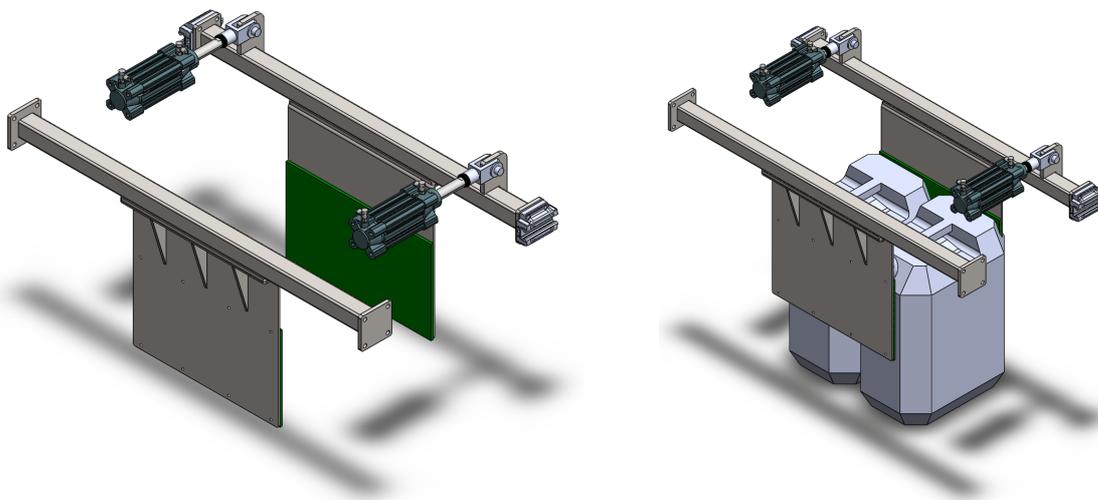


Figura 33. Sistema de palas.

El sistema está formado por dos palas idénticas, una fija y otra móvil, de medidas 380x350 mm y espesor 4 mm. A la pala fija se han soldado tres refuerzos de medidas 120x36 mm y espesor 6 mm para evitar, en la medida de lo posible, su deformación debido al continuo golpeo de las garrapas sobre ella. Las dos palas están forradas con una banda rugosa de PVC de 6 mm de espesor (referencia A12 G2F del fabricante Bandas Robero) consiguiendo así un mayor agarre de las garrapas, utilizando remaches de 4,8x10 mm para la unión. Ambas palas van unidas a los travesaños de la pinza mediante cuatro pernos de M8 cada una.

Los travesaños están formados por un tubo estructural de 40x40x2 mm al que se le han soldado en sus extremos dos pletinas de 80x80 mm y espesor 8 mm con cuatro taladros de Ø9 mm que se utilizarán para atornillar dichos travesaños a los laterales de la pinza. Además, llevan soldada otra pletina de dimensiones 380x40 mm y espesor 8 mm en la parte inferior con taladros roscados de M8 sobre la que se atornillan las palas, tal y como se ha explicado más arriba. De los dos travesaños, el fijo se une a los laterales de la pinza mediante cuatro pernos de M8 a cada lado, mientras que el travesaño móvil se une de la misma manera a los patines que realizarán el guiado del movimiento. Dichos patines se tratan del modelo TKDH-25-A-Z0 de la empresa Dexis Tecnomeca, cuyas dimensiones son 83x70x29 mm. En el caso del travesaño móvil, se sueldan adicionalmente dos pletinas de dimensiones 130x60 mm y espesor 10 mm a las que se unirán mediante un eje de Ø16 mm las horquillas, modelo GKM16-32-INOX, de los cilindros encargados del movimiento, modelo CP96SDB50-60C-XC7 de la empresa SMC.

7.4 Materiales

El material seleccionado para los tubos estructurales de los travesaños, así como de todas las pletinas soldadas a ellos ha sido acero inoxidable AISI 316. Se han detallado las características del material en el Punto II, Anexo V.

Los cilindros neumáticos están formados por el cuerpo principal fabricado a partir de un perfil ranurado de aluminio, mientras que el vástago, la tuerca de éste y la horquilla de fijación son de acero

inoxidable AISI 316, puesto que son los componentes que más en contacto entrarán con las garrapas. El eje utilizado para unir la horquilla de los cilindros a las fijaciones es de acero inoxidable AISI 430.

Las bandas utilizadas en las palas para darle un mayor agarre a éstas están compuestas de dos materiales: una capa de PVC por el lado que estará en contacto con las garrapas y otra capa de poliéster por el lado de la pala.

En cuanto al material de los patines y la guía utilizadas para el guiado del movimiento, se trata de un acero denominado 100Cr6, utilizado principalmente para la fabricación de rodamientos de bolas o rodillos, puesto que posee una gran resistencia al desgaste.

7.5 Cálculos

Se ha procedido a realizar un estudio estático de los componentes de la máquina que van a soportar la mayor carga mediante el módulo Simulation del programa utilizado para el diseño, SolidWorks.

Por lo tanto, la parte seleccionada para realizar dicho estudio han sido los travesaños sobre los que se han fijado ambas palas, ya que son los que soportarán las garrapas a transportar. Teniendo en cuenta que ambos travesaños son idénticos, se ha realizado el cálculo tratándolo de manera individual y repartiendo las cargas a soportar entre ambos.

El total de la fuerza a soportar por ambos travesaños, teniendo en cuenta el peso de las garrapas y el de todas las piezas que conforman tanto el travesaño como las palas, es 800 N que, repartido entre ambos, hacen una fuerza de 400 N.

Para la distribución de las fuerzas (Fig. 34) se supone una distribución uniforme a lo largo del travesaño, puesto que el ancho total de la pareja de garrapas supone gran parte del largo total de éste. Los extremos son empotrados, resultando de la siguiente manera:

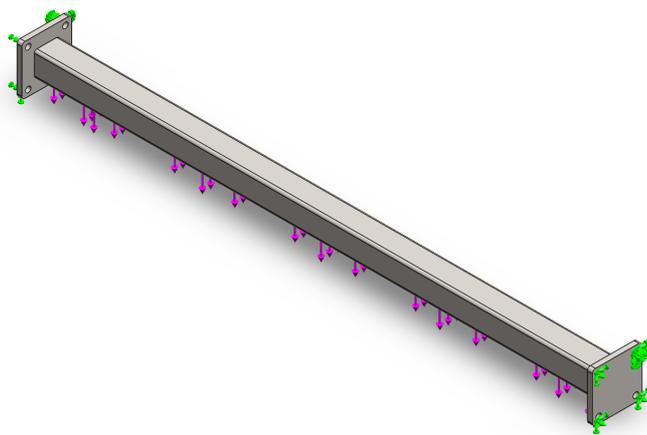


Figura 34. Distribución de fuerzas en el sistema de palas.

7.6 Resultados

Los resultados más significativos para validar el diseño de una máquina son el estudio de tensiones de Von Mises y el estudio de deformaciones.

Estudio de tensiones de Von Mises

Nombre del modelo: Travesaño
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1.497,07

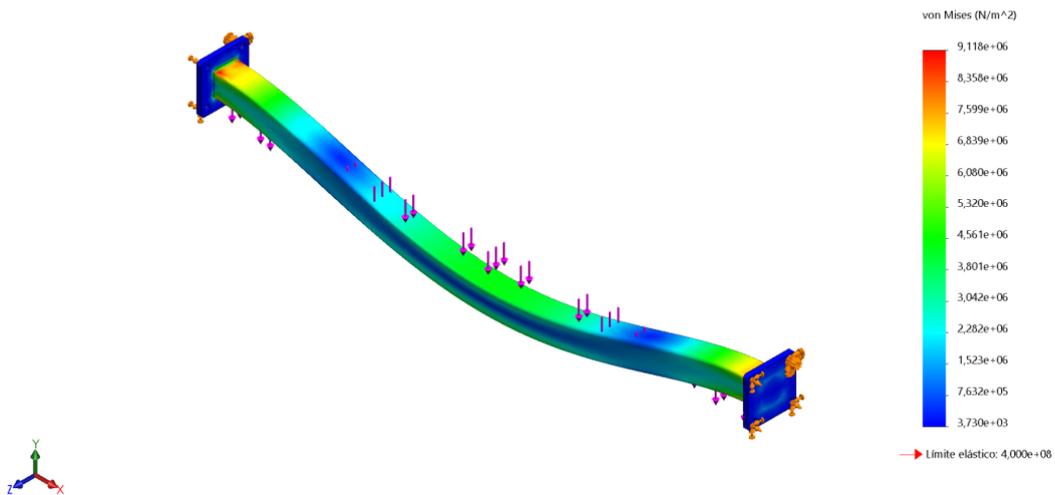


Figura 35. Gráfico de tensiones del sistema de palas.

Los resultados del análisis estático reflejan que los puntos con mayor tensión son los extremos del travesaño (Fig. 35), es decir, en la unión soldada entre el travesaño y las pletinas de unión al chasis de la pinza.

La tensión máxima producida en dichos puntos es de 9,12 N/mm², por lo que siendo el límite elástico de 400 N/mm² no sufrirá deformación plástica. Tampoco se producirá rotura, puesto que la resistencia última a tracción del material es de 530 N/mm².

Estudio de deformaciones

Nombre del modelo: Travesaño
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1.497,07

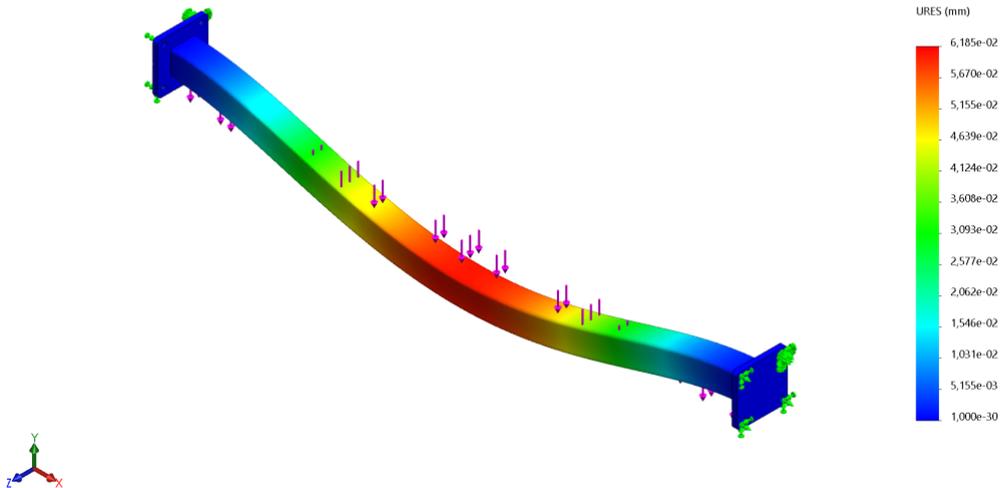


Figura 36. Gráfico de deformaciones del sistema de palas.

En cuanto al análisis de deformaciones, se puede apreciar que el punto más desfavorable se encuentra en el centro del travesaño (Fig. 36), alcanzando una deformación máxima de 0,06185 mm. Dicha deformación es imperceptible, por lo que los resultados obtenidos en la simulación se pueden considerar válidos.

En definitiva, debido a las características del material seleccionado y a los esfuerzos a los que se verá sometida la máquina, la geometría de las palas no afectará al correcto funcionamiento de la pinza robótica.

7.7 Inconvenientes

El sistema ideado inicialmente para el agarre y transporte de las garrafas se presenta bastante sencillo, tanto en lo que a fabricación se refiere como a su posterior montaje.

En lo que al transporte de las garrafas se refiere se trata de una solución óptima, ya que al apretar a presión las garrafas de forma lateral mediante dos cilindros neumáticos se consigue que las garrafas queden suficientemente inmóviles, evitando oscilaciones indeseadas de éstas provocadas por el momento de inercia producido en el movimiento del robot.

Sin embargo, el agarre de las garrafas no se puede considerar lo suficientemente seguro. Esto es debido es que al realizar éste mediante apriete por presión de las palas, en el momento en que no haya presión o no se alcance el valor necesario la pala móvil no tendrá la fuerza necesaria para retener las garrafas y éstas caerán por gravedad, consiguiendo el efecto totalmente contrario al deseado.

8) SISTEMA DE PINZAS

8.1. Introducción

En este anexo se detalla el diseño del sistema formado por dos pinzas las cuales agarran las garrafas de las asas con las que éstas cuentan, como si se cogiesen de forma manual.

8.2. Consideraciones y datos de partida

Se trata de un sistema de agarre mediante dos pinzas móviles que cogen las garrafas de las asas con las que cuentan, aprovechando así la geometría de éstas, siguiendo un mecanismo similar al de las carretillas elevadoras (Fig. 37).

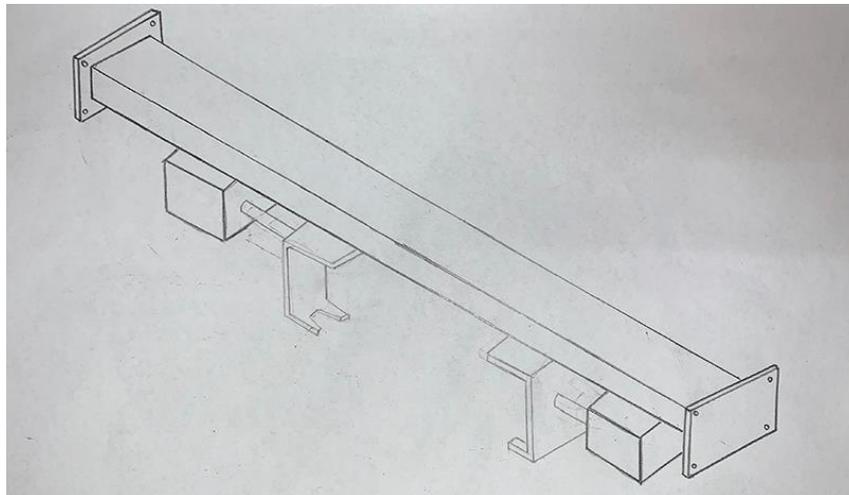


Figura 37. Boceto del sistema de pinzas.

Las dos pinzas (Fig. 38), con un diseño inspirado en unas uñas para facilitar la cogida, son móviles; de esta manera se consigue que las pinzas vayan abiertas mientras el robot realiza el movimiento de posicionamiento cuando va en vacío y cierran cuando realiza el movimiento con la carga de las garrafas. De manera similar al sistema anterior, se van a utilizar dos cilindros neumáticos para realizar el movimiento de las pinzas y otros dos patines comerciales para el guiado del movimiento.

La posición de reposo de las pinzas es abierta, por lo que los cilindros neumáticos estarán retraídos, de manera que sea sencillo para el robot llegar hasta la posición de las garrafas y una vez ubicada correctamente cerrar ambas pinzas accionando los cilindros mediante su correspondiente válvula, entrando así las pinzas en el asa de ambas garrafas.

8.3. Geometría

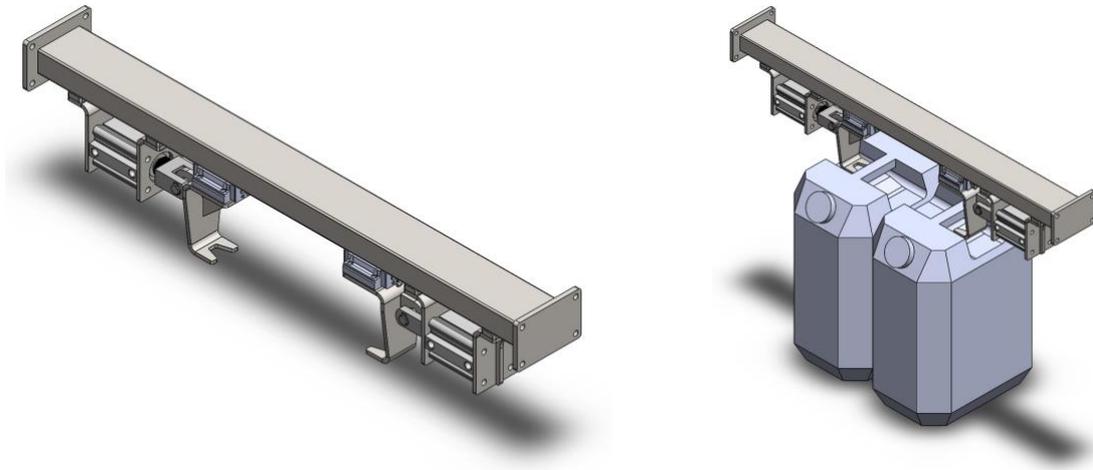


Figura 38. Sistema de pinzas.

El sistema está formado por dos pinzas idénticas y móviles, de medidas 120x80x70 mm y espesor 6 mm. Ambas pinzas van unidas a dos patines, modelo TKDH-25-A-Z0 de la empresa Dexis Tecnomeca de dimensiones 83x70x29 mm, mediante cuatro pernos de M8 cada uno. A su vez, las pinzas van unidas a dos cilindros neumáticos, modelo CDQ2A50TF-50DMZ-XC6 de la empresa SMC, mediante una pletina soldada de medidas 45x40 mm y espesor 8 mm, a las que se unirán las horquillas de los cilindros, modelo Y-G05SUS, mediante un eje de $\varnothing 14$ mm. Los cilindros irán unidos a dos soportes cada uno, de medidas 107x80x40 mm y espesor 6 mm, mediante ocho pernos de M8. Dichos soportes irán fijados al travesaño principal mediante dos pernos de M8 cada uno.

El travesaño principal está formado por un tubo estructural de 80x40x2 mm al que se le han soldado en sus extremos dos pletinas de 120x80 mm y espesor 8 mm con cuatro taladros de $\varnothing 9$ mm que se utilizarán para atornillar el travesaño a los laterales de la pinza del robot mediante cuatro pernos de M8. Además, en la parte inferior del travesaño se han soldado cuatro pletinas de dimensiones 80x25 mm y espesor 8 mm con dos taladros roscados de M8 para fijar sobre él los soportes de los cilindros.

8.4. Materiales

El material seleccionado para los tubos estructurales de los travesaños, así como de todas las pletinas soldadas a ellos ha sido acero inoxidable AISI 316. Se han detallado las características del material en el Punto II, Anexo V.

Los cilindros neumáticos están formados por el cuerpo principal fabricado a partir de un perfil ranurado de aluminio, mientras que el vástago, la tuerca de éste y la horquilla de fijación son de acero inoxidable AISI 316, puesto que son los componentes que más en contacto entrarán con las garrapas. El eje utilizado para unir la horquilla de los cilindros a las fijaciones es de acero inoxidable AISI 430.

En cuanto al material de los patines y la guía utilizadas para el guiado del movimiento, se trata de un acero denominado 100Cr6, utilizado principalmente para la fabricación de rodamientos de bolas o rodillos, puesto que posee una gran resistencia al desgaste.

8.5. Cálculos

Se ha procedido a realizar un estudio estático de los componentes de la máquina que van a soportar la mayor carga mediante el módulo Simulation del programa utilizado para el diseño, SolidWorks.

Por lo tanto, la parte seleccionada para realizar dicho estudio ha sido el travesaño sobre el que se han fijado las dos pinzas, ya que es el que soportará las garrafas a transportar.

El total de la fuerza a soportar por el travesaño, teniendo en cuenta el peso de las garrafas y el de todas las piezas que conforman tanto el travesaño como las pinzas, es 725 N.

Para la distribución de las fuerzas (Fig. 39) se supone una distribución uniforme a lo largo del travesaño, puesto que el ancho total de la pareja de garrafas supone gran parte del largo total de éste. Los extremos son empotrados, resultando de la siguiente manera

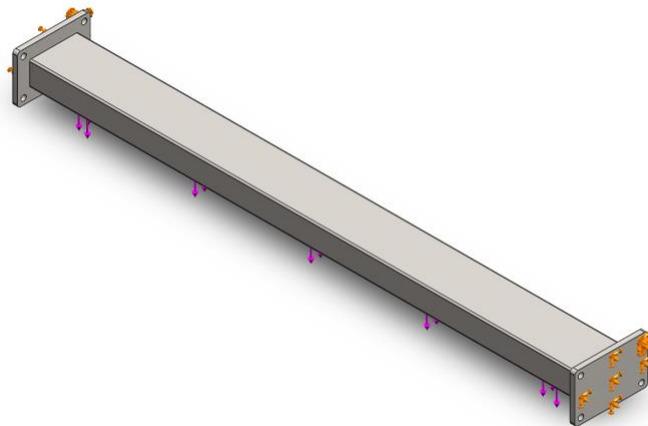


Figura 39. Distribución de fuerzas en el sistema de pinzas.

8.6. Resultados

Los resultados más significativos para validar el diseño de una máquina son el estudio de tensiones de Von Mises y el estudio de deformaciones.

Estudio de tensiones de Von Mises

Nombre del modelo: Travesaño
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1.226,12

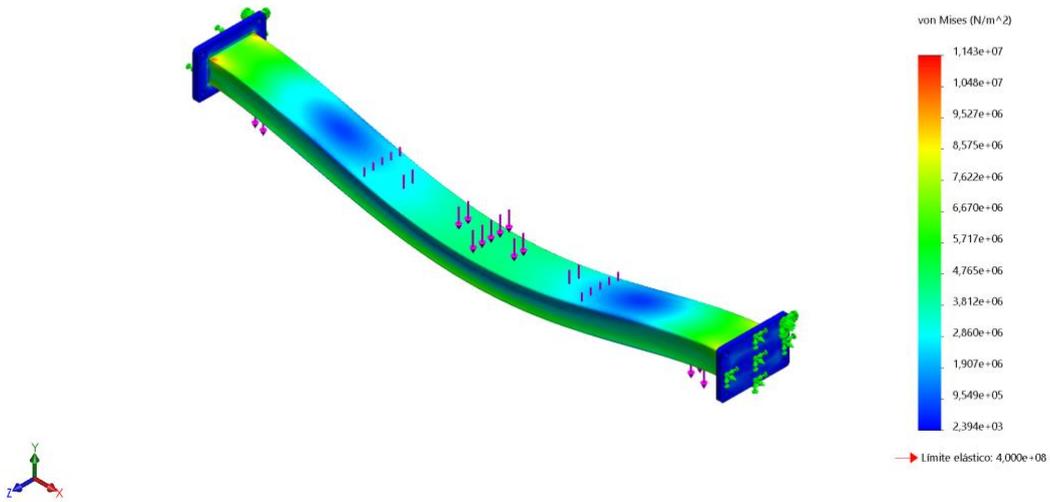


Figura 40. Gráfico de tensiones del sistema de pinzas.

Los resultados del análisis estático reflejan que los puntos con mayor tensión son los extremos del travesaño (Fig. 40), es decir, en la unión soldada entre el travesaño y las pletinas de unión al chasis de la pinza.

La tensión máxima producida en dichos puntos es de $11,43 \text{ N/mm}^2$, por lo que siendo el límite elástico de 400 N/mm^2 no sufrirá deformación plástica. Tampoco se producirá rotura, puesto que la resistencia última a tracción del material es de 530 N/mm^2 .

Estudio de deformaciones

Nombre del modelo: Travesaño
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 1,226,12

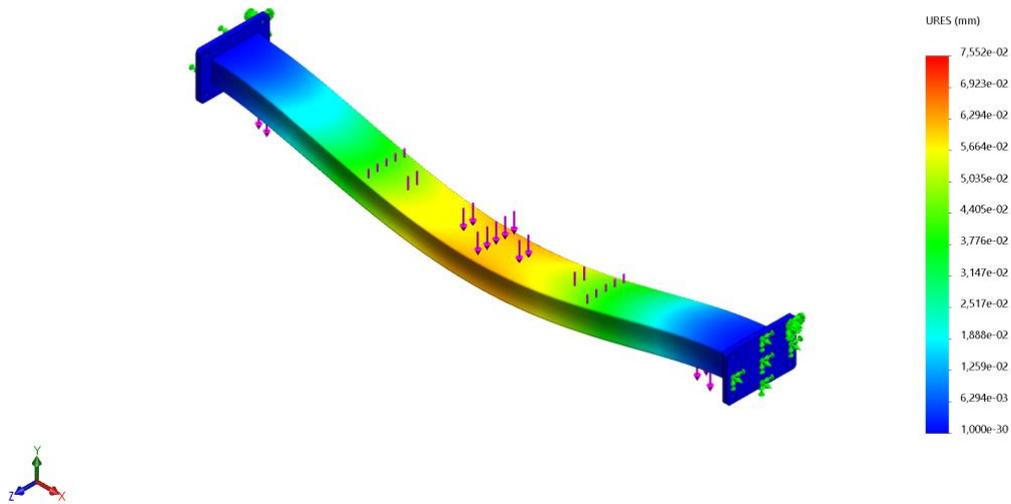


Figura 41. Gráfico de deformaciones del sistema de pinzas.

En cuanto al análisis de deformaciones, se puede apreciar que el punto más desfavorable se encuentra en el centro del travesaño (Fig. 41), alcanzando una deformación máxima de 0,07552 mm. Dicha deformación es imperceptible, por lo que los resultados obtenidos en la simulación se pueden considerar válidos.

En definitiva, debido a las características del material seleccionado y a los esfuerzos a los que se verá sometida la máquina, la geometría de las pinzas no afectará al correcto funcionamiento de la pinza robótica.

8.7. Inconvenientes

Este sistema de pinzas ideado a partir del mecanismo de una carretilla elevadora es algo más complejo que el sistema anterior, puesto que al estar formado por más piezas conlleva mayor trabajo tanto de soldadura como de montaje.

La seguridad en el transporte de las garrapas es considerablemente superior al del sistema de palas, puesto que el agarre de las garrapas se realiza mediante pinzas que sujetan firmemente las asas de éstas, evitando así que caigan por efecto de la gravedad en caso de ausencia de presión en los cilindros provocada por problemas inesperados.

Sin embargo, al no presionar las garrapas lateralmente éstas oscilarán en el movimiento de transporte del robot debido al momento de inercia provocado por dicho movimiento.

9) SISTEMA COMBINADO

9.1. Introducción

En este anexo se detalla el diseño del sistema combinado formado por dos pinzas las cuales agarran las garrapas de las asas con las que éstas cuentan además de dos palas que agarran las garrapas a presión para transportarlas de un lugar a otro.

9.2. Consideraciones y datos de partida

El sistema definitivo consiste en una combinación de los dos sistemas explicados anteriormente (Fig. 42), de forma que se consigue la seguridad necesaria en el transporte de las garrapas en caso de ausencia de presión de aire en la instalación, evitando además la oscilación de éstas provocadas por el momento de inercia producido en el movimiento del robot.

Las dos pinzas, con un diseño inspirado en unas uñas para facilitar la cogida, son móviles; de esta manera se consigue que las pinzas vayan abiertas mientras el robot realiza el movimiento de posicionamiento cuando va en vacío y cierran cuando realiza el movimiento con la carga de las garrapas. Para ello, se van a utilizar dos cilindros neumáticos para realizar el movimiento de las pinzas y dos patines comerciales para el guiado del movimiento.

En cuanto a las palas, una de ellas es fija y será sobre la que sea aprisionen las parejas de garrapas, de manera que ésta deberá ir reforzada para soportar los continuos golpes a los que se verá sometida. La otra pala es móvil y es la encargada de realizar la presión de las garrapas contra la pala fija para conseguir el agarre deseado para su posterior transporte; para ello se van a utilizar otros dos cilindros neumáticos que serán los encargados de realizar el movimiento de la pala y, sobre todo, de realizar la presión necesaria; para el guiado de la pala en el movimiento de apertura y cierre se utilizará otra pareja de patines comerciales.

Además, ambas palas irán forradas por una banda rugosa de PVC consiguiendo un mayor agarre de las garrapas respecto a si la pala fuera totalmente lisa.

La posición de reposo tanto de las pinzas como de las palas es abierta, por lo que los cilindros neumáticos estarán retraídos, de manera que sea sencillo para el robot llegar hasta la posición de las garrapas y una vez ubicada correctamente cerrar las pinzas y las palas accionando los cilindros mediante su correspondiente válvula, entrando así las pinzas en el asa de ambas garrapas y atestando éstas contra las palas.

9.3. Geometría

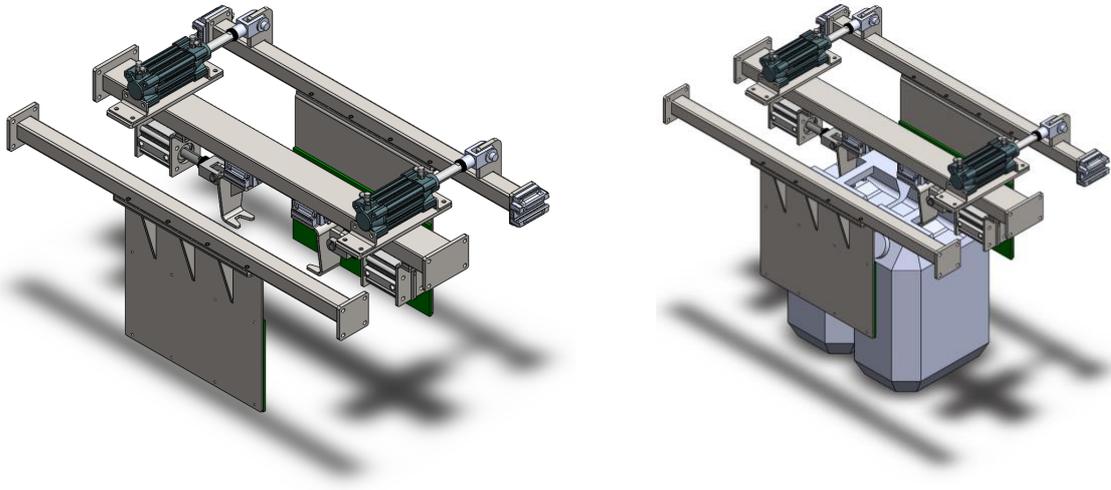


Figura 42. Sistema combinado.

En primer lugar, nos encontramos con el sistema de pinzas, formado por dos pinzas idénticas y móviles, de medidas 120x80x70 mm y espesor 6 mm. Ambas pinzas van unidas a dos patines, modelo TKDH-25-A-Z0 de la empresa Dexis Tecnomeca de dimensiones 83x70x29 mm, mediante cuatro pernos de M8 cada uno. A su vez, las pinzas van unidas a dos cilindros neumáticos, modelo CDQ2A50TF-50DMZ-XC6 de la empresa SMC, mediante una pletina soldada de medidas 45x40 mm y espesor 8 mm, a las que se unirán las horquillas de los cilindros, modelo Y-G05SUS, mediante un eje de $\varnothing 14$ mm. Los cilindros irán unidos a dos soportes cada uno, de medidas 107x80x40 mm y espesor 6 mm, mediante ocho pernos de M8. Dichos soportes irán fijados al travesaño principal mediante dos pernos de M8 cada uno.

En segundo lugar, el sistema de palas está formado por otras dos palas idénticas, una fija y otra móvil, de medidas 380x350 mm y espesor 4 mm. A la pala fija se han soldado tres refuerzos de medidas 120x36 mm y espesor 6 mm para evitar, en la medida de lo posible, su deformación debido al continuo golpeo de las garrafas sobre ella. Las dos palas están forradas con una banda rugosa de PVC de 6 mm de espesor (referencia A12 G2F del fabricante Bandas Robero) consiguiendo así un mayor agarre de las garrafas, utilizando remaches de 4,8x10 mm para la unión. Ambas palas van unidas a los travesaños de la pinza mediante cuatro pernos de M8 cada una.

Los travesaños están formados por un tubo estructural de 40x40x2 mm al que se le han soldado en sus extremos dos pletinas de 80x80 mm y espesor 8 mm con cuatro taladros de $\varnothing 9$ mm que se utilizarán para atornillar dichos travesaños a los laterales de la pinza. Además, llevan soldada otra pletina de dimensiones 380x40 mm y espesor 8 mm en la parte inferior con taladros roscados de M8 sobre la que se atornillan las palas, tal y como se ha explicado más arriba. De los dos travesaños, el fijo se une a los laterales de la pinza mediante cuatro pernos de M8 a cada lado, mientras que el travesaño móvil se une de la misma manera a los patines que realizarán el guiado del movimiento. Dichos patines son el mismo modelo que los utilizados para el guiado de las pinzas. En el caso del travesaño móvil, se sueldan adicionalmente dos pletinas de dimensiones 130x60 mm y espesor 10 mm a las que se unirán mediante un eje de $\varnothing 16$ mm las horquillas, modelo GKM16-32-INOX, de los cilindros encargados del movimiento, modelo CP96SDB50-60C-XC7 también de la empresa SMC.

El travesaño principal está formado por un tubo estructural de 80x40x2 mm al que se le han soldado en sus extremos dos pletinas de 120x80 mm y espesor 8 mm con cuatro taladros de Ø9 mm que se utilizarán para atornillar el travesaño a los laterales de la pinza del robot mediante cuatro pernos de M8. Además, en la parte inferior del travesaño se han soldado cuatro pletinas de dimensiones 80x25 mm y espesor 8 mm con dos taladros roscados de M8 para fijar sobre él los soportes de los cilindros; y en la parte superior se han soldado dos pletinas de 260x70 mm y espesor 8 mm con cuatro taladros de Ø9 mm sobre los que se atornillarán los cuatro soportes de los cilindros de las palas, de dimensiones 65x44x30 mm y espesor 4 mm, mediante pernos de M8.

9.4. Materiales

El material seleccionado para los tubos estructurales de los travesaños, así como de todas las pletinas soldadas a ellos ha sido acero inoxidable AISI 316. Se han detallado las características del material en el Punto II, Anexo V.

Los cilindros neumáticos están formados por el cuerpo principal fabricado a partir de un perfil ranurado de aluminio, mientras que el vástago, la tuerca de éste y la horquilla de fijación son de acero inoxidable AISI 316, puesto que son los componentes que más en contacto entrarán con las garrafas. El eje utilizado para unir la horquilla de los cilindros a las fijaciones es de acero inoxidable AISI 430.

Las bandas utilizadas en las palas para darle un mayor agarre a éstas están compuestas de dos materiales: una capa de PVC por el lado que estará en contacto con las garrafas y otra capa de poliéster por el lado de la pala.

En cuanto al material de los patines y la guía utilizadas para el guiado del movimiento, se trata de un acero denominado 100Cr6, utilizado principalmente para la fabricación de rodamientos de bolas o rodillos, puesto que posee una gran resistencia al desgaste.

9.5. Cálculos

Se ha procedido a realizar un estudio estático de los componentes de la máquina que van a soportar la mayor carga mediante el módulo Simulation del programa utilizado para el diseño, SolidWorks.

Por lo tanto, la parte seleccionada para realizar dicho estudio ha sido el travesaño sobre el que se han fijado las dos pinzas, ya que es el que soportará principalmente el peso de las garrafas a transportar, teniendo en cuenta que el peso total realmente será soportado por los tres travesaños que conforman este sistema.

El total de la fuerza a soportar por el travesaño, teniendo en cuenta el peso de las garrafas y el de todas las piezas, es 360 N.

La distribución de las fuerzas (Fig. 43), suponiendo que se reparte de manera equitativa a lo largo del travesaño, es la siguiente:

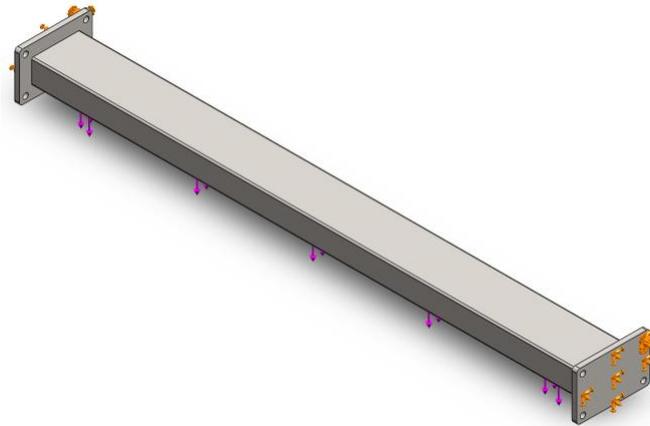


Figura 43. Distribución de fuerzas en el sistema combinado.

9.6. Resultados

Los resultados más significativos para validar el diseño de una máquina son el estudio de tensiones de Von Mises y el estudio de deformaciones.

El estudio se ha realizado sobre el travesaño principal, que es el que soporta principalmente el peso de las garrapas, así como la mayor parte de los componentes que soporta el sistema. Para ello se ha sumado el peso de las garrapas y el de todas las piezas que se han unido a dicho travesaño.

Estudio de tensiones de Von Mises

Nombre del modelo: Travesaño
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1,226,12

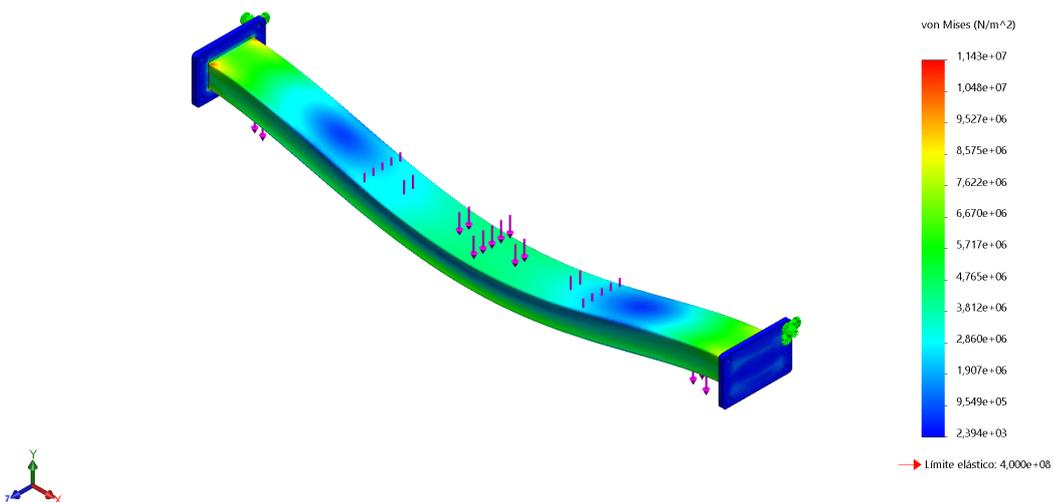


Figura 44. Gráfico de tensiones del sistema combinado.

Los resultados del análisis estático reflejan que los puntos con mayor tensión son los extremos del travesaño (Fig. 44), es decir, en la unión soldada entre el travesaño y las pletinas de unión al chasis de la pinza.

La tensión máxima producida en dichos puntos es de 11,43 N/mm², por lo que siendo el límite elástico de 400 N/mm² no sufrirá deformación plástica. Tampoco se producirá rotura, puesto que la resistencia última a tracción del material es de 530 N/mm².

Estudio de deformaciones

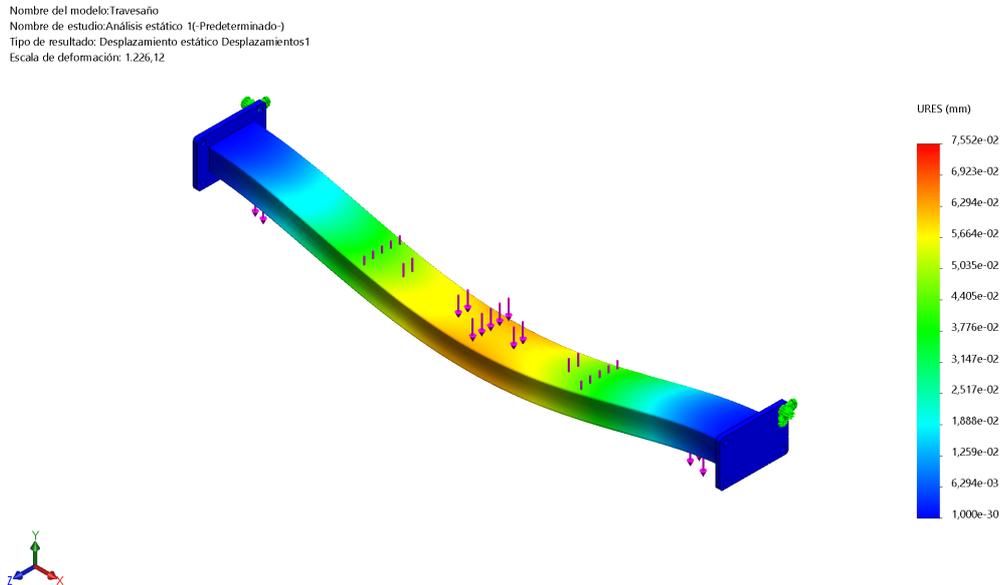


Figura 45. Gráfico de deformaciones del sistema de palas.

En cuanto al análisis de deformaciones, se puede apreciar que el punto más desfavorable se encuentra en el centro del travesaño (Fig. 45), alcanzando una deformación máxima de 0,07552 mm. Dicha deformación es imperceptible, por lo que los resultados obtenidos en la simulación se pueden considerar válidos.

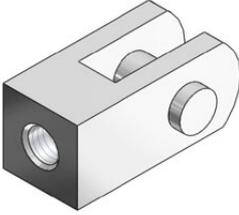
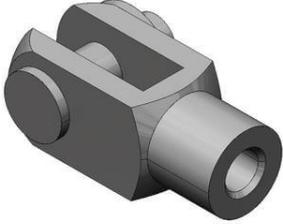
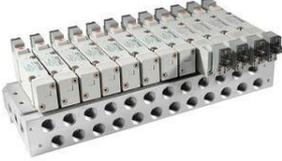
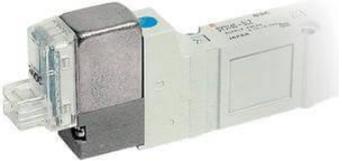
En definitiva, debido a las características del material seleccionado y a los esfuerzos a los que se verá sometida la máquina, la geometría del sistema combinado no afectará al correcto funcionamiento de la pinza robótica.

10) DIMENSIONAMIENTO NEUMÁTICO

10.1. Componentes a utilizar

A continuación, se van a enumerar los diferentes elementos con componen la parte neumática de la máquina a fabricar. El material neumático será suministrado por la empresa japonesa SMC, cuya filial en España está situada en Vitoria-Gasteiz (Álava). Por tanto, las referencias que se van a indicar corresponden a dicho proveedor.

<p>CILINDRO COMPACTO DE DOBLE EFECTO CDQ2A50TF-50DMZ-XC6 (2 unidades)</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ø Émbolo: 50 mm 2. Carrera: 50 mm 3. Funcionamiento: Doble efecto 4. Presión máx.: 1 MPa 5. Presión mín.: 0,05 MPa 6. Velocidad émbolo: 50 – 500 mm/s 7. Tamaño de conexión: 1/8" 8. Peso: 0,37 Kg 9. Vástago y tuerca en acero inoxidable 	<p>CILINDRO ISO 1552 DE DOBLE EFECTO CP96SDB50-60C-XC7 (2 unidades)</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 10. Ø Émbolo: 50 mm 11. Carrera: 60 mm 12. Funcionamiento: Doble efecto 13. Presión máx.: 1 MPa 14. Presión mín.: 0,05 MPa 15. Velocidad émbolo: 50 – 1.000 mm/s 16. Tamaño de conexión: 1/8" 17. Peso: 1,5 Kg 18. Vástago y tuerca en acero inoxidable

<p>HORQUILLA HEMBRA Y-G05SUS (2 unidades)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válida para cilindro CDQ2A ➤ Diámetros válidos: 50/63 mm ➤ Eje en AISI 430 ➤ Fijación y anillo de retención en AISI 304 	
	<p>HORQUILLA GKM16-32-INOX (2 unidades)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Válida para cilindro CP96 ➤ Diámetros válidos: 50/63 mm ➤ Eje en AISI 430 ➤ Fijación y anillo de retención en AISI 304
<p>BLOQUE PARA VÁLVULAS SS5Y7-20-02-00F-Q (1 unidad)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bloque para válvulas Serie 7000 ➤ Válvulas cableadas individualmente ➤ Estaciones: 2 ➤ Tamaño de conexión: 1/4" 	
	<p>ELECTROVÁLVULA SY7220-5WAOU-02F-Q (2 unidades)</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1 Electroválvula de 5 vías y 2 posiciones 2 Biestable 3 Presión trabajo: -100 – 0,7 KPa 4 Tamaño de conexión: 1/4" 5 Tensión nominal: 24 V (CC) 6 Protección: IP67

<p>VÁLVULA VHS30-F03A-S (1 unidad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Válvula de 3 vías para evacuación de la presión 2) Posibilidad de combinación con un modelo modular 3) Orificios de bloque 4) Efecto simple 5) Tamaño de conexión: 3/8" 	
	<p>ELECTROVÁLVULA VP517KY-5YZ1 (1 unidad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 6) Válvula de 3 vías para evacuación de la presión 7) Para conexión a unidades F.R.L. 8) Consumo de energía: 0,35 W 9) Protección: IP65
<p>FILTRO REGULADOR AW30-F03-B (1 unidad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Temperatura fluido: -5 – 60 °C 2 Presión máx.: 1 MPa 3 Rango presión reg.: 0,05 – 0,85 MPa 4 Grado de filtración: 5 µm 5 Capacidad purga: 25 cm³ 6 Tamaño de conexión: 3/8" 7 Tamaño de conexión manómetro: 1/8" 	
	<p>PRESOSTATO DIGITAL ISE20-P-01-L (1 unidad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Presostato digital de gran precisión 2 Rango de presión: -0,1 – 2 MPa 3 Repetitividad: ± 0,2 % 4 Display de 3 colores y 3 pantallas 5 Protección: IP40 6 Tamaño de conexión: 1/8"

<p>REGULADOR DE CAUDAL AS2201FG-01-06SA (8 unidades)</p>	
<p>1 Regulador de caudal con conexión instantánea 2 Tipo: Codo 3 Diám. tubo: 6 mm 4 Junta: Sellante 5 Tamaño de conexión: 1/8"</p>	
	<p>RACOR INSTANTÁNEO KQ2H10-02AS (1 unidad)</p>
	<p>1 Racor con conexión instantánea 2 Tipo: Recto hexagonal 3 Diám. tubo: 10 mm 4 Material de rosca: Latón 5 Junta: Sellante de rosca 6 Tamaño de conexión: 1/4"</p>
<p>RACOR INSTANTÁNEO KQ2S10-03AS (2 unidades)</p> <p>7 Racor con conexión instantánea 8 Tipo: Recto cilíndrico 9 Diám. tubo: 10 mm 10 Material de rosca: Latón 11 Junta: Sellante de rosca 12 Tamaño de conexión: 3/8"</p>	
	
<p>13 Racor con conexión instantánea 14 Tipo: Recto cilíndrico 15 Diám. tubo: 8 mm 16 Material de rosca: Latón 17 Junta: Sellante de rosca 18 Tamaño de conexión: 1/4"</p>	

<p>RACOR INSTANTÁNEO KQ2U06-08A (4 unidades)</p>	
<p>19 Racor con conexión instantánea 20 Tipo: Y con reducción de tubo 21 Diám. tubo entrada: 8 mm 22 Diám. tubo salida: 6 mm</p>	
	<p>TAPÓN METÁLICO KME-TPM-C-14 (3 unidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapón interior hexagonal con rosca cónica • Tamaño de conexión: 1/4" • Altura: 9,5 mm
<p>SILENCIADOR AN20-02 (2 unidades)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Silenciador modelo de resina compacto • Reducción nivel sonoro: 30 dB • Tamaño de conexión: 1/4" 	
	<p>SILENCIADOR AN30-03 (1 unidad)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Silenciador modelo de resina compacto • Reducción nivel sonoro: 30 dB • Tamaño de conexión: 3/8"

Tabla 6. Componentes neumáticos utilizados.

10.2. Diseño del circuito neumático

Antes de realizar el diseño del circuito neumático (Fig. 46) es conveniente describir brevemente la simbología de todos los componentes que se han utilizado y que, por tanto, se van a representar en el esquema.

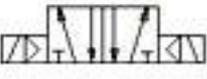
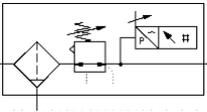
	<p>Cilindro de doble efecto</p> <p>Representa los cilindros utilizados para las pinzas (CDQ2A50TF-50DMZ-XC6) y para las palas (CP96SDB50-60C-XC7).</p>
	<p>Válvula de mando asistido 5/2 biestable</p> <p>Representa las electroválvulas utilizadas para accionar todos los cilindros (SY7220-5WAOU-02F-Q).</p>
	<p>Regulador de caudal a la salida</p> <p>Representa los reguladores de caudal instalados en los cilindros para la entrada de aire (AS2201FG-01-06SA).</p>
	<p>Grupo de filtraje y regulación</p> <p>Representa el conjunto de filtraje y regulación de aire a la entrada del circuito neumático (AW30-F03-B; VHS30-F03A-S; VP517KY-5YZ1; ISE20-P-01-L).</p>
	<p>Silenciador</p> <p>Representa los silenciadores instalados en el bloque de electroválvulas (AN20-02) y en la válvula de corte (AN30-03) para disminuir el ruido en el escape de aire.</p>
	<p>Tapón P/R</p> <p>Representa el tapón metálico instalado en el bloque de electroválvulas para impedir el paso de aire en los orificios libres (KME-TPM-C-14)</p>

Tabla 7. Simbología de los componentes neumáticos utilizados.

En primer lugar, el aire proveniente de las instalaciones del cliente entra por un grupo de filtraje y regulación, formado por un filtro (AW30-F03-B) encargado de limpiar el aire y acumular la suciedad en un depósito, al cual se le acopla un presostato digital (ISE20-P-01-L) que proporciona la presión y envía una señal en caso de no ser ésta la correcta; de no ser así las válvulas de corte se accionarán prohibiendo el paso del aire a la instalación y evitando así la rotura o el incorrecto funcionamiento del resto de componentes neumáticos.

Una vez tratado el aire a la entrada, es decir, alcanzado la pureza y presión idóneas de trabajo, entra a un bloque de válvulas, el cual alimenta a tantas válvulas tenga conectadas, en nuestro caso dos, siendo necesaria únicamente una conexión a la entrada de dicho bloque. Cada válvula se activa de manera independiente, accionando cada una de ellas a una pareja de cilindros; por un lado, los que mueven las pinzas (CDQ2A50TF-50DMZ-XC6) y, por otro lado, los que mueven las palas (CP96SDB50-60C-XC7). El retroceso de los cilindros también es realizado por las válvulas, puesto que los cilindros son de doble efecto; a su vez, las dos posiciones de las válvulas se activan mediante una señal digital, es decir, las válvulas mantienen la posición establecida hasta que reciben la señal eléctrica que hace que cambien de posición. Esto se debe a que se trata de válvulas biestables, en caso de que fuesen monoestables tendrían una posición de reposo, cambiando mediante una señal eléctrica y retornando a

la posición inicial al desactivar dicha señal (normalmente mediante retorno mecánico, como por ejemplo un muelle).

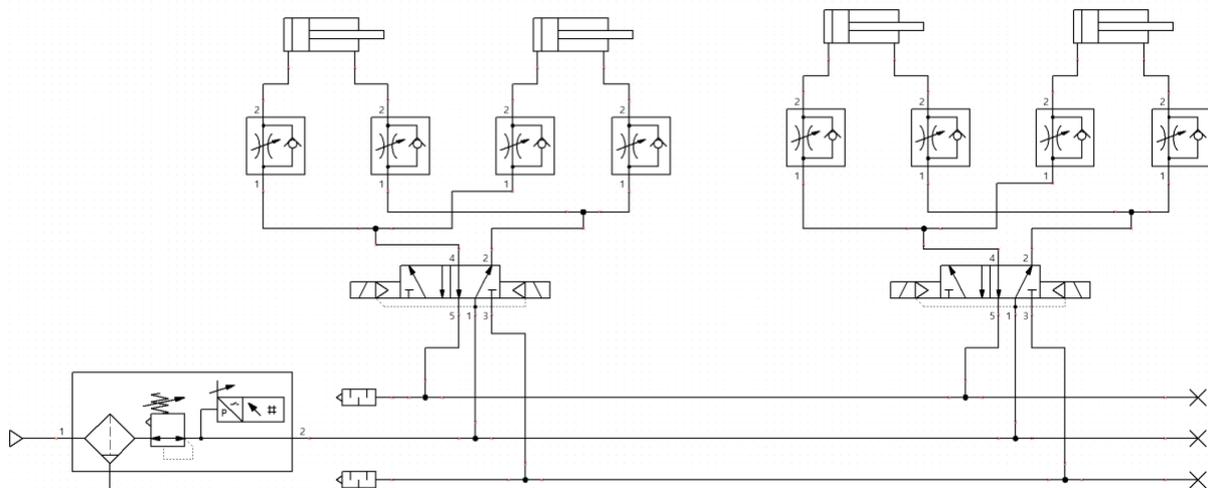


Figura 46. Circuito neumático.

10.3. Cálculo de aire

Para calcular el consumo total del aire utilizado, expresándolo como caudal, es necesario conocer el número de ciclos que realizan los cilindros neumáticos que forman parte de la maquinaria. Como ya se ha explicado al inicio de este trabajo la capacidad productiva de la línea de llenado previa al paletizado es de 8 garrafas/minuto, por lo que, teniendo en cuenta que las garrafas se van a transportar de dos en dos, son 4 los ciclos/minuto los que realiza la pinza robótica.

Hay que tener en cuenta que un ciclo del pistón engloba tanto el movimiento de avance como el movimiento de retroceso, empleando la misma cantidad de aire en ambos. Dicha cantidad de aire es concretamente el volumen de la cámara del cilindro neumático, que como su propio nombre indica es cilíndrica.

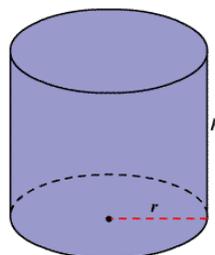


Figura 47. Representación de un cilindro.

El volumen de un cilindro (Fig. 47) viene dado por la expresión:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

donde, en un cilindro neumático, cada letra se corresponde con:

- r: radio del émbolo.
- h: carrera del cilindro.

Con lo cual, en cada cilindro:

	Øémbolo (2·r)	Carrera (h)	Cantidad
CDQ2A50TF-50DMZ-XC6	50 mm	50 mm	2 unidades

Tabla 8. Datos de los cilindros del sistema de pinzas.

$$V_{CÁMARA} = \pi \cdot \left(\frac{50 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot 50 \text{ mm} = 98.174,77 \text{ mm}^3$$

$$V_{CICLO} = 2 \cdot 98.174,77 \text{ mm}^3 = 196.349,54 \text{ mm}^3$$

$$V_{CICLO (X2)} = 2 \cdot 196.349,54 \text{ mm}^3 = 392.699,08 \text{ mm}^3$$

	Øémbolo (2·r)	Carrera (h)	Cantidad
CP96SDB50-60C-XC7	50 mm	60 mm	2 unidades

Tabla 9. Datos de los cilindros del sistema de palas.

$$V_{CÁMARA} = \pi \cdot \left(\frac{50 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot 60 \text{ mm} = 117.809,72 \text{ mm}^3$$

$$V_{CICLO} = 2 \cdot 117.809,72 \text{ mm}^3 = 235.619,45 \text{ mm}^3$$

$$V_{CICLO (X2)} = 2 \cdot 235.619,45 \text{ mm}^3 = 471.238,90 \text{ mm}^3$$

Por tanto, en cada ciclo realizado por la máquina el volumen total de aire desplazado por el sistema será:

$$V_{TOTAL \text{ CICLO}} = 392.699,08 \text{ mm}^3 + 471.238,90 \text{ mm}^3 = 863.937,98 \text{ mm}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente, teniendo en cuenta los 4 ciclos/minuto que realiza la máquina, el caudal obtenido es:

$$Q_{TOTAL} = 4 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}} \cdot \frac{863.937,98 \text{ mm}^3}{\text{ciclo}} = 3.455.751,92 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 3,46 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

11) DISEÑO GLOBAL E IMPLANTACIÓN COMPLETA

11.1. Diseño global de la pinza robótica

Una vez elegido el sistema con el que la pinza cogerá las garrafas por parejas para transportarlas de un lugar a otro y realizado la selección de los componentes neumáticos junto a la esquematización del circuito a seguir, se ha procedido a completar el diseño global de la pinza robótica (Fig. 48).

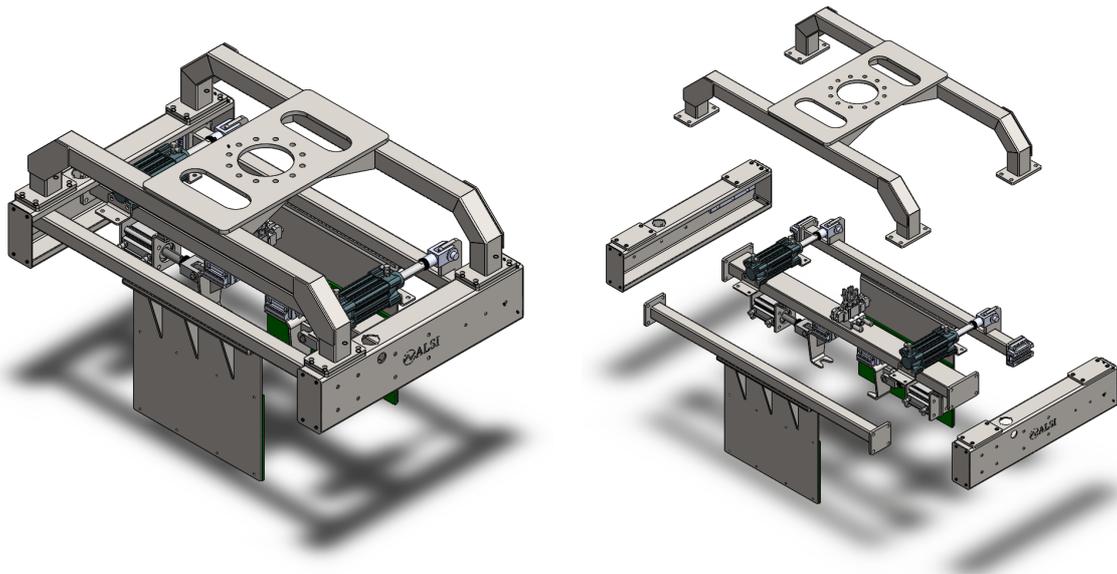


Figura 48. Diseño global de la pinza robótica.

Los travesaños se han unido, mediante 8 pernos de M8 en cada uno de ellos, a dos laterales de dimensiones 600x140x70 mm y espesor 3 mm, que a su vez van unidos, mediante 8 pernos de M10 en cada uno de ellos, a una estructura soldada de tubos de 50x50x3 mm, la cual hará de unión a la brida del robot mediante 12 pernos de M12 a través de una placa de acero de dimensiones 500x250 mm y espesor 10 mm.

11.2. Implantación completa

Por último, es conveniente mostrar y realizar una breve explicación de la implantación completa de la maquinaria (Fig. 49) para comprender el funcionamiento global de la instalación que se ha realizado al cliente Viagro S.A., pues ésta no consiste solamente en el robot industrial y en la pinza diseñada.

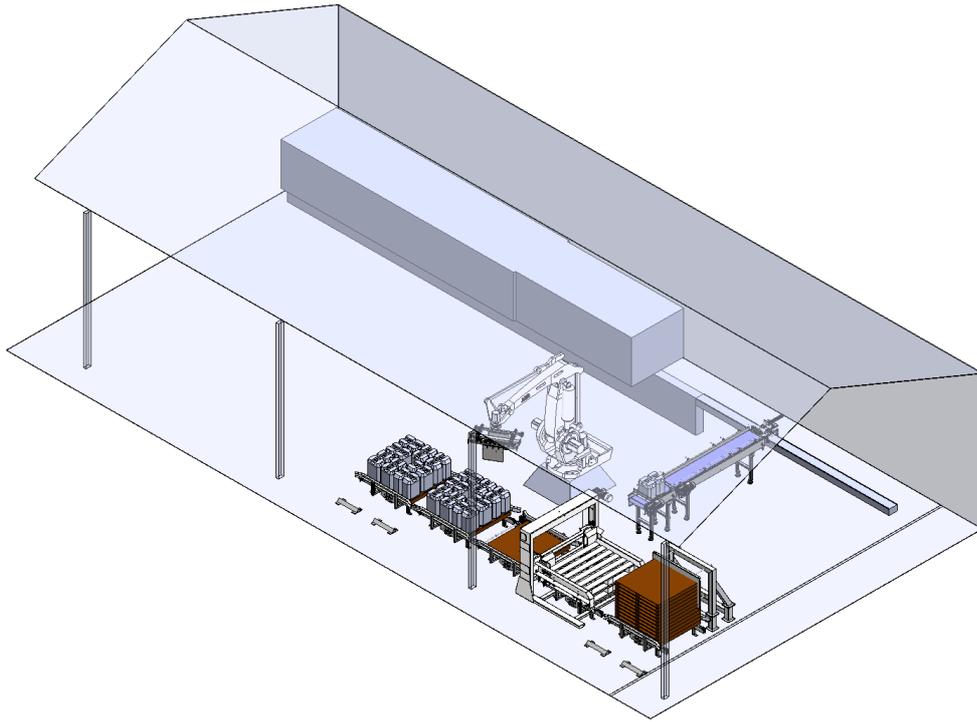


Figura 49. Implantación completa.

Se ha realizado una vista detallada en la parte de la nave industrial del cliente donde se ha instalado la maquinaria (Fig. 50) para facilitar su explicación:

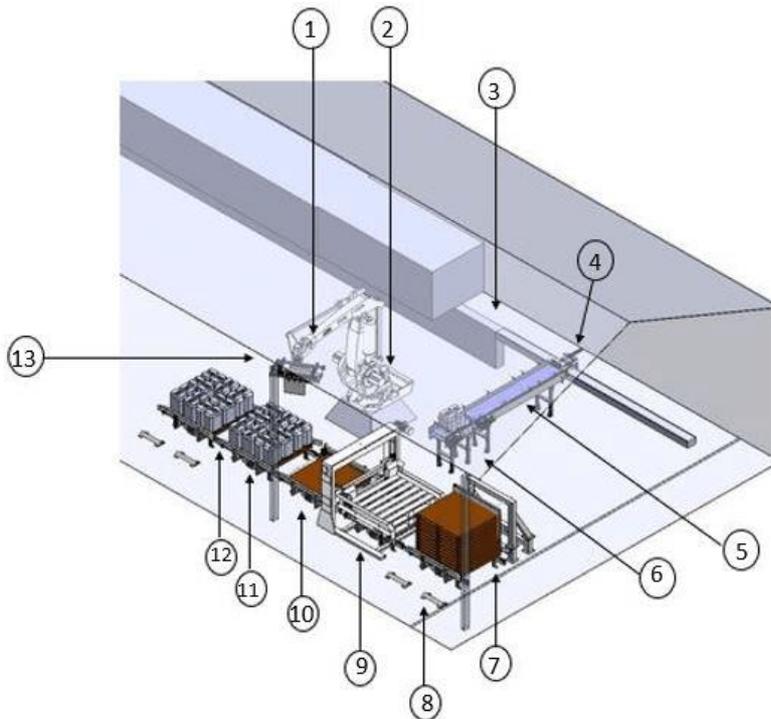


Figura 50. Vista detallada de la implantación completa.

GLOBO	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	ROBOT ABB	Robot utilizado para el paletizado de las garrafas
2	BASE DEL ROBOT	Base de acero para anclar el robot al suelo
3	MÁQUINA DE EMBOTELLADO	Máquina encargada del llenado y taponado de las garrafas
4	EMPUJADOR DE GARRAFAS	Empujador para cambio de dirección de las garrafas hacia los transportadores
5	TRANSPORTADOR DE ALMACENAMIENTO DE GARRAFAS	Transportador para almacenar las garrafas previo paso a ser cogidas por el robot
6	TRANSPORTADOR DE ESPERA DE GARRAFAS	Transportador donde paran las garrafas para que la pinza pueda agarrarlas correctamente
7	TRANSPORTADOR DE TORRE DE PALÉS	Transportador donde se depositan los palés vacíos apilados en torres
8	TOPE PARA CARRETILLA ELEVADORA	Tope de acero para la parada de la carretilla elevador en la carga de palés vacíos y en la descarga de palés completos
9	DESAPILADOR DE PALÉS	Máquina encargada de desapilar los palés vacíos uno a uno
10	TRANSPORTADOR PARA PALÉ VACÍO	Transportador para palé vacío previo paso a ser paletizado con garrafas
11	TRANSPORTADOR PARA PALÉ DE PALETIZADO	Transportador para el palé vacío donde el robot irá paletizando las garrafas
12	TRANSPORTADOR PARA PALÉ COMPLETO	Transportador con palé completo a la espera de ser descargado con la carretilla elevadora
13	PINZA DEL ROBOT	Pinza diseñada para el transporte de las garrafas

Tabla 10. Descripción de la maquinaria que conforma la implantación.

12) DESGLOSE Y COSTES DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS

12.1. Introducción

En este anexo se va a detallar y mostrar, en base al proyecto real, la tipología e importe de los costes directos que conlleva la elaboración de la pinza robótica. Para ello, se va a hacer la siguiente clasificación en base a su naturaleza: patines, láser, neumática, tubería de acero y bandas de pvc, mostrando en todo momento presupuestos reales. Todos los materiales utilizados en este proyecto han sido elegidos con el objetivo de la obtención de una pinza que se adapte y resista al ambiente de trabajo lo mejor posible en base a un presupuesto real planteado al cliente previamente.

12.2. Documentación

Patines

En primer lugar, tenemos los patines comerciales utilizado para el guiado de todos los movimientos, tanto de las pinzas utilizadas para agarrar las garrafas como el de la pala móvil utilizado para presionarlas y evitar así el movimiento oscilatorio. La empresa suministradora de dicho material es la española Soluciones Industriales Tecnomeca S.A.U. (Fig. 51), comercialmente conocida como Dexis Tecnomeca.



POL. IND. ITZIAR PARCELA J-1
E-20829 DEBA (GIPUZKOA)
TFNO. +34 943 199 201 - FAX +34 943 199 273
E-mail: tecnomeca@tecnomeca.com - www.dexis-tecnomeca.com

DOMICILIO SOCIAL:
SOLUCIONES INDUSTRIALES TECNOMECA, S. A. - Sociedad Unipersonal
PGNO. IND. ITZIAR PARCELA J-1 - E-20829 DEBA (GIPUZKOA)
R. M. Guipúzcoa, T. 2279, F. 68, H. ss-28098, Ins. 1.ª - C.I.F. (VAT) Nº: A-20927646

004196
ALDEILLA SUMINISTROS INDUST. SL
C/VARSOVIA 4
004710 EL EJIDO
B04485751

OFERTA: 072063-00
FECHA : 30/06/2020
N/REF.:
RF.CLI:

Muy Sr(es). nuestro(s) :

Según su atenta consulta, tenemos el agrado de cursarle(s) oferta de material sujeto a su interés,

REFERENCIA ARTICLE	MARCA BRAND	CANTIDAD QUANTITY	PRECIO PRICE	U U	DTO. DIS.	IMPORTE VALUE	PLAZO DEL. DATE
PATIN TKDH-25-A-20	TKD LI	4	41,00	U	50,00	82,00	/ /
GUIA TR-25R280 (20/20)	TKD LI	1	25,05	U	50,00	12,53	/ /
GUIA TR-25R180 (30/30)	TKD LI	2	20,04	U	50,00	20,04	/ /
Plazo de entrega: 2-3 días							
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO . . .						114,57	

BEGOÑA MILLA GARCIA

Oferta sujeta a nuestras condiciones generales de suministro y venta, a su disposición en nuestra página web:
<http://www.dexis-iberica.com>

Figura 51. Presupuesto de los patines.

Láser

Todas las piezas cortadas en láser y plegadas con plegadora suponen una parte importante del presupuesto total de la máquina, puesto que estas conforman casi en su totalidad la estructura de la pinza robótica. El proveedor encargado de suministrar las piezas es la empresa granadina Lasergran S.L. (Fig. 52), empresa nacional especializada en servicios integrales metalúrgicos.



Polígono Ind. 2 de Octubre,
Carretera de el Jau, s/n.18320 Santa Fe (Granada)
Teléfono:958 513 228 Fax:958 513 229

Referencia	Material	Espesor	Uds	Precio	Importe
19028.120.P001	304LC	8	1	9,93 €	9,93 €
19028.120.P002	304LC	8	2	3,86 €	7,72 €
19028.120.P003	304LC	8	2	7,77 €	15,54 €
19028.120.P005	304LC	8	2	0,98 €	1,96 €
19028.120.P006	304LC	6	2	9,30 €	18,60 €
19028.120.P007	304LC	8	4	2,65 €	10,60 €
19028.120.P009	304LC	6	2	0,29 €	0,58 €
19028.120.P010	304LC	6	2	6,77 €	13,54 €
19028.120.P011	304LC	6	2	0,74 €	1,48 €
19028.120.P012	3042B	3	1	35,41 €	35,41 €
19028.120.P014	3042B	3	1	35,41 €	35,41 €
19028.120.P015	304LC	8	2	8,71 €	17,42 €
19028.120.P016	304LC	8	2	2,83 €	5,66 €
19028.120.P018	3042B	4	2	24,37 €	48,74 €
19028.120.P021	304LC	8	2	2,40 €	4,80 €
19028.120.P023	304LC	10	2	2,89 €	5,78 €
19028.120.P026	304LC	10	1	38,79 €	38,79 €
19028.120.P028	304LC	8	4	3,41 €	13,64 €
19028.120.P029	304LC	8	4	6,24 €	24,96 €
19028.120.P030	304LC	6	2	0,58 €	1,16 €
19028.120.P047	304LC	6	6	0,76 €	4,56 €
19028.120.P073	304LC	5	8	1,91 €	15,28 €
19028.120.P074	3042B	2	4	0,99 €	3,96 €
19028.120.P075	3042B	4	4	1,44 €	5,76 €
19028.120.P076	304LC	6	2	16,07 €	32,14 €
19028.120.P077	304LC	6	4	1,11 €	4,44 €
19028.120.P078	3042B	4	4	3,55 €	14,20 €
					392,06 €

Figura 52. Presupuesto de las piezas de láser.

Neumática

La parte neumática de la pinza robótica supone el desembolso principal de ésta. Esto es debido a que, aunque supone una parte menor de la estructura de la máquina, sus componentes son complejos, de calidad y, consecuentemente, de alto valor. La empresa a la que se ha encargado dicha parte ha sido SMC España S.A.U. (Fig. 53), filial hispánica de la japonesa SMC Corporation.



Oferta

n.º oferta cliente
210720

n.º oferta SMC	Código cliente	Cliente	A/A
0032672194	C04006	ALDEILLA SUMINISTROS INDUSTRI.S.L	JESUS

Fecha	Página	Creada por	Asesor técnico SMC
21/07/2020	1 de 5	Paco Valera	Paco Valera

Cliente	Usuario
ALDEILLA SUMINISTROS INDUSTRI.S.L AVENIDA DAZA 128 APARTADO DE CORREOS 120 04710 SANTA MARIA DEL AGUILA ESPAÑA	ALSI AVDA. DAZA Nº 128 04710 EL EJIDO ESPAÑA

SMC España, S.A.U.
 c/ Zurzobidea, 14
 01015 - Vitoria Gasteiz
 Tfno: (34) 945 184 100
 Fax: (34) 945 184 124
 N.I.F.: ES A01019751

www.smc.eu



n.º oferta 0032672194 Fecha 21/07/20 Página 2/5

Oferta

Línea	Referencia SMC Descripción	Cantidad Plazo	Precio neto unitario	Total neto
1	 <p>CDQ2A50TF-50DMZ-XC6 CILINDRO COMPACTO ø 50 C=50, VÁST.INOX.</p> <p>Detalles de producto</p>	2 / PCE 6 días	59,07	118,14
2	 <p>Y-G05SUS FIJACIÓN OSCILANTE DEL VÁSTAGO</p> <p>Detalles de producto</p>	2 / PCE 3 días	24,60	49,20
3	 <p>SS5Y7-20-02-00F-Q BASE PARA 2 ESTACIONES. ELECTROVÁLVULAS DE 5 VÍAS, SY7000</p> <p>Detalles de producto</p>	1 / PCE en Stock	26,34	26,34
4	 <p>SY7220-5WAOU-02F-Q ELECTROVÁLVULA 5/2 BIESTABLE, 24 VCC, ROSCA GAS 1/4</p> <p>Detalles de producto</p>	2 / PCE en Stock	62,49	124,98
5	 <p>KQ2H10-02AS RACOR RECTO MACHO HEXAGONAL ø10 Rc 1/4</p> <p>Detalles de producto</p>	5 / PCE en Stock	1,67	8,35
6	 <p>AN20-02 SILENCIADOR, CONEXIÓN Rc 1/4</p> <p>Detalles de producto</p>	2 / PCE en Stock	2,99	5,98
7	 <p>KME-TPM-C-14 TAPON HEXAGONO INTERIOR MACHO ROSCA CÓNICA BSPT 1/4</p> <p>Detalles de producto</p>	3 / PCE en Stock	0,39	1,17

SMC España, S.A.U.
c/ Zuazobidea, 14
01015 - Vitoria Gasteiz
Tfno: (34) 945 184 100
Fax: (34) 945 184 124
N.I.F.: ES A01019751

www.smc.eu



n.º oferta 0032672194 | Fecha 21/07/20 | Página 3/5

Oferta

Línea	Referencia SMC Descripción	Cantidad Plazo	Precio neto unitario	Total neto
8  Detalles de producto	KQ2S08-02AS RACOR RECTO MACHO CILÍNDRICO ø8 Rc 1/4	10 / PCE en Stock	1,23	12,30
9  Detalles de producto	KQ2U06-08A RACOR Y REDUCCIÓN TUBO ø6 ø8	10 / PCE en Stock	2,64	26,40
10  Detalles de producto	AS2201FG-01-06SA REGULADOR DE CAUDAL Rc 1/8 TUBO Ø6	8 / PCE en Stock	7,90	63,20
11  Detalles de producto	CP96SDB50-60C-XC7 CILINDRO ISO 15552 ø50 C=60, TIRANTES INOX.	2 / PCE 3 días	92,15	184,30
12  Detalles de producto	GKM16-32-INOX HORQUILLA INOX	2 / PCE en Stock	23,21	46,42
13  Detalles de producto	VHS30-F03A-S VÁLVULA DE 3 VÍAS, EVACUACIÓN DE PRESIÓN RESIDUAL, ROSCA GAS	1 / PCE 3 días	17,69	17,69
14  Detalles de producto	VHS30PW-190AS MONTAJE DE SILENCIADOR	1 / PCE en Stock	1,58	1,58

SMC España, S.A.U.
c/ Zuazobidea, 14
01015 - Vitoria Gasteiz
Tfno: (34) 945 184 100
Fax: (34) 945 184 124
N.I.F.: ES A01019751

www.smc.eu



n.º oferta 0032672194 | Fecha 21/07/20 | Página 4/5

Oferta

Línea	Referencia SMC Descripción	Cantidad Plazo	Precio neto unitario	Total neto
15  Detalles de producto	Y300T-A ESPACIADOR	2 / PCE en Stock	2,78	5,56
16  Detalles de producto	AW30-F03-B FILTRO REGULADOR, 5 µm, ROSCA GAS 3/8	1 / PCE en Stock	26,91	26,91
17  Detalles de producto	ISE20-P-01-L PRESOSTATO DIGITAL AIRE Rc 1/8, 1 SAL.PNP	1 / PCE en Stock	50,53	50,53
18  Detalles de producto	VP517KY-5YZ1 VÁLVULA DE 3 VÍAS, EVACUACIÓN DE PRESIÓN RESIDUAL, 24 VCC	2 / PCE 3 días	62,21	124,42
19  Detalles de producto	AN30-03 SILENCIADOR, CONEXIÓN Rc 3/8	1 / PCE en Stock	5,92	5,92
20  Detalles de producto	E300-F03-A ADAPTADOR DE CONEXIONADO	1 / PCE en Stock	2,56	2,56
21  Detalles de producto	KQ2S10-03AS RACOR RECTO MACHO CILÍNDRICO ø10 Rc 3/8	5 / PCE en Stock	1,76	8,80
			Total neto (EUR)	910,75
			Total (EUR)	910,75

SMC España, S.A.U.
c/ Zuazobidea, 14
01015 - Vitoria Gasteiz
Tfno: (34) 945 184 100
Fax: (34) 945 184 124
N.I.F.: ES A01019751

www.smc.eu



n.º oferta	Fecha	Página
0032672194	21/07/20	5/5

Términos y condiciones

Las imágenes mostradas en esta oferta podrían no corresponder al 100% con la configuración seleccionada.

Los precios indicados no incluyen IVA.

El periodo de validez de la oferta es de 60 días.

Los plazos indicados comenzarán a contar a partir de la recepción y confirmación del pedido.

Los plazos indicados corresponden con la salida del material de nuestro almacén, indicados en días LABORABLES.

Notas e instrucciones

Por favor indica el n.º de oferta SMC en el pedido.

Si por algún motivo no estuvieras plenamente satisfecho con nuestro producto o servicio, por favor contacta con tu referente de Servicio al Cliente, servicioalcliente@smc.smces.es o delegación más cercana.

SMC España, S.A.U.
c/ Zuazobidea, 14
01015 - Vitoria Gasteiz
Tfno: (34) 945 184 100
Fax: (34) 945 184 124
N.I.F.: ES A01019751

www.smc.eu

Figura 53. Presupuesto de los componentes neumáticos.

Bandas de PVC

Las bandas utilizadas en ambas palas para mejorar el agarre de las garrafas apenas suponen una minúscula parte del presupuesto total, pero no por ello se debe obviar. Éste material ha sido proporcionado por la empresa almeriense Bandas Robero, S.L. (Fig. 55), especializados en todo tipo de bandas aptas para el sector industrial y alimentario.



BANDAS ROBERO S.L.
POL. IND. LA REDONDA C/V Nº 18
04710 - SANTA M. DEL AGUILA - ALMERIA
Cif: B04770137
Tlfno: 950 033 205 - Fax: 950 631772
administracion@robero.es

ALDEILLA SUMINISTROS INDUSTRIALES, S.L.
POL. IND. LA REDONDA C/VARSOVIA, 4
04710 SANTA MARIA DEL AGUILA
ALMERIA
NIF B04485751
TFNO 950 583124

PRESUPUESTO	FECHA	FORMA DE PAGO	VENDEDOR	PAG.
00-000179/2020	23/07/2020	04 - RECIBO A 60 DIAS		1

Código	Descripción	Unidades	Precio	Dto	Importe
BANDA A12 G2F 220 X 380 ABIERTA	19028.020.P019	2.00	3.00		6.00

SUMA IMPORTES	DTO	BASE IMPONIBLE	% IVA	CUOTA IVA	% RE	CUOTA RE	TOTAL
6,00		6,00	21,00	1,26			7,26

BANDAS ROBERO S.L. es el responsable del tratamiento de sus datos con la finalidad de remitirle presupuestos o llevar a cabo la gestión contable y fiscal y las tareas administrativas derivada de la relación comercial. La legitimación para el tratamiento de datos se basa en la realización del presupuesto solicitado, así como en la relación comercial existente entre las partes. Los destinatarios de los datos serán Organizaciones o personas directamente relacionadas con el responsable, Administración Tributaria y entidades bancarias. Puede ejercer su derecho a acceder, rectificar y suprimir estos datos, así como ampliar información sobre otros derechos y protección de datos en www.robero.es

Figura 55. Presupuesto de las bandas de PVC.

Como se puede ver a lo largo de este anexo, la mayor parte de los costes están concentrados en la neumática, suponiendo un 56% del total de los costes, seguido de las piezas de láser que conforman el 24% del presupuesto; el menor peso recae sobre las bandas de PVC con un porcentaje insignificante de apenas 0,5%.

A continuación, se va a representar la distribución de costes en forma de gráfica (Fig. 56 y Fig. 57) para así tener una perspectiva más visual.

TIPOLOGÍA	IMPORTE	% SOBRE TOTAL
PATINES	114,57 €	7,0833%
LÁSER	392,06 €	24,2391%
NEUMÁTICA	910,75 €	56,3071%
TUBERÍA ACERO	192,83 €	11,9217%
BANDAS PVC	7,26 €	0,4488%
TOTAL	1.617,47 €	100,0000%

Tabla 11. Clasificación de costes según su naturaleza, importe y peso.



Figura 56. Distribución por importe.

DISTRIBUCION COSTES EN PORCENTAJE

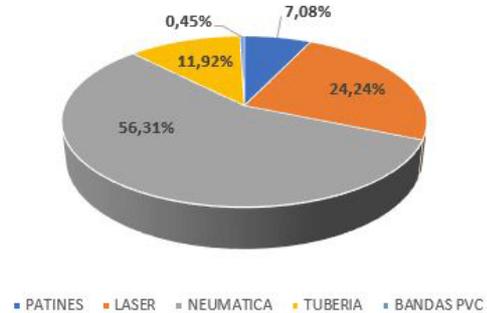


Figura 57. Distribución por porcentaje.

III. INTEGRACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS

Las principales competencias desarrolladas durante la elaboración de éste trabajo técnico han sido las siguientes:

- **CB1:** Poseer y comprender conocimientos.
- **CB2:** Aplicación de conocimientos.
- **CB3:** Capacidad de emitir juicios.
- **CB5:** Habilidad para el aprendizaje.
- **UAL1:** Conocimientos básicos de la profesión.
- **UAL2:** Habilidad en el uso de las TIC.
- **UAL3:** Capacidad para resolver problemas.
- **UAL4:** Comunicación oral y escrita en la propia lengua.
- **UAL7:** Conocimiento de una segunda lengua
- **UAL8:** Compromiso ético
- **UAL9:** Capacidad para aprender a trabajar de forma autónoma.
- **CT1:** Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
- **CT3:** Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- **CT4:** Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- **CT5:** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
- **CT6:** Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- **CT9:** Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa y otras instituciones y organizaciones.
- **CB5:** Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
- **CRI7:** Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.
- **CRI8:** Conocimiento y utilización de los principios de la resistencia de materiales.
- **CRI9:** Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
- **CRI12:** Conocimientos y capacidades para organizar y gestionar proyectos. Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos.
- **CTEM1:** Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica.
- **CTEM2:** Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.

IV. FASES DE LA REALIZACIÓN DEL TFG Y CRONOGRAMA

FASE	TAREA	TIEMPO EMPLEADO (HORAS)
PRELIMINAR	IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES	8
	BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	30
	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	20
DISEÑO	DISEÑO DE BOCETOS	30
	SELECCIÓN DEL SISTEMA	6
	DISEÑO DEL SISTEMA ELEGIDO	160
	SELECCIÓN DE LOS MATERIALES	20
	SELECCIÓN DE COMPONENTES COMERCIALES (NEUMÁTICA, PATINES, ETC.)	40
	ANÁLISIS Y CÁLCULOS SOBRE EL SISTEMA DISEÑADO	20
	REALIZACIÓN DE PLANOS	25
PRODUCCIÓN	CORTE DE LOS TUBOS DE ACERO	1
	MECANIZADO DE LAS PIEZAS CORTADAS POR LÁSER	2
	SOLDADURA	25
MONTAJE	ENSAMBLAJE DE TODOS LOS COMPONENTES	30
DOCUMENTACIÓN	REDACCIÓN DE LA MEMORIA	50
TOTAL HORAS EMPLEADAS		467

Tabla 12. Planning y fases de desarrollo del proyecto.

V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

1) INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de este trabajo técnico ha sido diseñar una pinza para un robot industrial con el propósito de transportar garrafas pesadas desde el punto de llenado hasta el punto de paletizado, aumentando así la producción y la calidad de trabajo de los empleados.

Para ello, la pinza robótica mediante un sistema combinado de pinzas y palas cogerá las garrafas, por parejas, al final de la máquina de etiquetado y las transportará hasta un palé vacío donde acumulará 32 garrafas apiladas en 2 filas de altura.

A continuación, se mostrarán los resultados reales obtenidos tras el diseño y la fabricación de ésta pinza para el paletizado de garrafas.

2) RESULTADOS

Tras plantear dos opciones diferentes para el sistema de agarre de las garrapas por parte de la pinza y elegir un sistema combinado de ambos, se ha procedido a la fabricación del material necesario y a su posterior ensamblaje, dando lugar a una pinza robusta y eficaz (Fig. 58).



Figura 58. Pinza completa.

Por un lado, el sistema formado por las dos pinzas (Fig. 59) ofrece un correcto agarre de las garrapas aprovechando la geometría de las asas que estas poseen, además de la seguridad de que no caerán en caso de producirse un parón de la instalación por algún fallo inesperado.



Figura 59. Sistema de pinzas.

Por otro lado, el sistema formado por las palas (Fig. 60) elimina el movimiento oscilatorio que podrían producir las garrapas debido a los momentos de inercia originados en el desplazamiento de la pinza a altas velocidades, además de aportar un mayor agarre al sistema.



Figura 60. Sistema de palas.

3) CONCLUSIONES

Tras plantearnos el cliente las necesidades existentes en una planta de producción de fertilizantes y comprobar de primera mano el entorno complicado y agresivo en el que se trabaja, se han puesto en marcha los mecanismos necesarios para dimensionar y fabricar un sistema que cubra dichas necesidades y cumpla con los niveles productivos de la planta.

Aplicando gran parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de los años en las diferentes asignaturas que conforman el Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Almería se ha conseguido crear una pinza para robot eficiente, empleando para ello una serie de recursos ajustados al presupuesto inicial propuesto al cliente.

Además del correcto funcionamiento, cabe destacar que esta pinza cumple con los requisitos de peso y de desfase del centro de gravedad respecto a la brida de unión, ambas de gran importancia en el ámbito de la robótica.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Appleton, E. Williams, D.J. 1987. *Industrial Robot Applications*.
- Asea Brown Boveri (ABB) Robotics. 2018. *Especificaciones del producto IRB 660*.
- Barrientos, A. Penin, L.F. 2007. *Fundamentos de robótica* (2º Edición) MCGRAW-HILL. España.
- Blanco Fernández, J. Sanz Adán, F. 2003. *CAD-CAM. Gráficos, Animación y Simulación por ordenador*. Thomson-Paraninfo.
- Blog y noticias de Transgesa. *Tipos de palés y tamaños*. 2020. Recuperado de <https://www.transgesa.com/blog/tipos-de-palets>.
- Blog profesional sobre información de transporte, logística y ecommerce. 2020. Recuperado de <https://informacionlogistica.com/guia-para-el-transporte-de-mercancia-en-palets/>.
- Budynas, R.G Nisbett, J.K. 1990. *Diseño en ingeniería mecánica*. McGraw Hill.
- Callister, W.D., Rethwisch, D.G. 2016. *Ciencia e ingeniería de materiales*. Editorial Reverté.
- Callister, W.D.2016. *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Editorial Reverté.
- Calvosealing S.L, Global Business Group. *Clasificación aceros inoxidable*. Recuperado de <https://calvosealing.com/>.
- Carnicer Royo, E. 1996. *Sistemas industriales accionados por aire comprimido*.
- Chacón Muñoz, J.M. Sánchez-Reyes Fernández, J. 2013. *Expresión Gráfica en Ingeniería Industrial*. Editorial Donostiarra.
- Engelberger, J.F. 1987. *Robotics in Practice*. University of London.
- Espinosa Escudero, M. 2019. *Introducción a los procesos de fabricación*. UNED.
- FANUC Robotics America, Inc. Recuperado de <https://www.fanuc.com/>.
- Gómez, S. Garcia, A. 2010. *SolidWorks Simulation*. Editorial RA-MA.
- Guzmán, J.L. Costa, R. Berenguel, M. Dormido, S. 2012. *Control automático con herramientas interactivas*. Pearson UNED.
- International Plant Protection Convention (IPPC) *Regulation of wood packaging material in international trade*, Rev.2019.

Kelly, R. Santibañez, V. 2003. *Control de movimiento de robots manipuladores*. Pearson Hall. México.

KUKA Roboter GmbH. Recuperado de <https://www.kuka.com/es-es>.

López, L. 2017. *Clasificación de los robots*. Recuperado de <https://es.calameo.com/books>.

López Martínez, A. Gómez Galán, M. Sánchez Salinas. S. Martínez Lao, J.A. 2019. *Tecnología de la Fabricación*. Apuntes de Teoría. Universidad de Almería.

Mandado, E. Acevedo, J. Fernández, C. Armesto, J. 2009. *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Universidad de Vigo. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=5jp3bforBB8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

Millán Gómez, S. 2006. *Procedimientos de mecanizado*. Editorial Paraninfo. España.

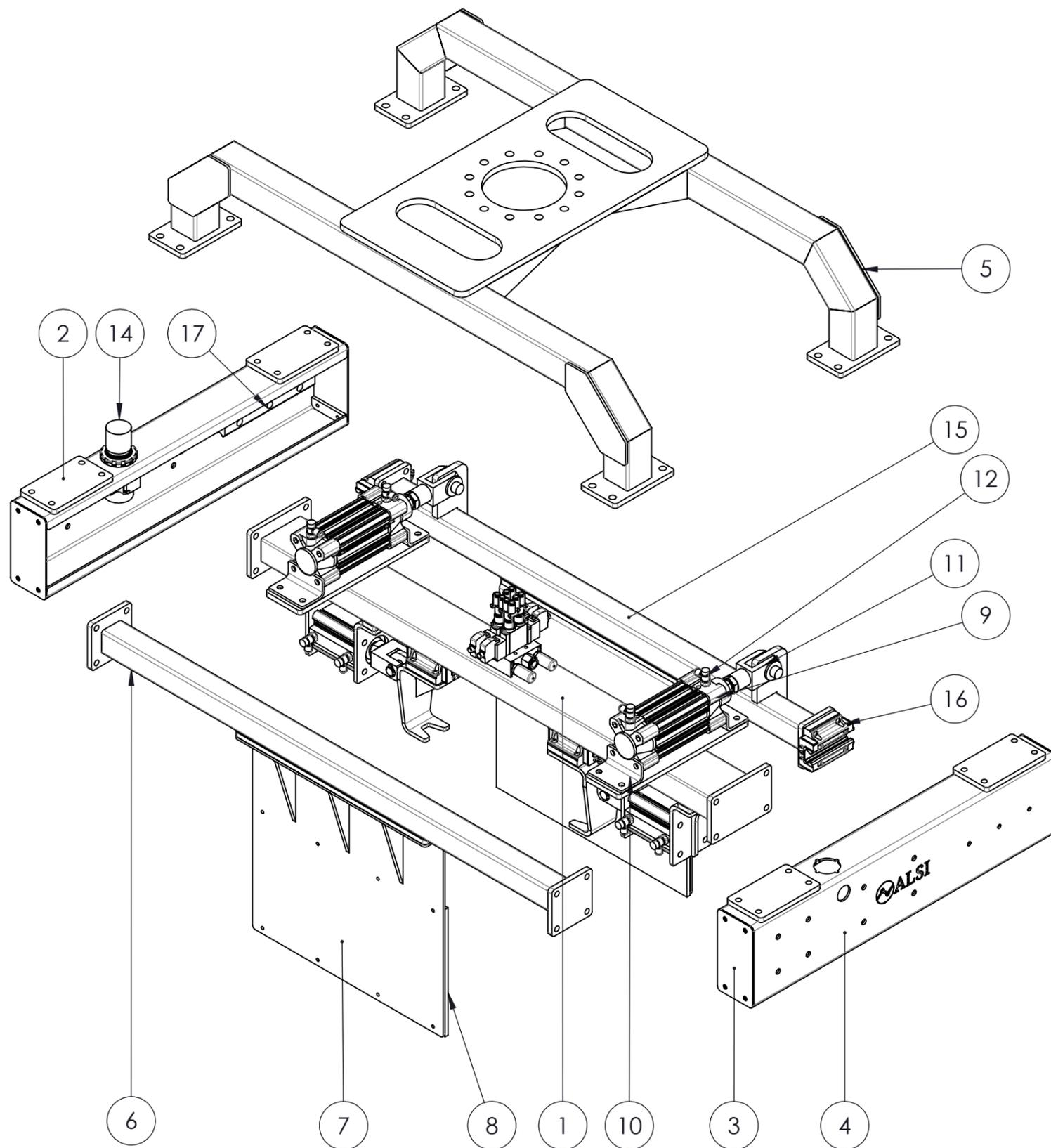
Pedrero, J.I. 2005. *Tecnología de máquinas* (tomo I). UNED.

Reglamento (CE) No 1907/2006, modificado (UE) 2015/830. 2017. *Ficha de datos de seguridad Gotafos*. Recuperado de <https://www.viagro.es>.

Romero, A. *Morfología de los robots industriales*. *Robótica Industrial*. Recuperado de <http://automata.cps.unizar.es/robotica/Morfologia.pdf>

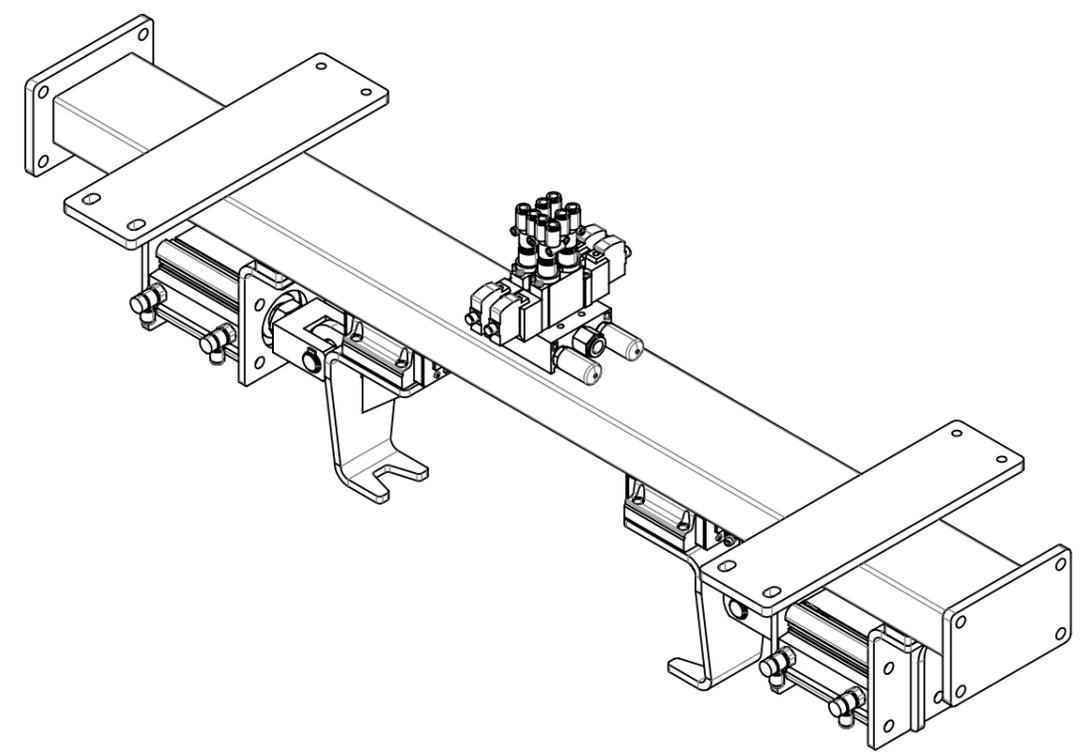
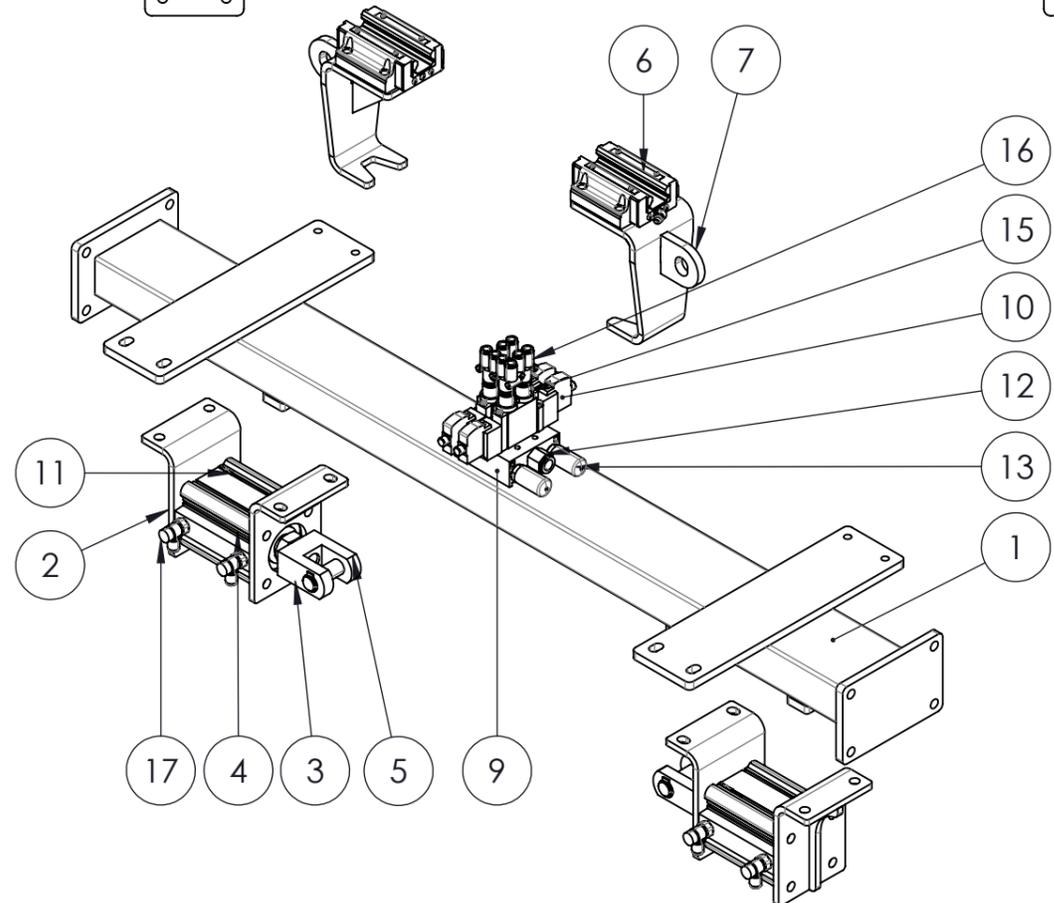
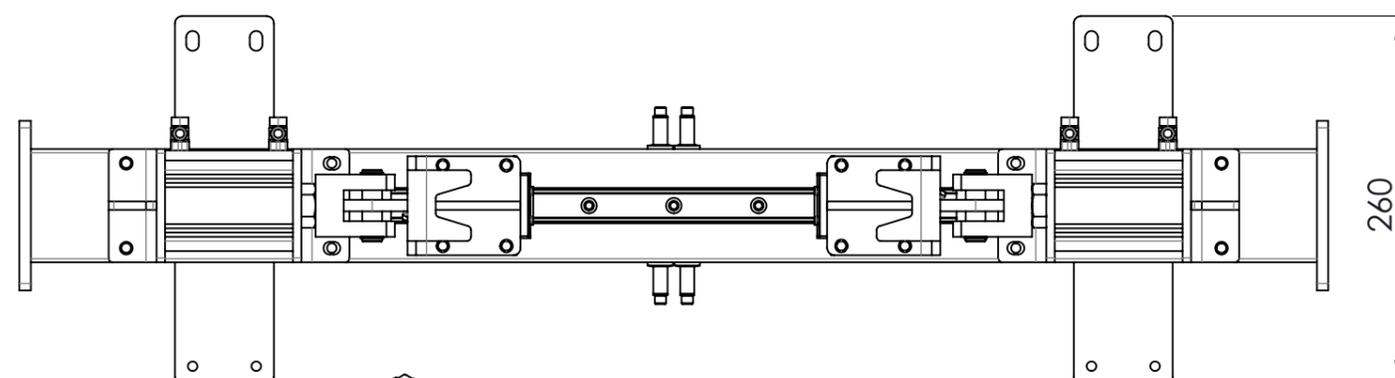
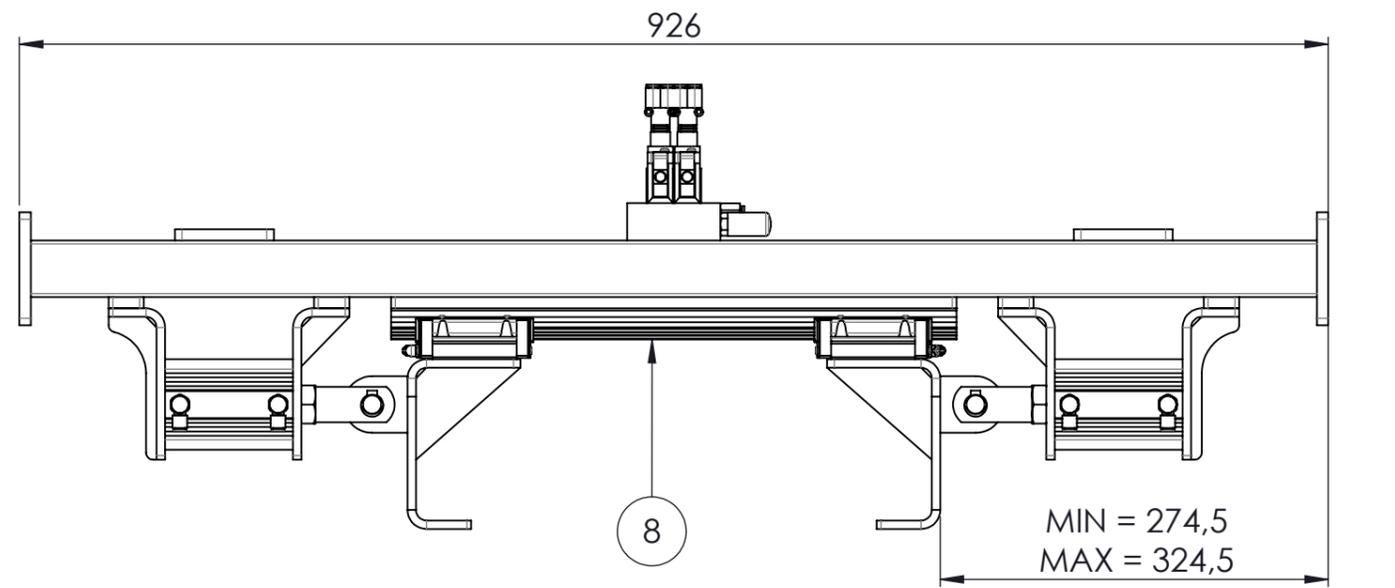
Sánchez-Martín, FM. Jiménez Schlegl, P. Millán Rodríguez, F. Salvador-Bayarri J, Monllau Font, V. Palou Redorta, J. Villavicencio Mavrigh, H. 2007. *Historia de la robótica*, 186-194.

VII. PLANOS



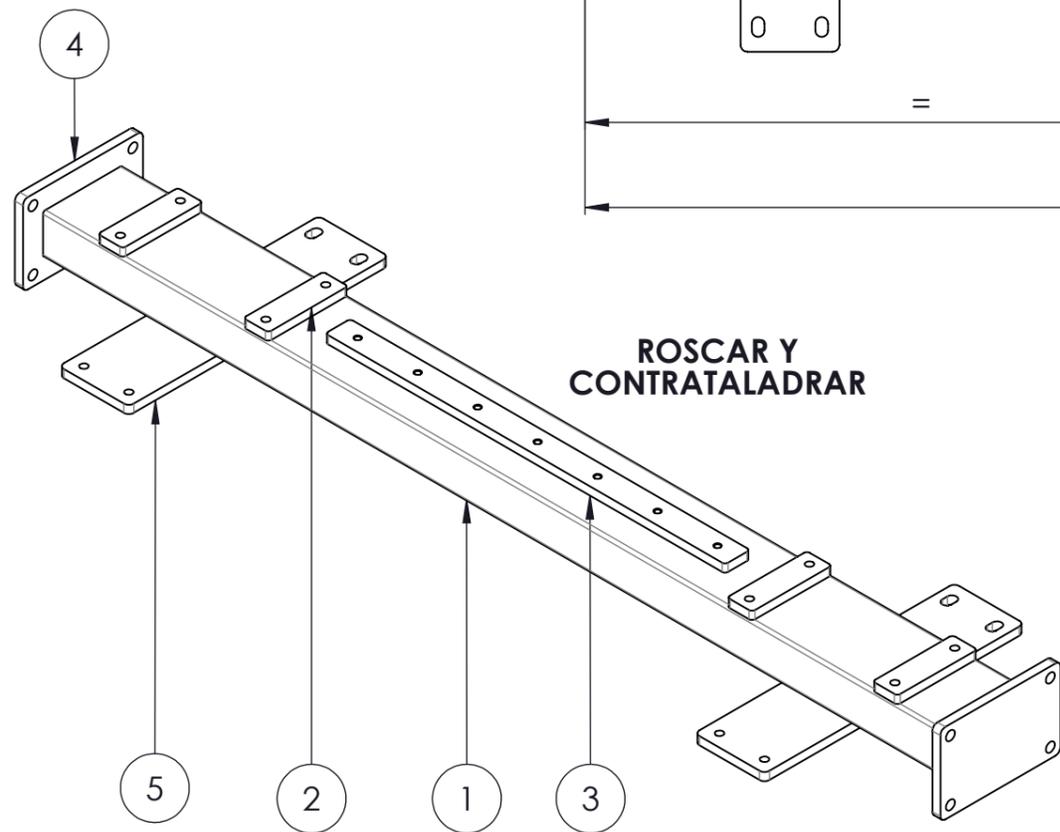
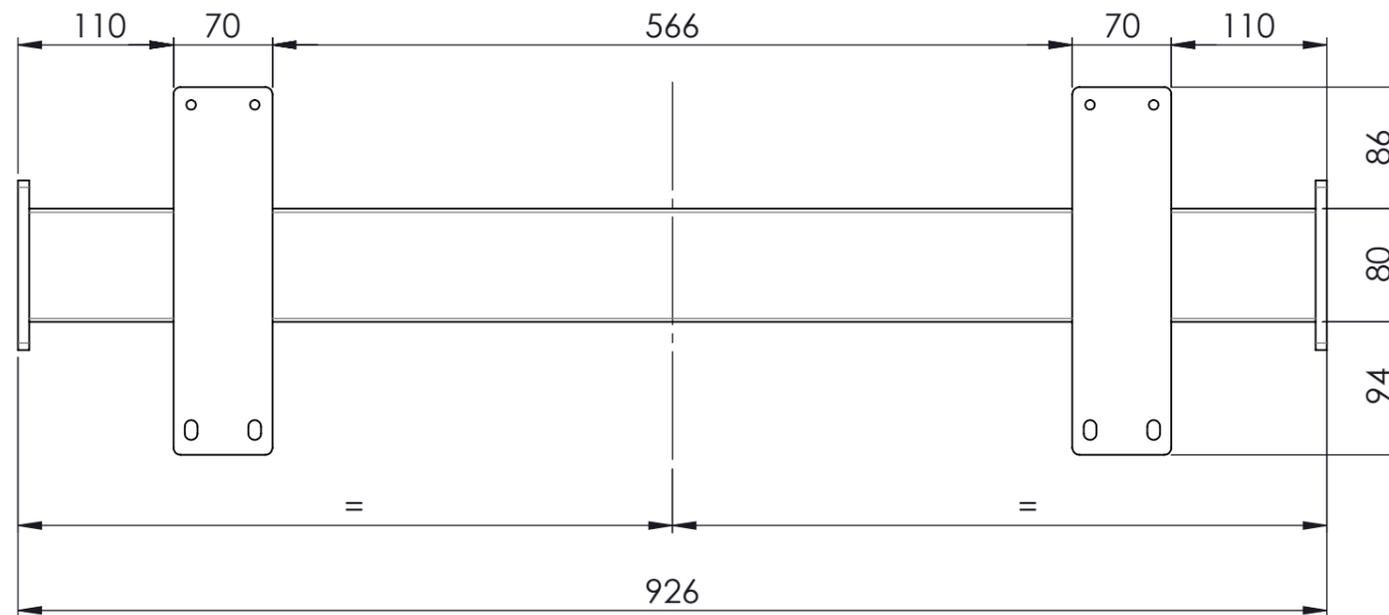
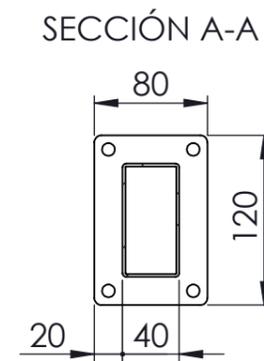
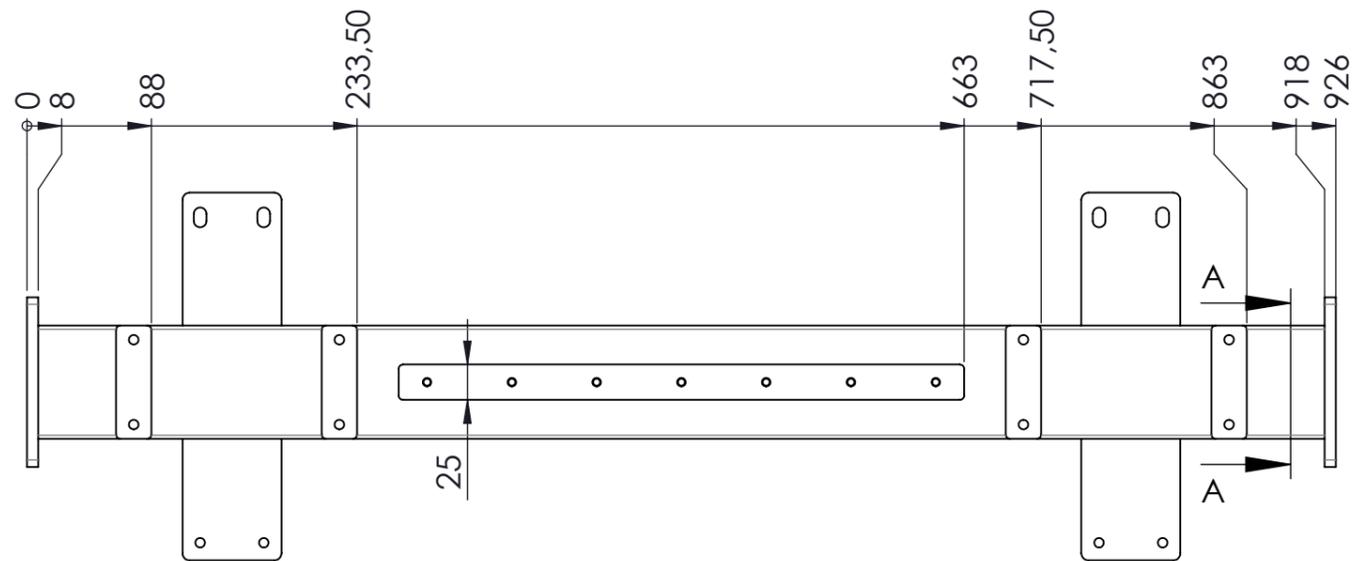
17	GUIA TR-25R180 (30-30)	2
16	PATIN TKDH-25-A-Z0	2
15	19028.120.E009 Conjunto travesaño pala móvil	1
14	REGULADOR/SERIE MODULAR AR30F03BEB	1
13	DETECTOR DE ESTADO SÓLIDO DM9PSAPC595	2
12	REGULADOR DE CAUDAL AS2201FG-01-06SA	4
11	HORQUILLA GKM16-32-INOX	2
10	19028.120.P078 Fijación escuadra CP96SDB50	4
9	CILINDRO ISO PERFILADO CP96SDB50-60C-XC7	2
8	19028.120.P019 Banda pala	2
7	19028.120.E020 Conjunto pala	2
6	19028.120.E008 Conjunto travesaño pala fija	1
5	19028.120.E010 Conjunto amarre pinza robot	1
4	19028.120.E007 Conjunto lateral pinza sim	1
3	19028.120.P074 Tapa lateral	4
2	19028.120.E006 Conjunto lateral pinza	1
1	19028.120.E005 Conjunto agarre garrafa	1

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		CANT.	
MATERIAL	TRATAMIENTO	NOTAS		  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
Dibujado	Fecha	Nombre	LÁSER		SOLDADURA
Modificado	21/08/2020		FRESA	PINTURA	DESCRIPCIÓN
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A		MONTAJE	PINZA ENCAJADO GARRAFAS
1:7	1/44	SUSTITUIDO POR		CÓDIGO PLANO	
					19028.120.E000



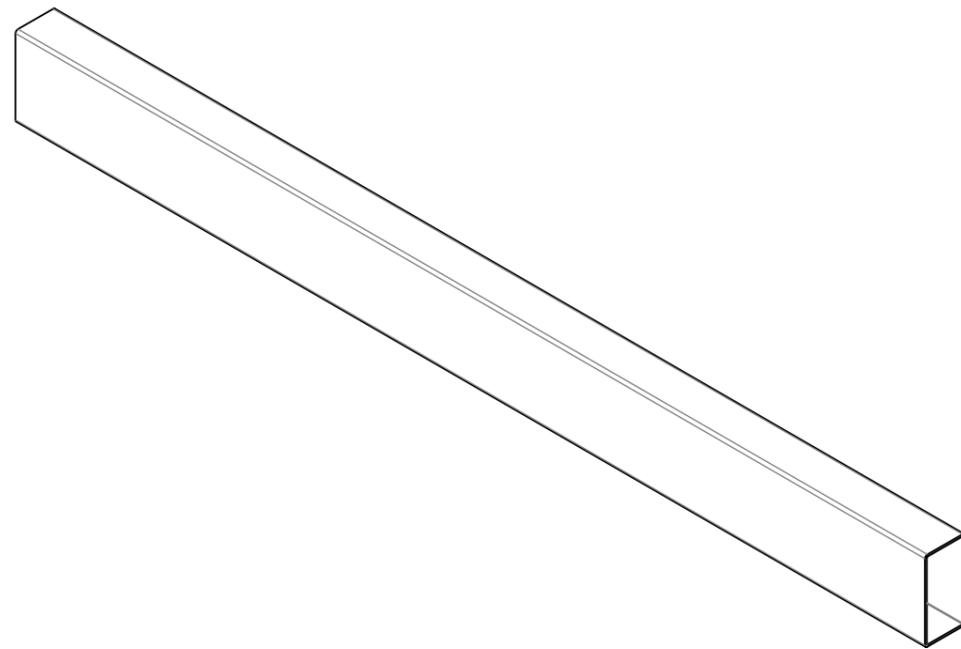
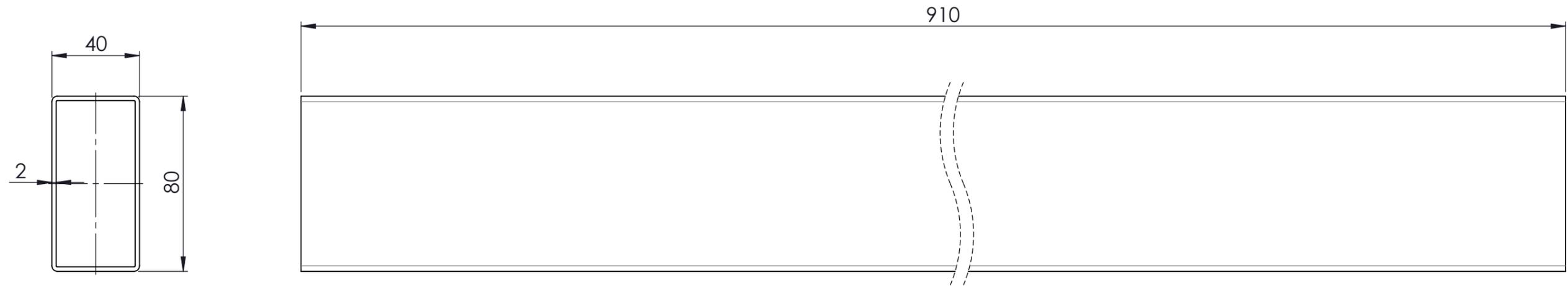
17	REGULADOR DE CAUDAL AS2201FG-01-06SA	4
16	RACOR INSTANTÁNEO KQ2U0608A	4
15	RACOR INSTANTÁNEO KQ2S0802AS	4
14	RACOR METALICO KMETPMC14	3
13	SILENCIADOR AN2002	2
12	RACOR INSTANTÁNEO KQ2H1002AS	1
11	DETECTOR DE ESTADO SÓLIDO DM9PSAPC595	4
10	ELECTROVALVULA SY72205WAOU02FQ	2
9	PLACA BASE MULTIPLE SS5Y7200200FQ	1
8	GUIA TR-25R280 (20/20)	1
7	19028.120.E004 Conjunto uña	2
6	PATIN TKDH-25-A-Z0	2
5	HORQUILLA Y-G05SUS	2
4	CILINDRO COMPACTO CDQ2A50TF-50DMZ-XC6	2
3	19028.120.E003 Conjunto ángulo delantero soporte pistón uña	2
2	19028.120.E002 Conjunto ángulo trasero soporte pistón uña	2
1	19028.120.E001 Conjunto travesaño soporte pistones pinza	1

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		CANT.	
MATERIAL	TRATAMIENTO	NOTAS		 	
Dibujado	Fecha	Nombre	LÁSER		SOLDADURA
Modificado	21/08/2020		FRESA	MONTAJE	SÍ
DESCRIPCIÓN	Conjunto agarre garrafa				
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A	CÓDIGO PLANO		
1:5	2/44	SUSTITUIDO POR	19028.120.E005		



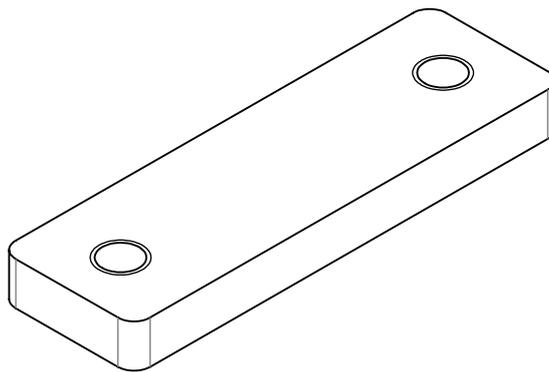
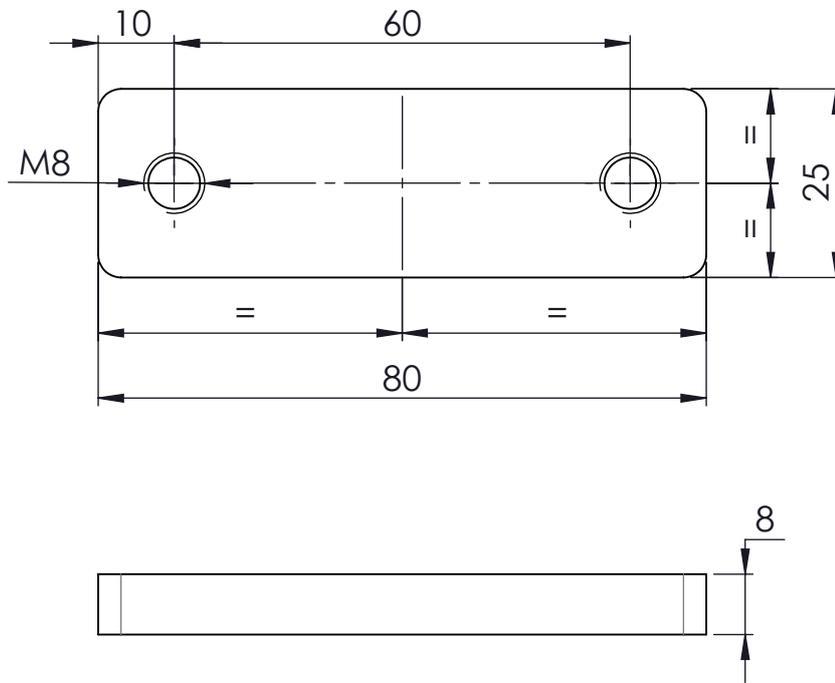
**ROSCAR Y
CONTRATALADRAR**

5	19028.120.P003	Pletina ángulos pistón pala móvil	2
4	19028.120.P002	Pletina fijación travesaño uña	2
3	19028.120.P001	Pletina guía patín pinza	1
2	19028.120.P007	Pletina anclaje ángulo soporte pistón	4
1	19028.120.P000	Travesaño soporte pistones pinza	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA		CANT.
MATERIAL		TRATAMIENTO	NOTAS
Fecha		Nombre	LÁSER
Dibujado		30/05/2019	JESUS
Modificado		21/08/2020	FRESA
Escala		Nº Plano:	SUSTITUYE A
1:5		3/44	SUSTITUIDO POR
		SOLDADURA	SÍ
		PINTURA	SÍ
		MONTAJE	SÍ
DESCRIPCIÓN			  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Conjunto travesaño soporte pistones pinza			
CÓDIGO PLANO		19028.120.E001	



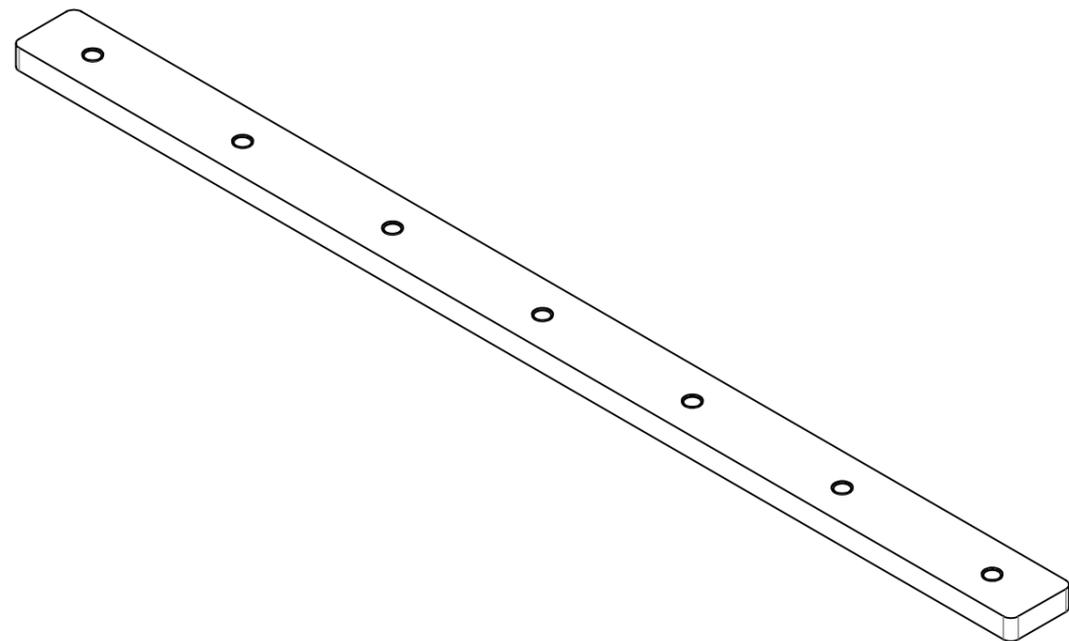
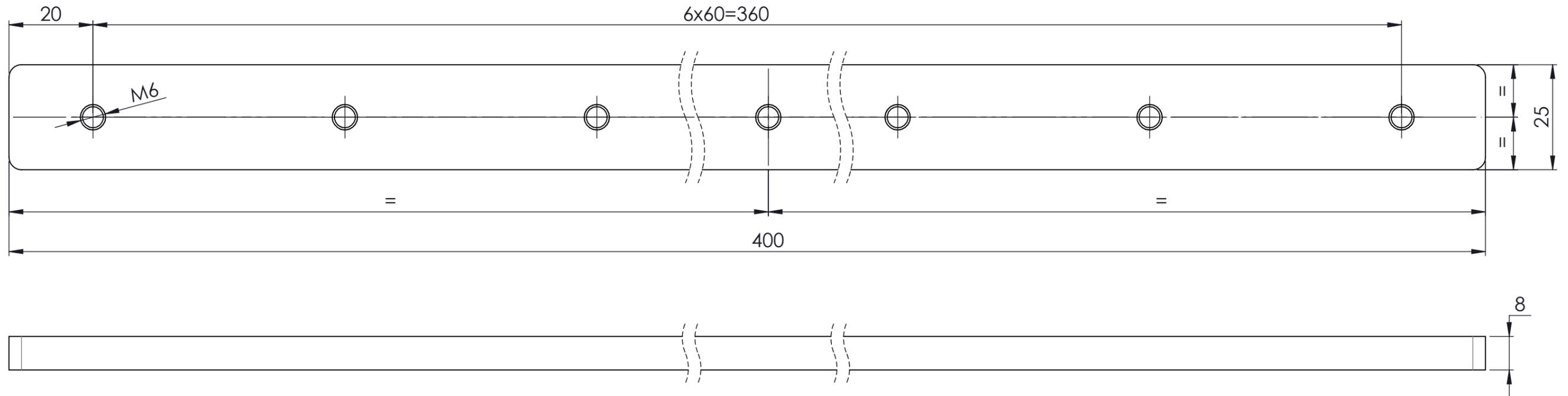
1	1	TUBO RECTANGULAR 80X40X2				910	0°	0°
NÚMERO	CANT.	DESCRIPCIÓN				LONGITUD	ÁNGULO1	ÁNGULO2
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA	SÍ			
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA		DESCRIPCIÓN		
Modificado	21/08/2020		FRESA	MONTAJE		Travesaño soporte pistones pinza		
Escala 1:2	Nº Plano: 4/44	SUSTITUYE A				CÓDIGO PLANO	19028.120.P000	
		SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



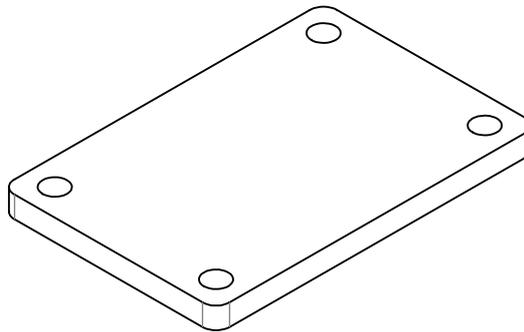
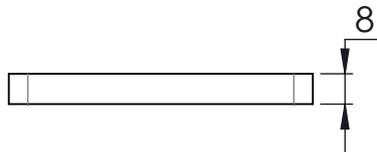
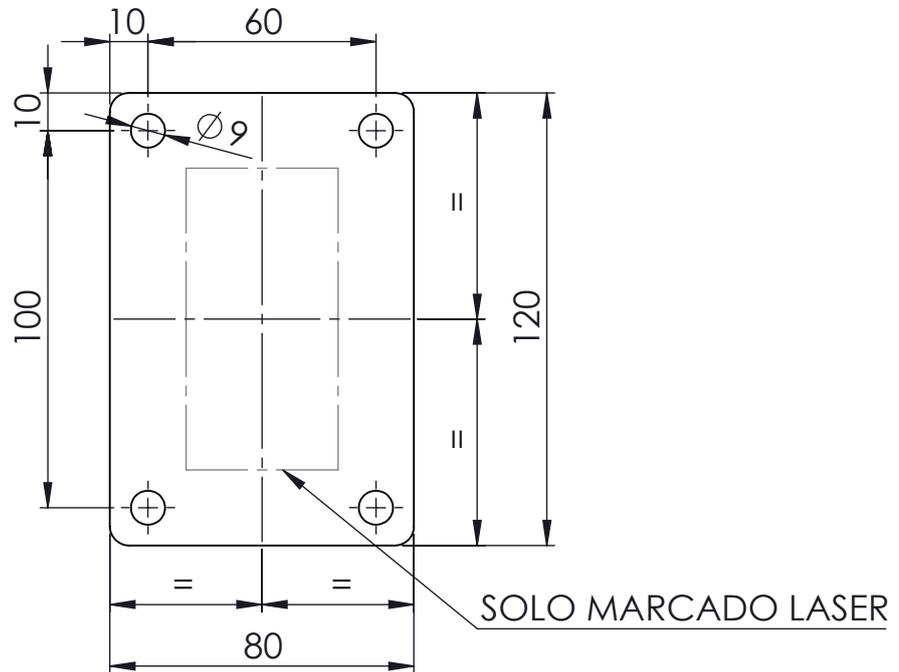
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS 	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Pletina anclaje ángulo soporte pistón	
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P007
1:1	5/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



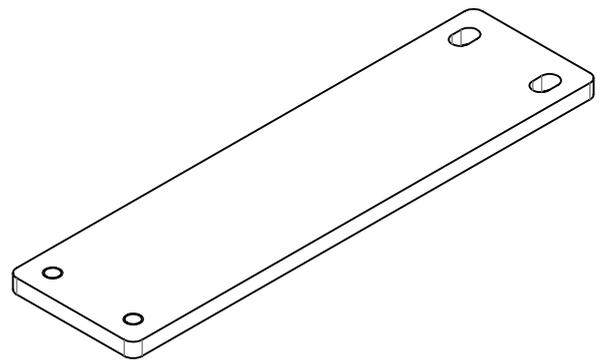
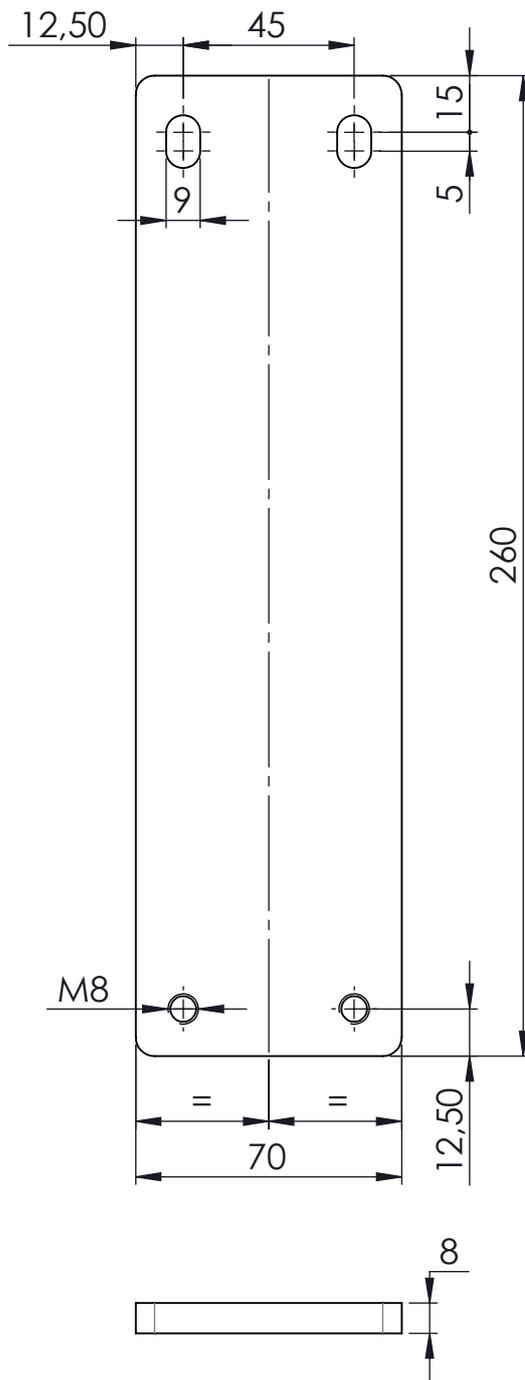
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Pletina guía patín pinza
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE		
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					
1:1	6/44	SUSTITUIDO POR					
						CÓDIGO PLANO	19028.120.P001

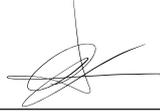
DESARROLLO PIEZA e= 8 mm

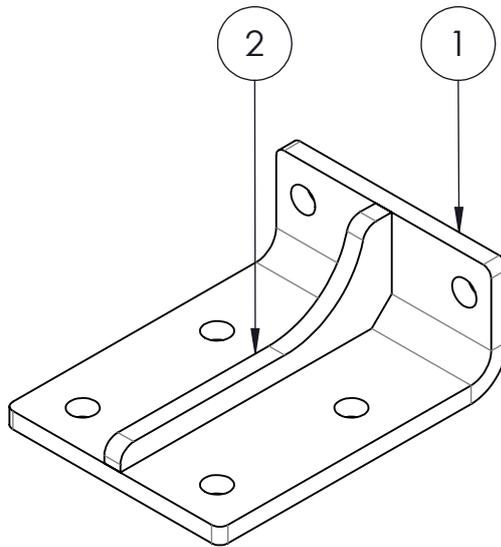
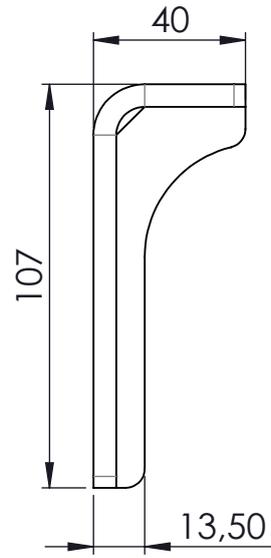
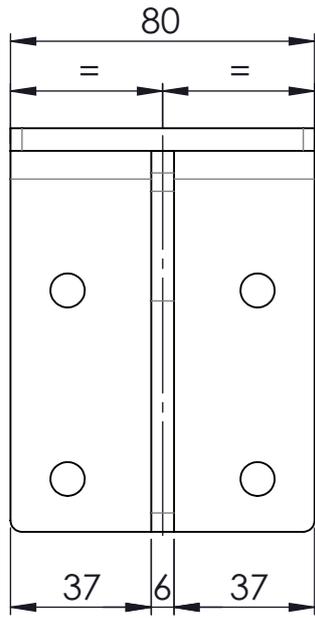


MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		Pletina fijación travesano uña	
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P002
1:2	7/44	SUSTITUIDO POR						

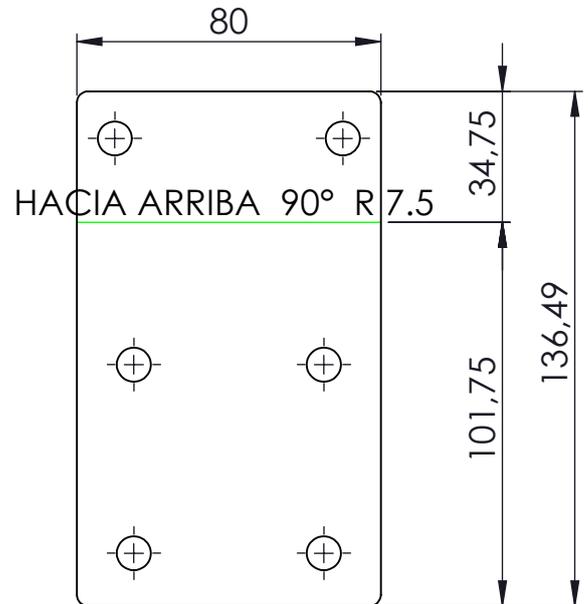
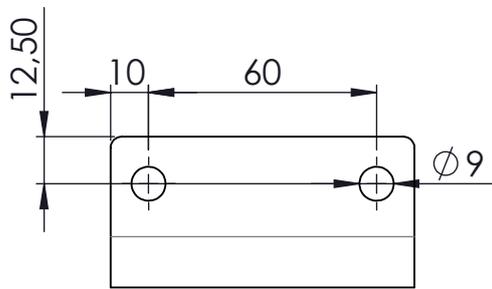
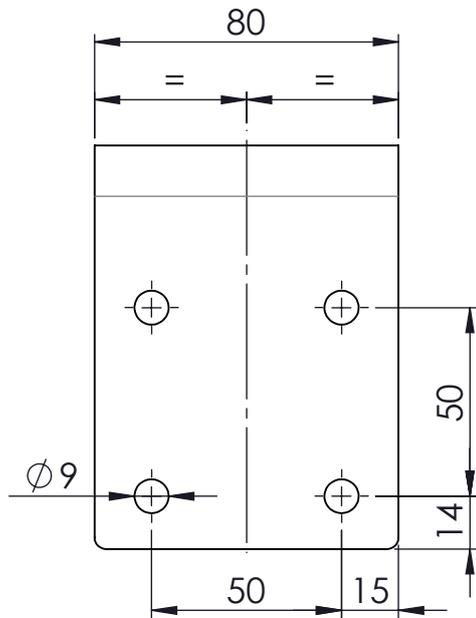
DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



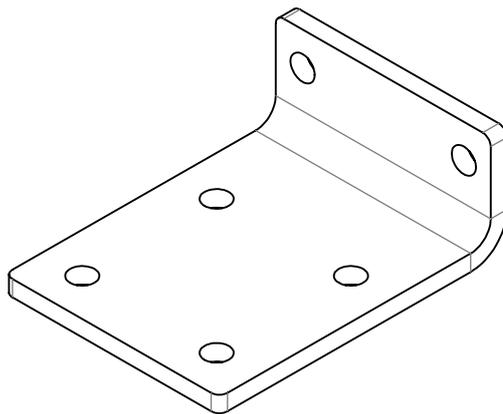
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			DESCRIPCIÓN Pletina ángulos pistón pala móvil
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						CÓDIGO PLANO
1:2	8/44	SUSTITUIDO POR						
							19028.120.P003	



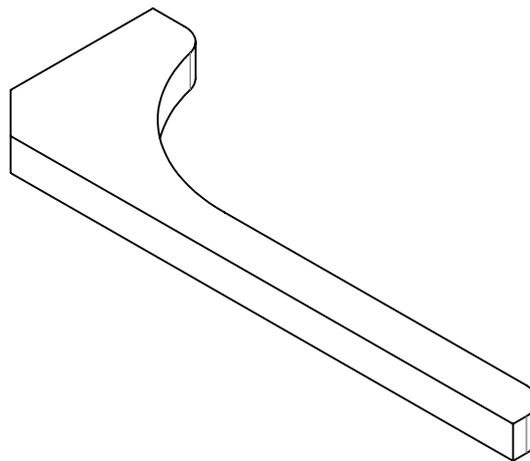
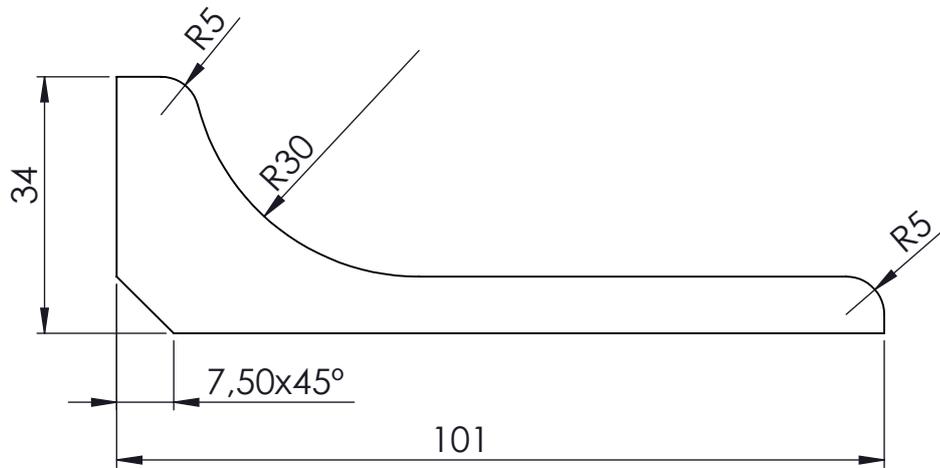
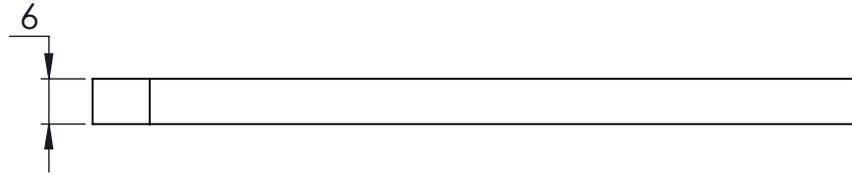
2	19028.120.P030 Cartela ángulo trasero soporte pistón uña					1
1	19028.120.P006 Ángulo trasero soporte pistón uña					1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA					CANT.
MATERIAL		TRATAMIENTO			NOTAS	
	Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA	SÍ	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA		
Modificado	21/08/2020		FRESA	MONTAJE	SÍ	DESCRIPCIÓN
Conjunto ángulo trasero soporte pistón uña						
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A		CÓDIGO PLANO		
1:2	9/44	SUSTITUIDO POR		19028.120.E002		



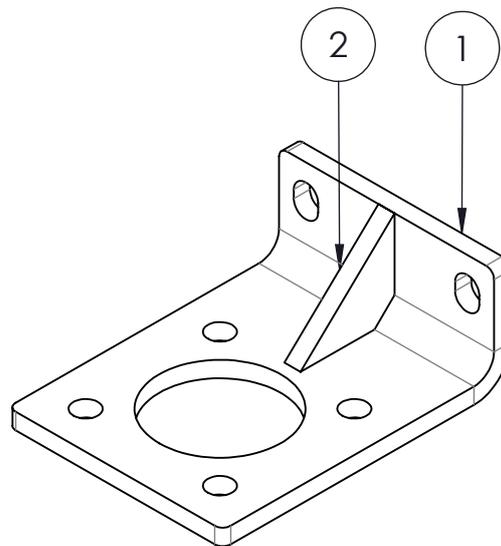
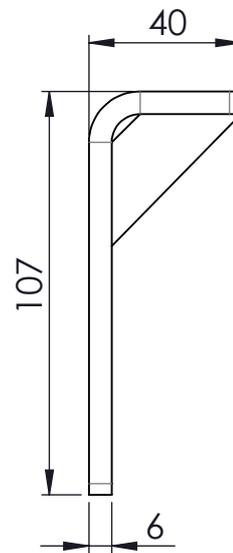
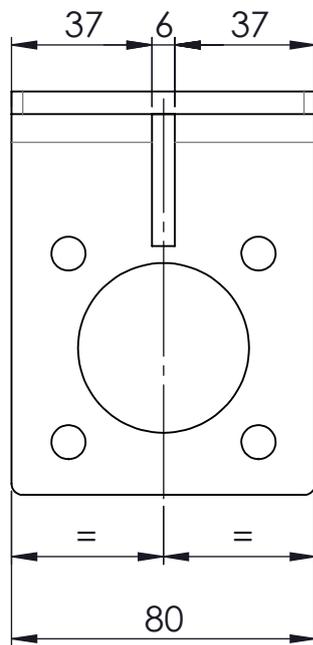
DESARROLLO PIEZA e= 6 mm



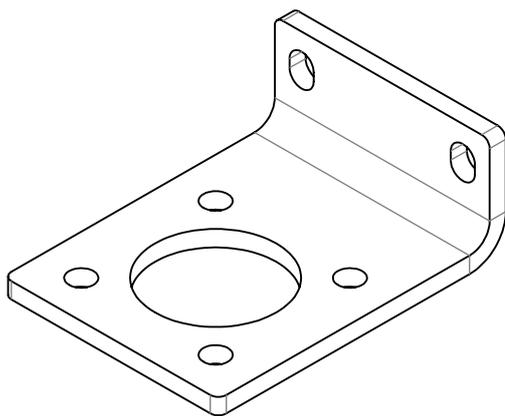
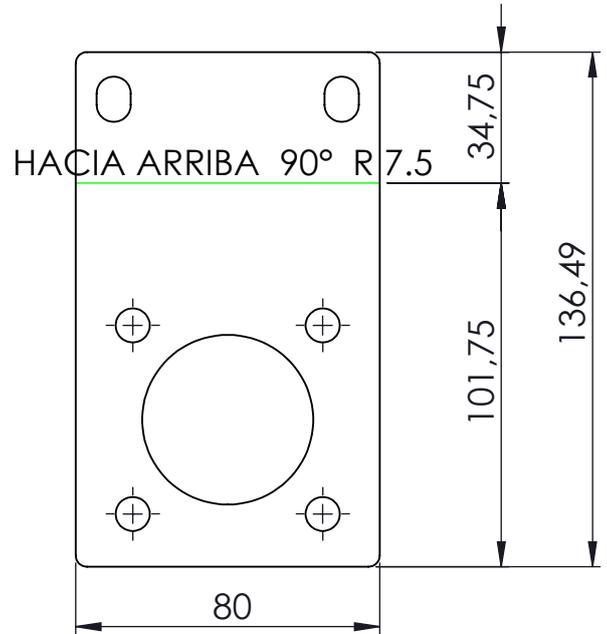
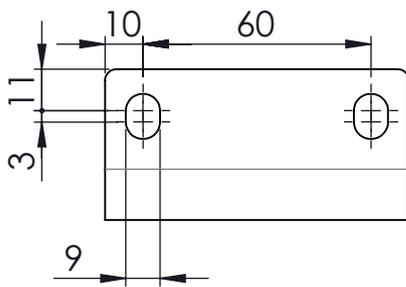
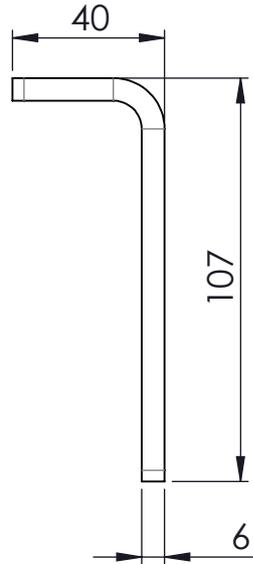
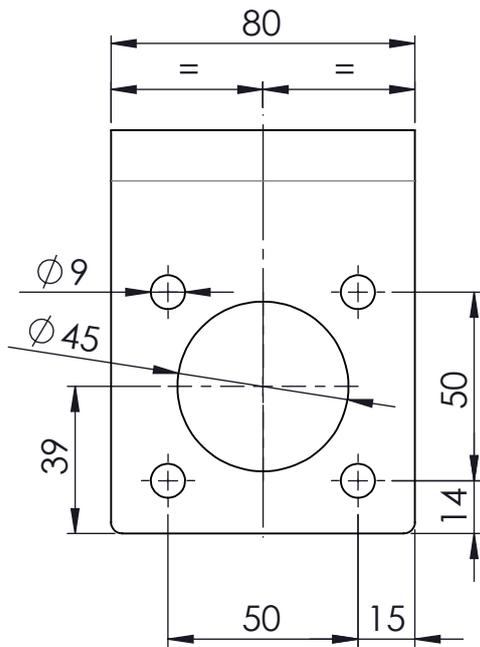
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			DESCRIPCIÓN
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE		Ángulo trasero soporte pistón uña	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P006
1:2	10/44	SUSTITUIDO POR						



MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			DESCRIPCIÓN Cartela ángulo trasero soporte pistón uña
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						CÓDIGO PLANO
1:1	11/44	SUSTITUIDO POR						



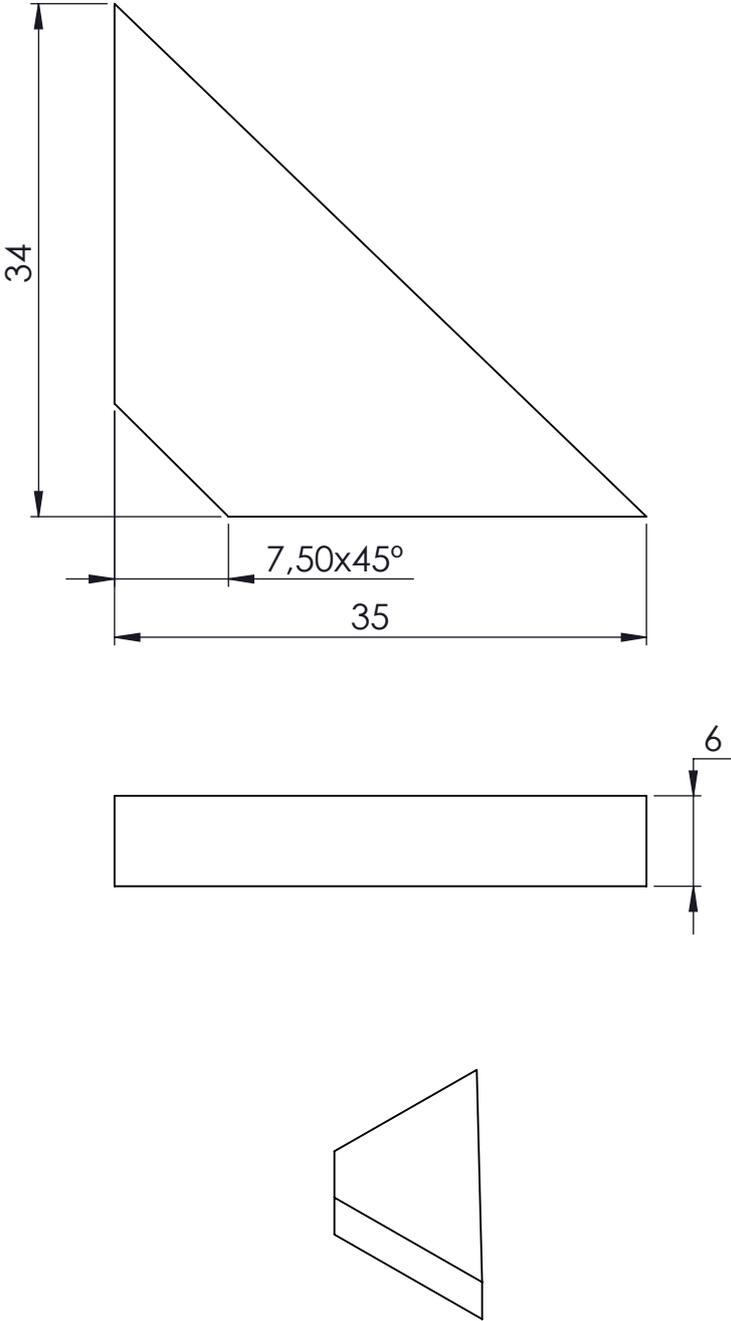
2	19028.120.P009 Cartela ángulo delantero soporte pistón uña		1
1	19028.120.P010 Ángulo delantero soporte pistón uña		1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA		CANT.
MATERIAL		TRATAMIENTO	
NOTAS		  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA
30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA
Modificado	21/08/2020	FRESA	MONTAJE
DESCRIPCIÓN	Conjunto ángulo delantero soporte pistón uña		
ESCALA	Nº Plano:	SUSTITUYE A	
1:2	12/44	SUSTITUIDO POR	
CÓDIGO PLANO		19028.120.E003	



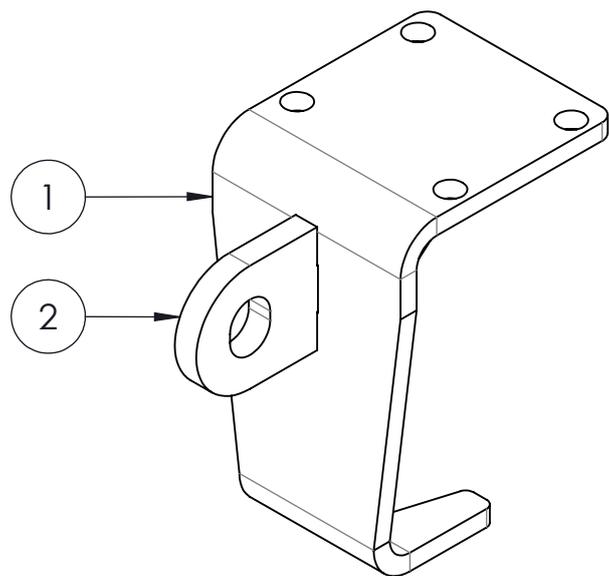
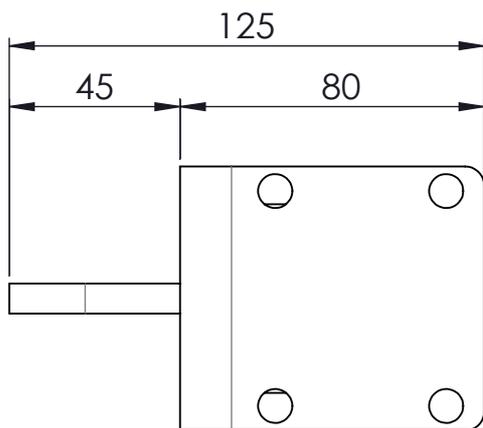
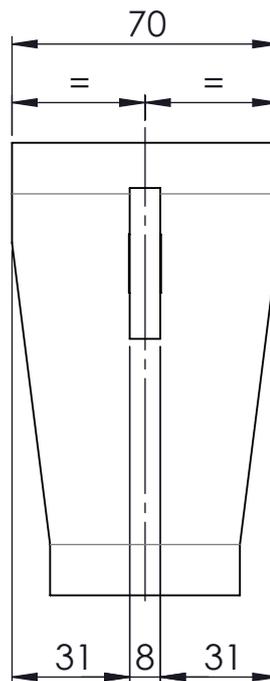
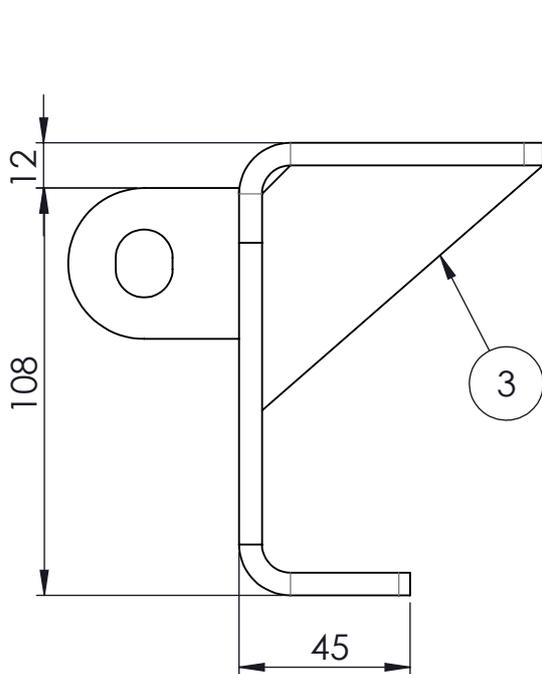
DESARROLLO PIEZA e= 6 mm

MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Ángulo delantero soporte pistón uña	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P010
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:2	13/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 6 mm



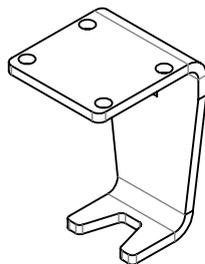
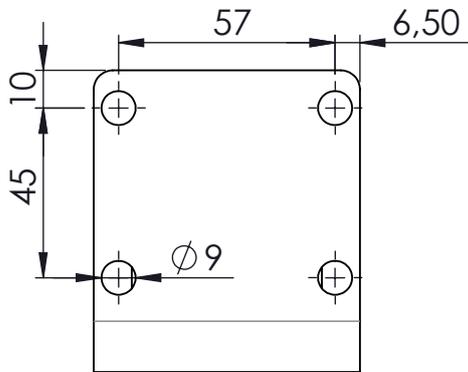
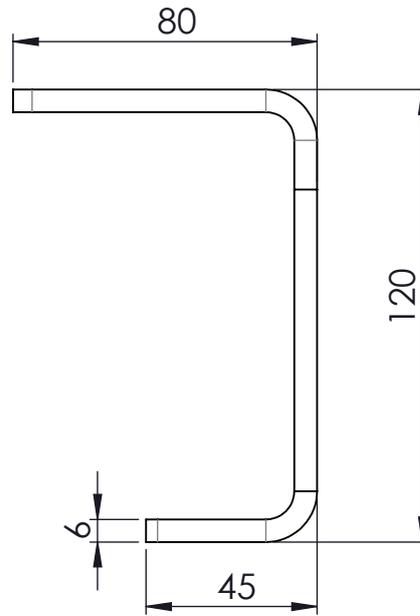
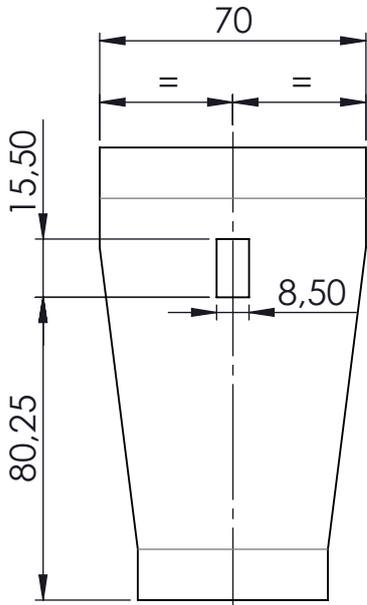
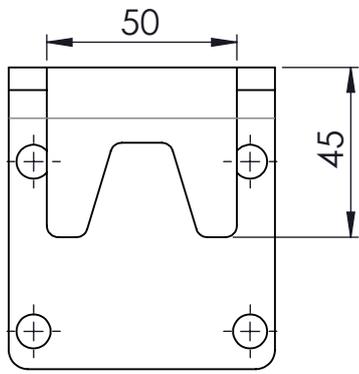
MATERIAL AI SI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			DESCRIPCIÓN
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE		Cartela ángulo delantero soporte pistón uña	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						CÓDIGO PLANO
2:1	14/44	SUSTITUIDO POR						



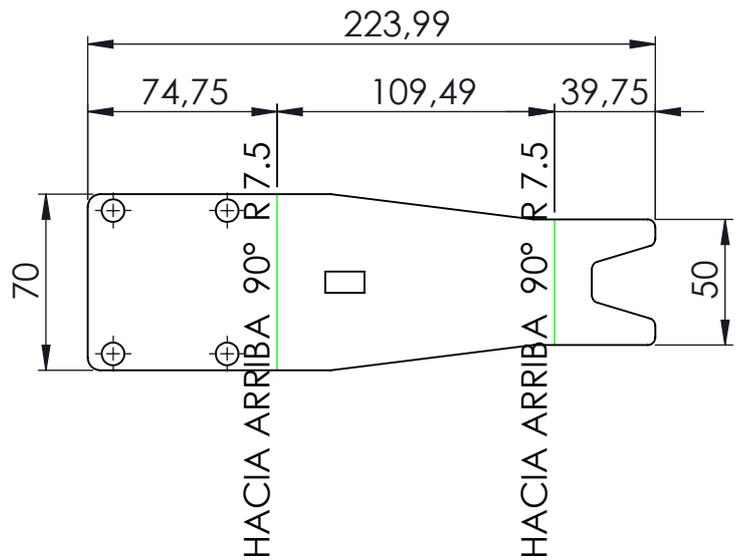
3	19028.120.P011 Cartela uña	1
2	19028.120.P005 Pestaña horquilla pistón uña	1
1	19028.120.P076 Chapa uña	1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANT.
-----------------	--------------	-------

MATERIAL		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA				Conjunto uña
Modificado	07/06/2019		FRESA	MONTAJE	SÍ	CÓDIGO PLANO		
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						19028.120.E004
1:2	15/44	SUSTITUIDO POR						

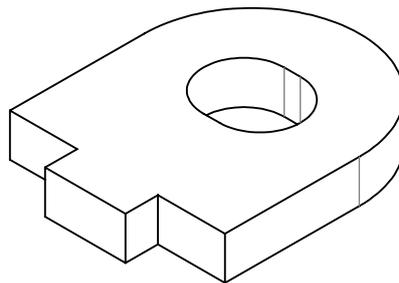
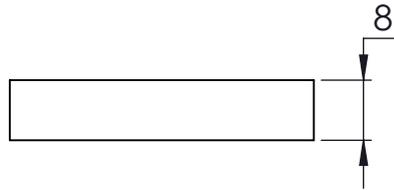
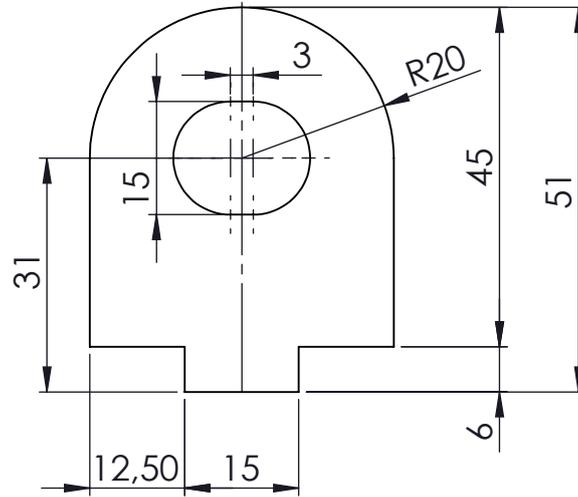


DESARROLLO PIEZA e= 6 mm



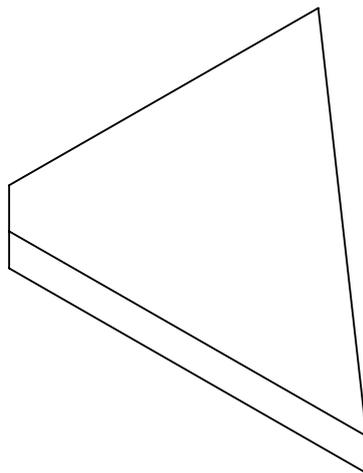
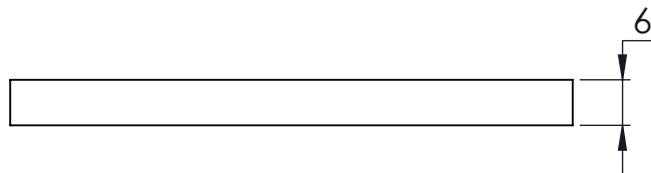
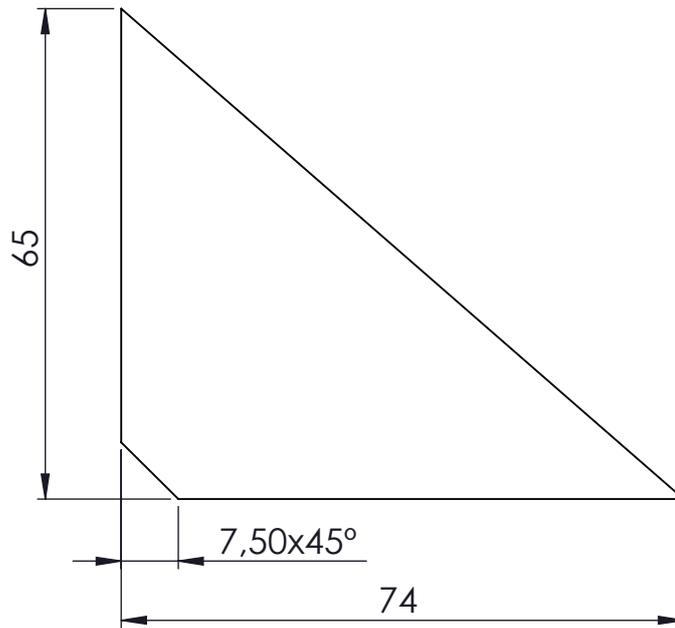
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Chapa uña	
Dibujado	07/06/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P076
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:2	16/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm

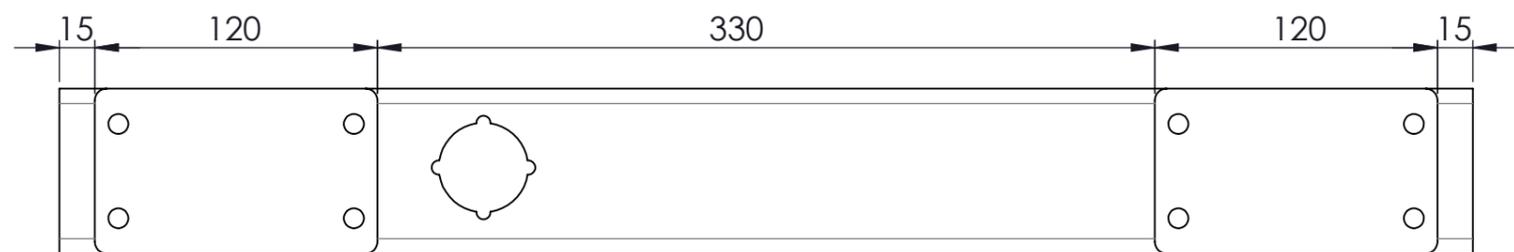
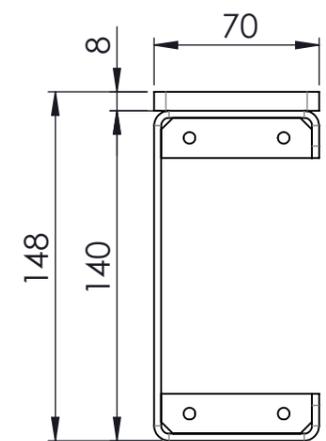
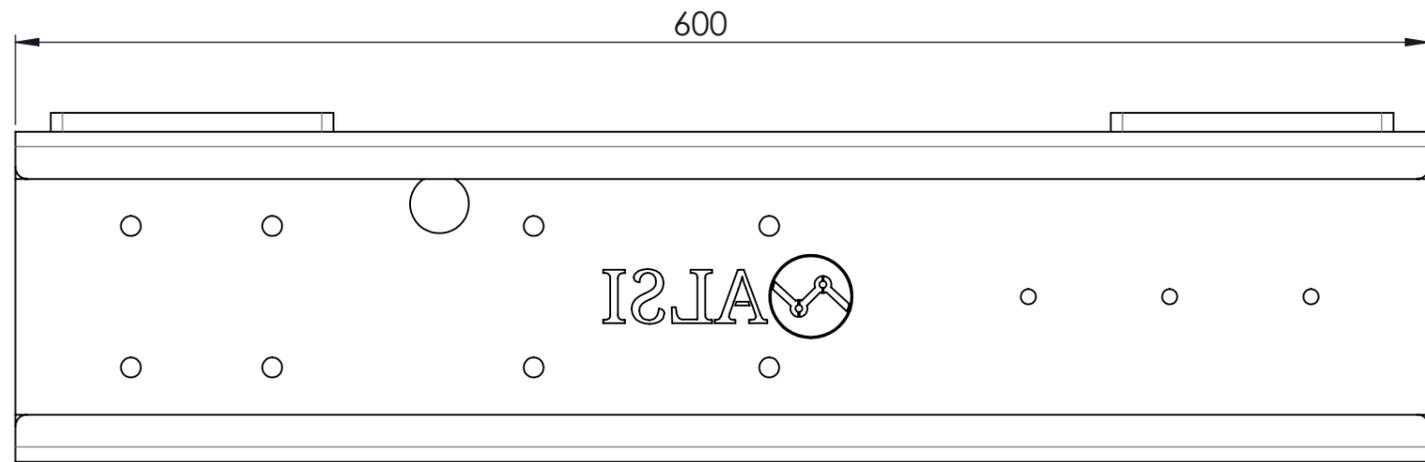


MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pestaña horquilla pistón uña	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P005
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:1	17/44	SUSTITUIDO POR						

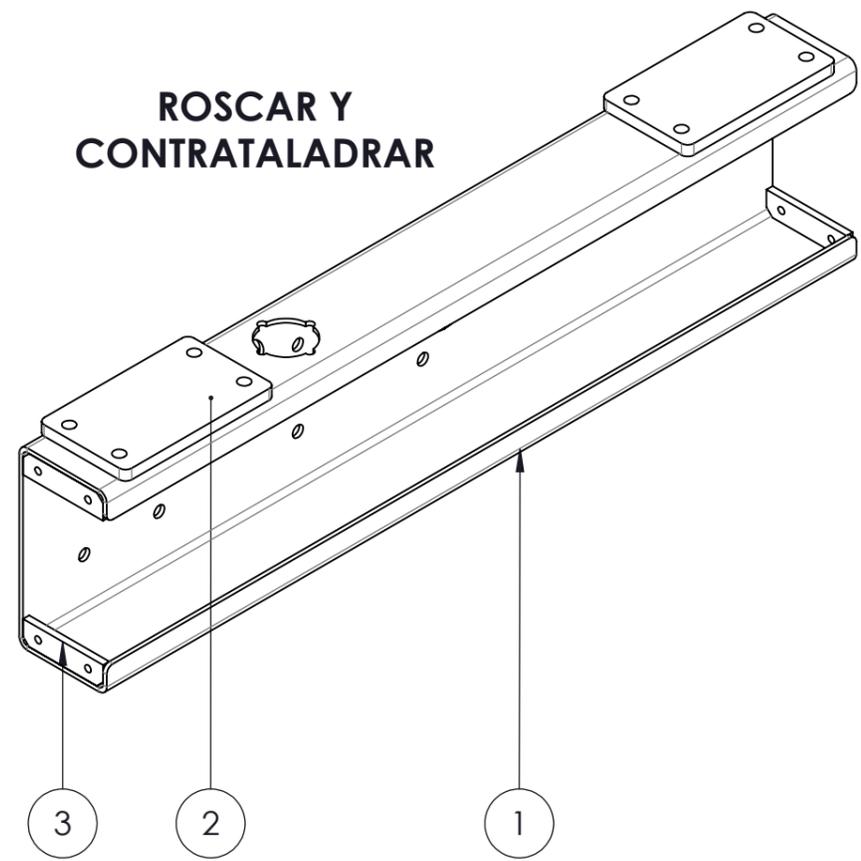
DESARROLLO PIEZA e= 6 mm



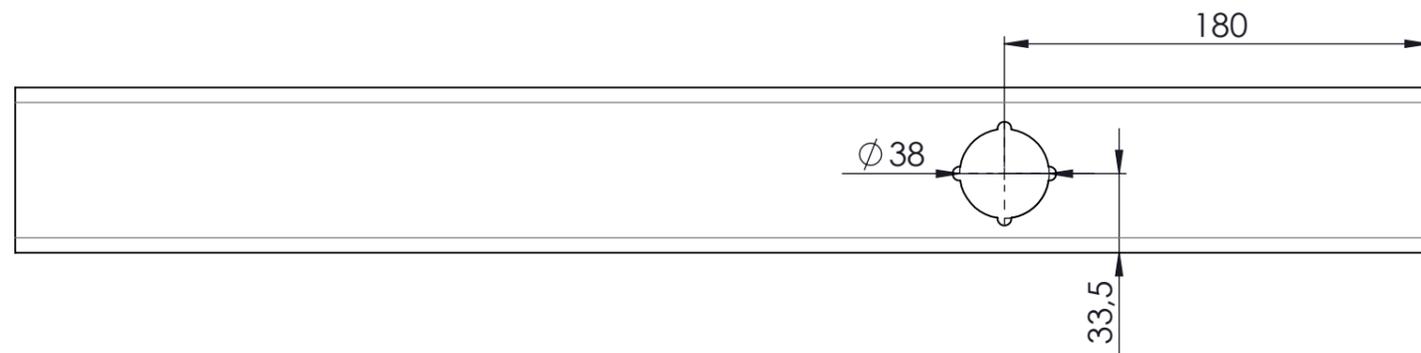
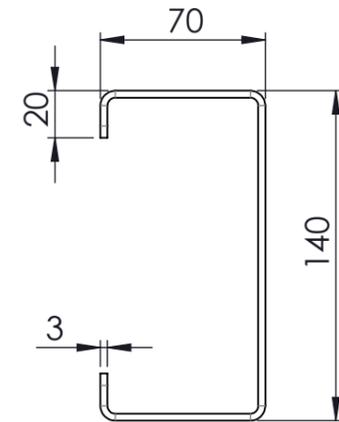
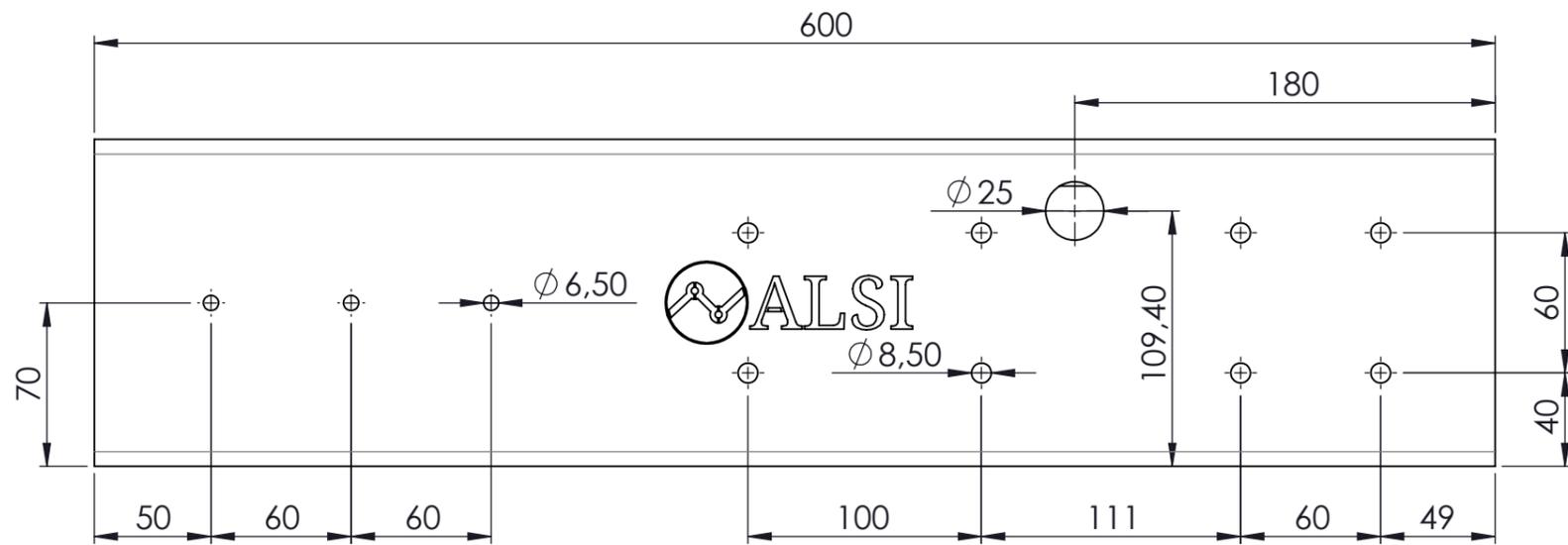
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS 	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Cartela uña	
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P011
1:1	18/44	SUSTITUIDO POR						



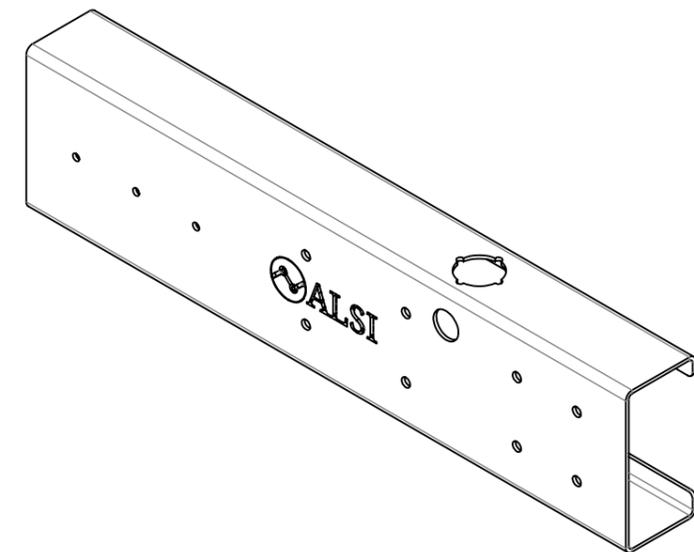
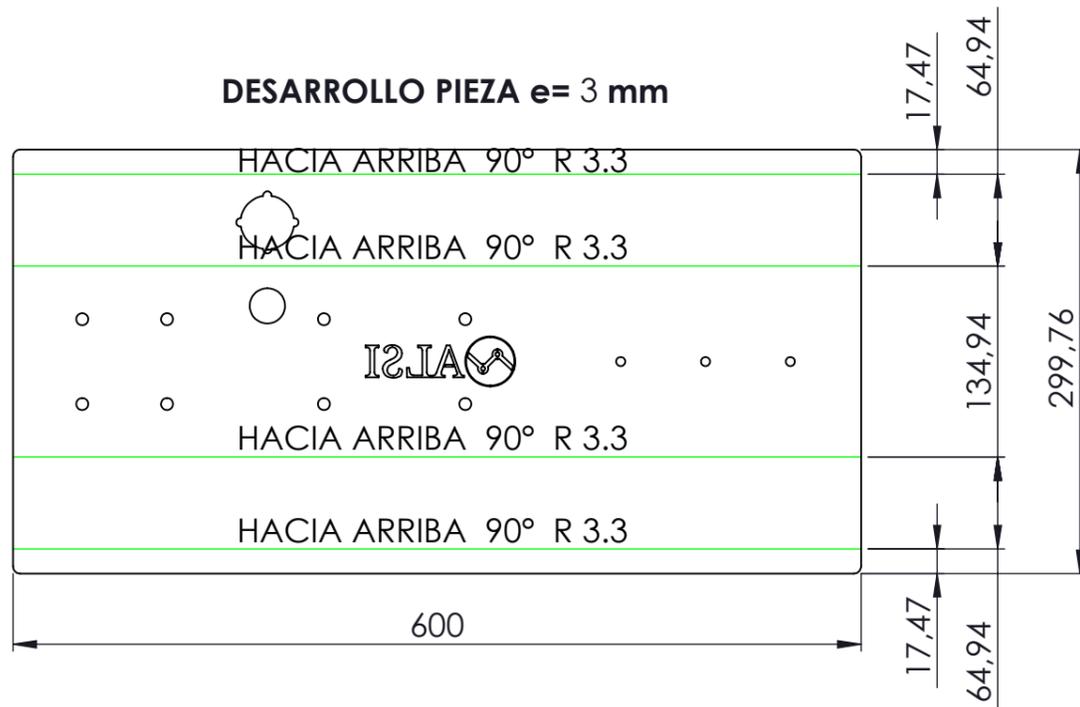
**ROSCAR Y
CONTRATALADRAR**



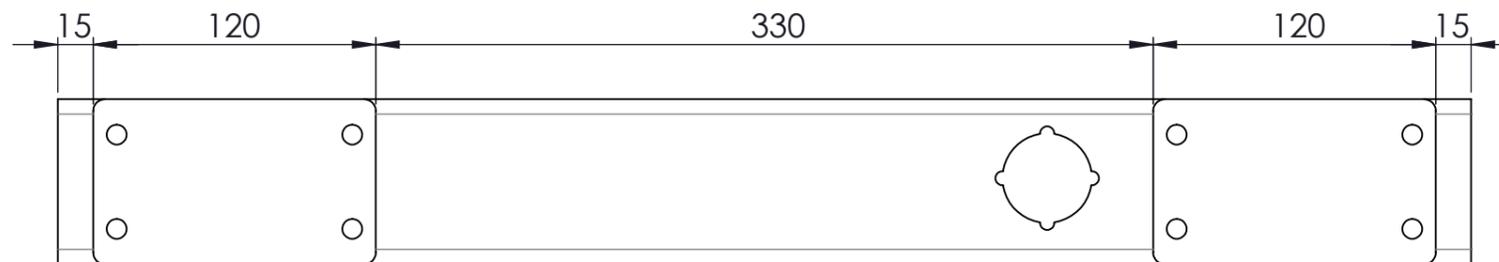
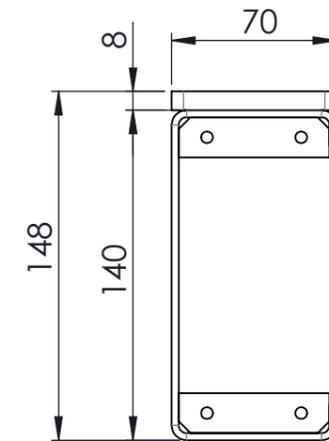
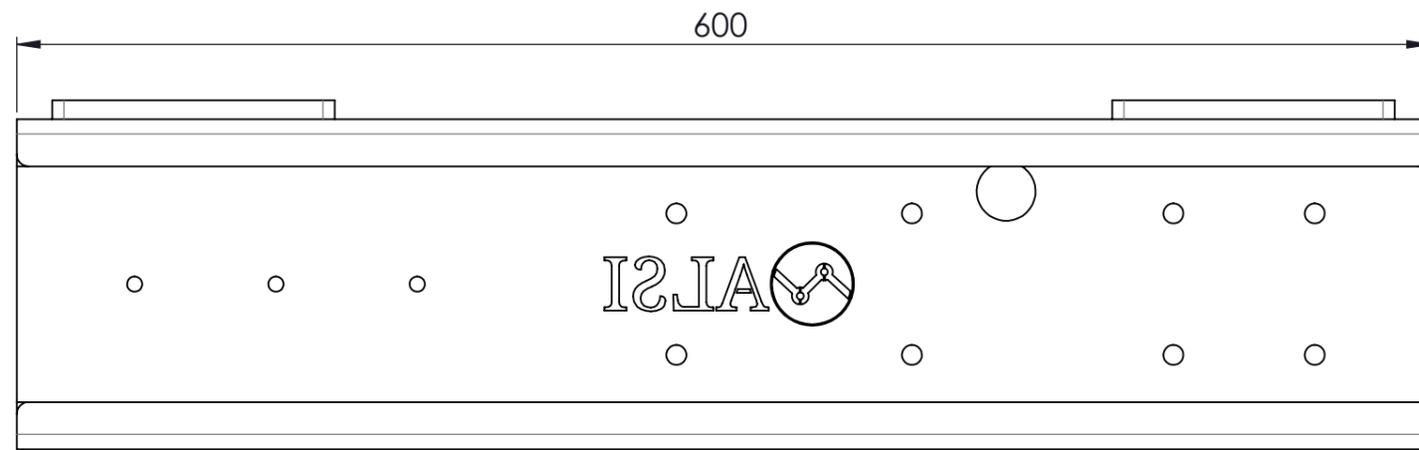
3	19028.120.P073 Pletina anclaje tapa lateral	4
2	19028.120.P029 Pletina anclaje pinza	2
1	19028.120.P012 Lateral pinza	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANT.
MATERIAL		TRATAMIENTO
Fecha		Nombre
30/05/2019		JESUS
Dibujado		LÁSER
21/08/2020		TORNO
Modificado		SOLDADURA
		SÍ
Escala		Nº Plano:
1:3		19/44
		SUSTITUYE A
		SUSTITUIDO POR
NOTAS		DESCRIPCIÓN
  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA		Conjunto lateral pinza
CÓDIGO PLANO		19028.120.E006



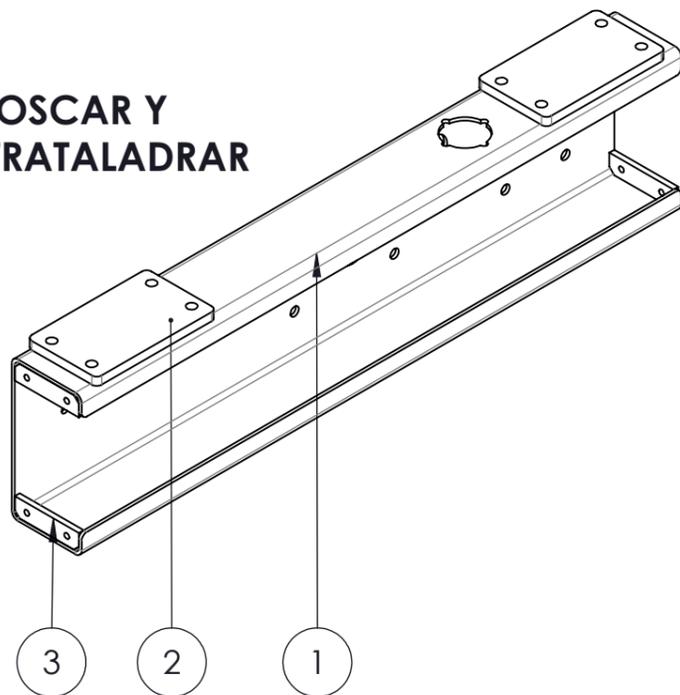
DESARROLLO PIEZA e= 3 mm



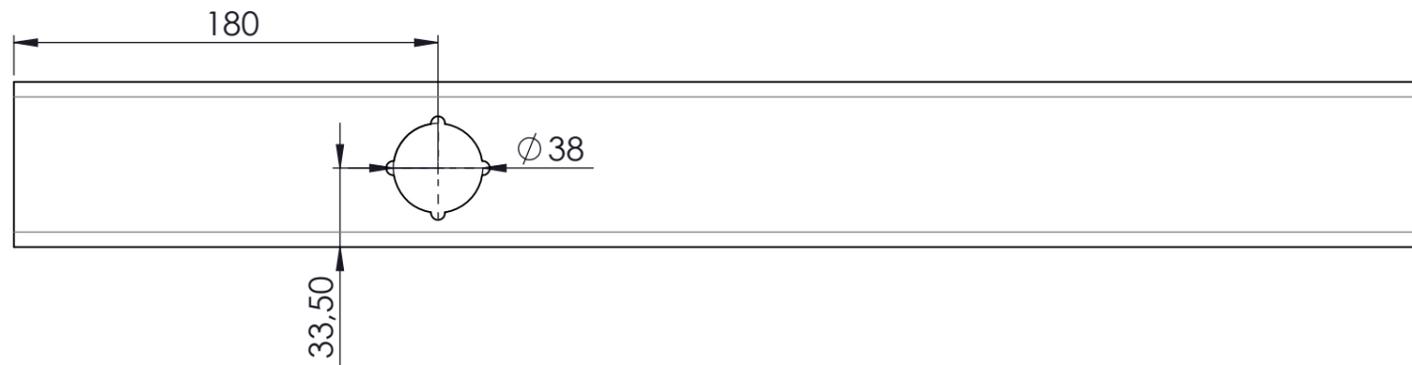
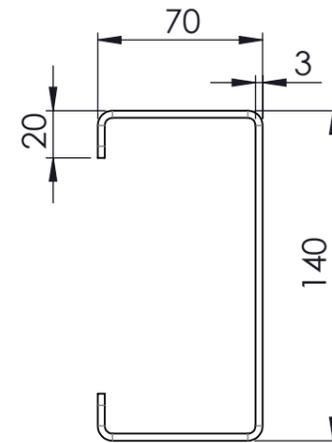
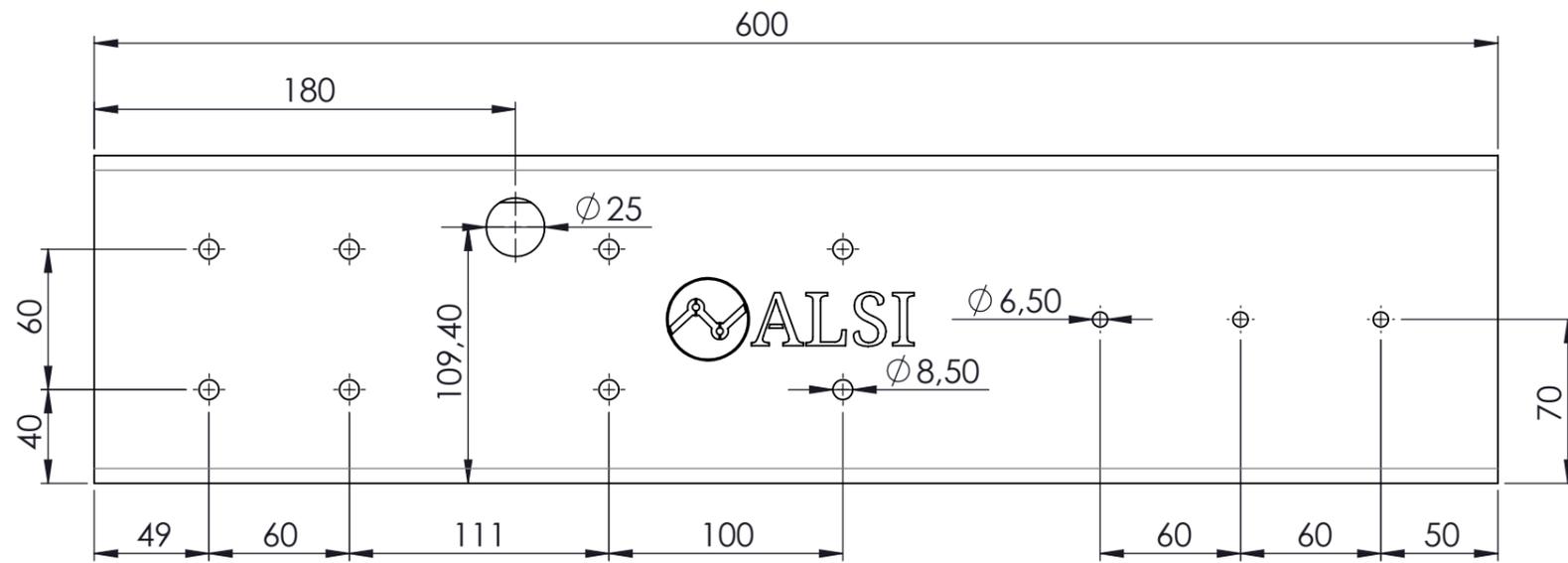
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Dibujado	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Lateral pinza	
Modificado	21/08/2020		FRESA		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P012
Escala	Nº Plano: 20/44	SUSTITUYE A						
		SUSTITUIDO POR						



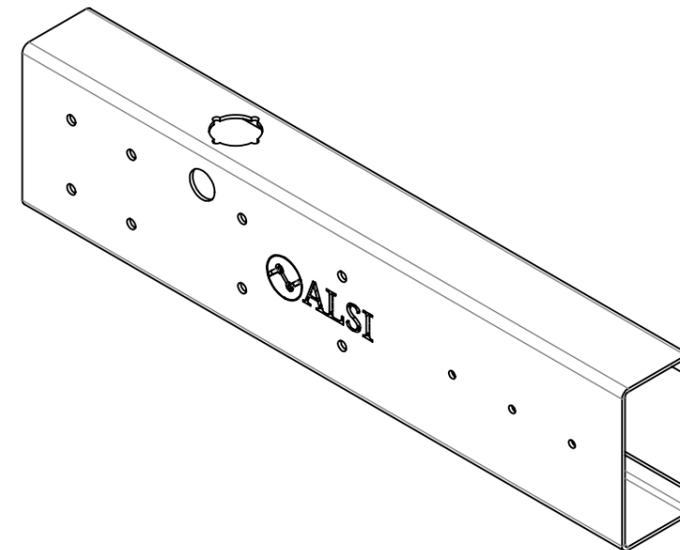
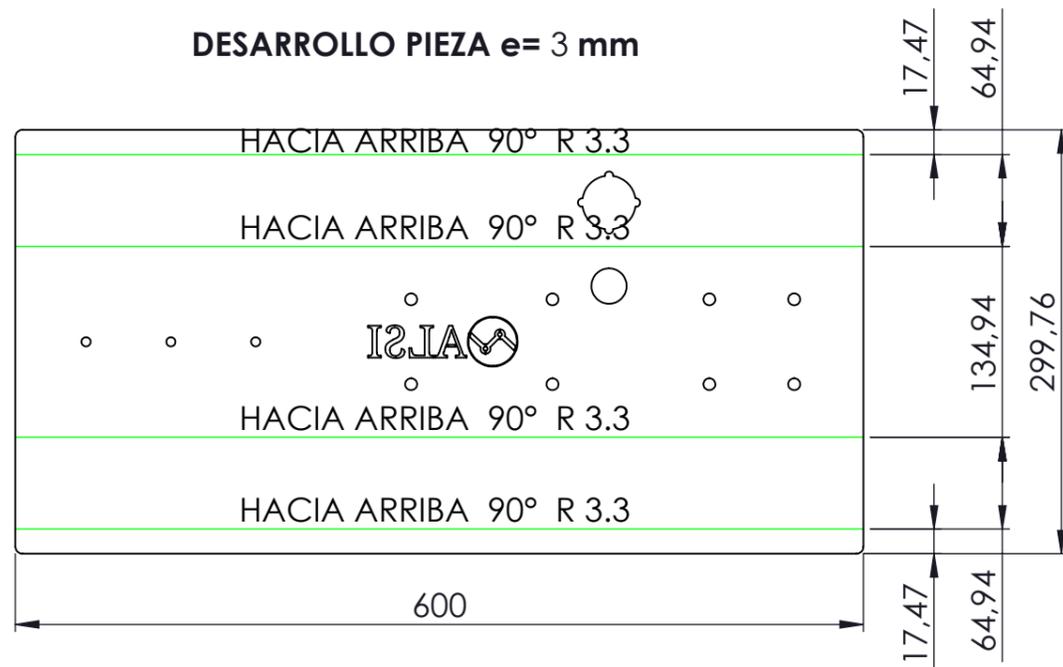
**ROSCAR Y
CONTRATALADRAR**



3	19028.120.P073 Pletina anclaje tapa lateral	4
2	19028.120.P029 Pletina anclaje pinza	2
1	19028.120.P014 Lateral pinza sim	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANT.
MATERIAL	TRATAMIENTO	NOTAS
	Fecha	Nombre
Dibujado	30/05/2019	JESUS
Modificado	21/08/2020	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A
1:3	21/44	SUSTITUIDO POR
	LÁSER	SOLDADURA
	TORNO	PINTURA
	FRESA	MONTAJE
	SÍ	SÍ
DESCRIPCIÓN		UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Conjunto lateral pinza sim		
CÓDIGO PLANO	19028.120.E007	

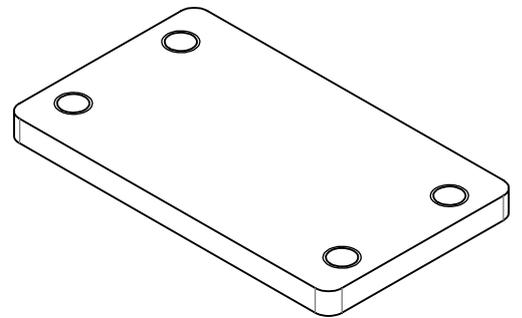
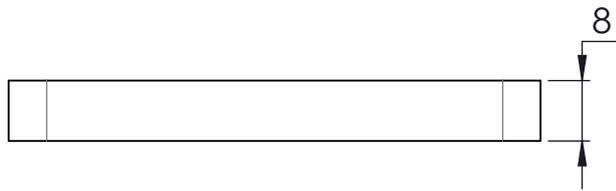
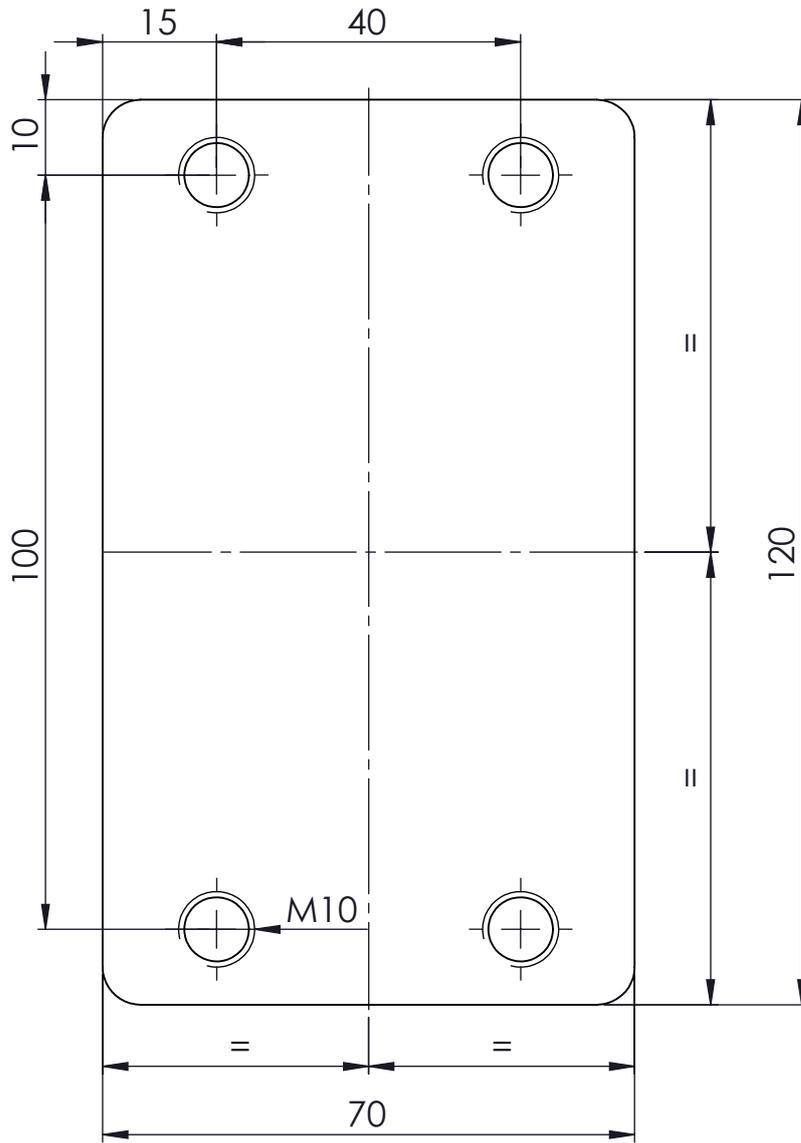


DESARROLLO PIEZA e= 3 mm



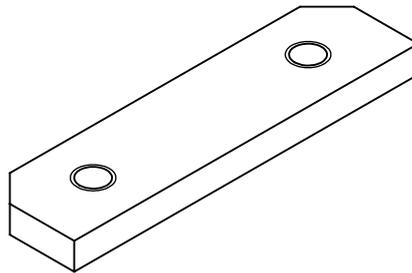
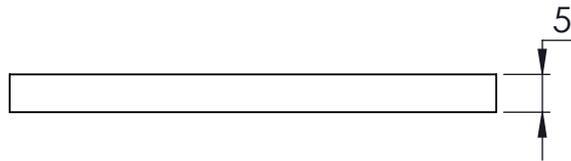
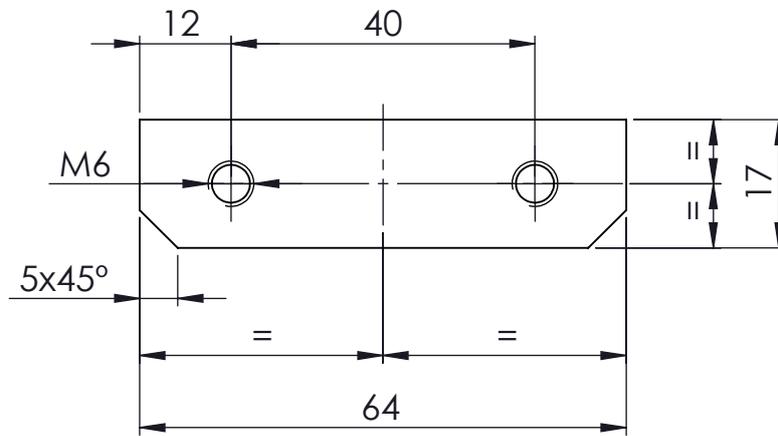
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Dibujado	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	
Modificado	21/08/2020		FRESA		PINTURA		DESCRIPCIÓN Lateral pinza sim
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					
1:3	22/44	SUSTITUIDO POR					

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm

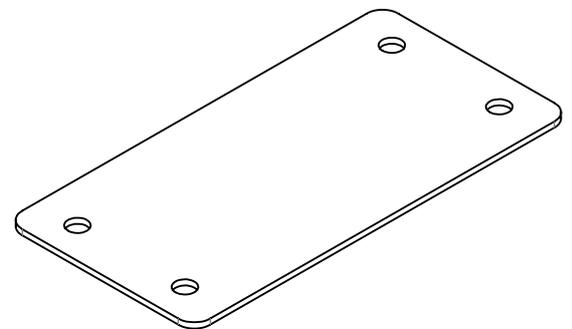
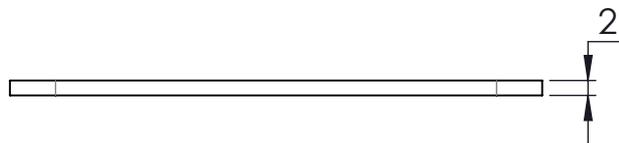
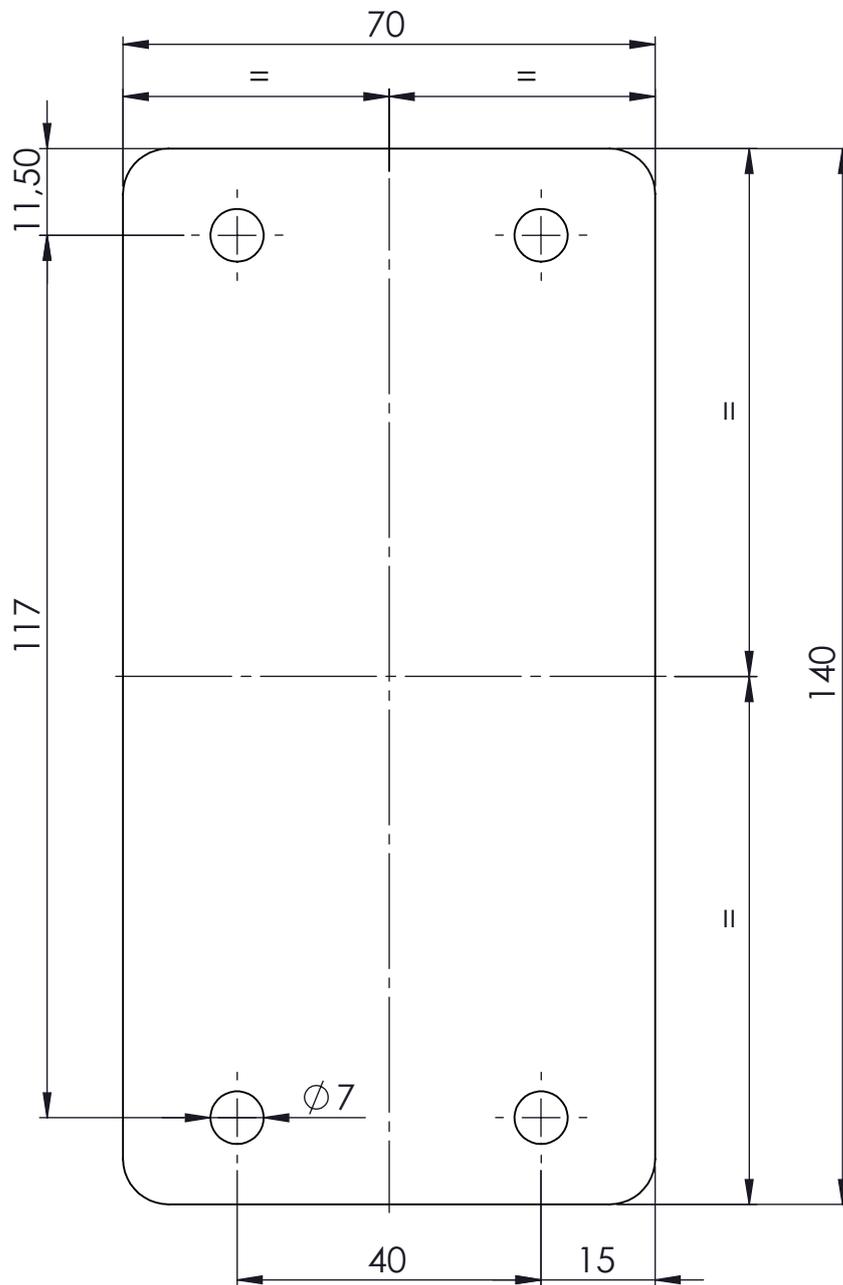


MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pletina anclaje pinza	
Dibujado	26/05/2015	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P029
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:1	23/44	SUSTITUIDO POR						

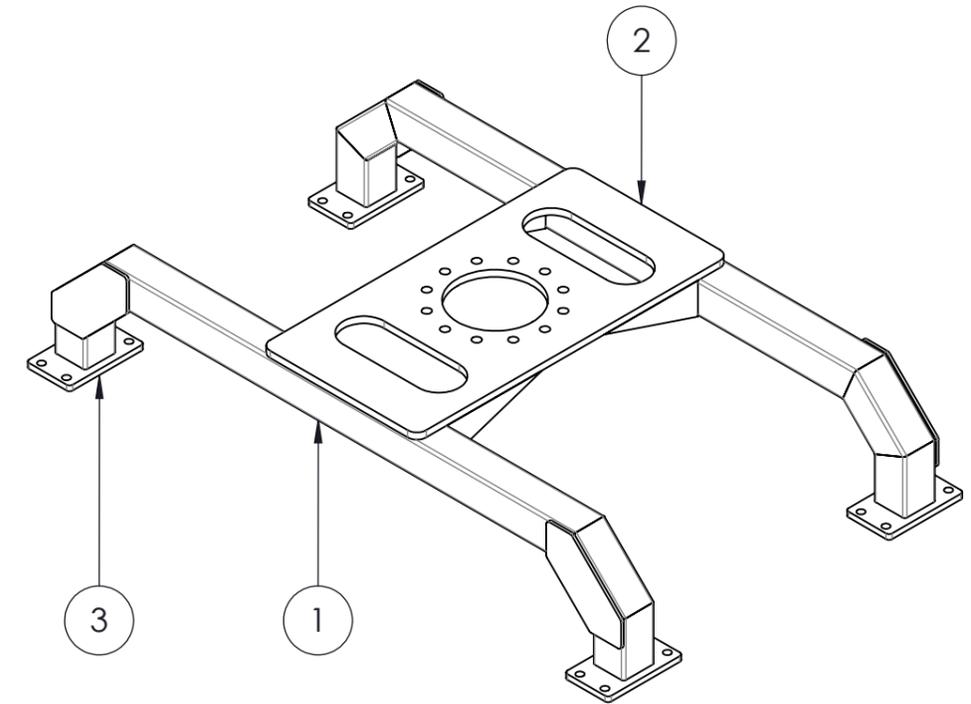
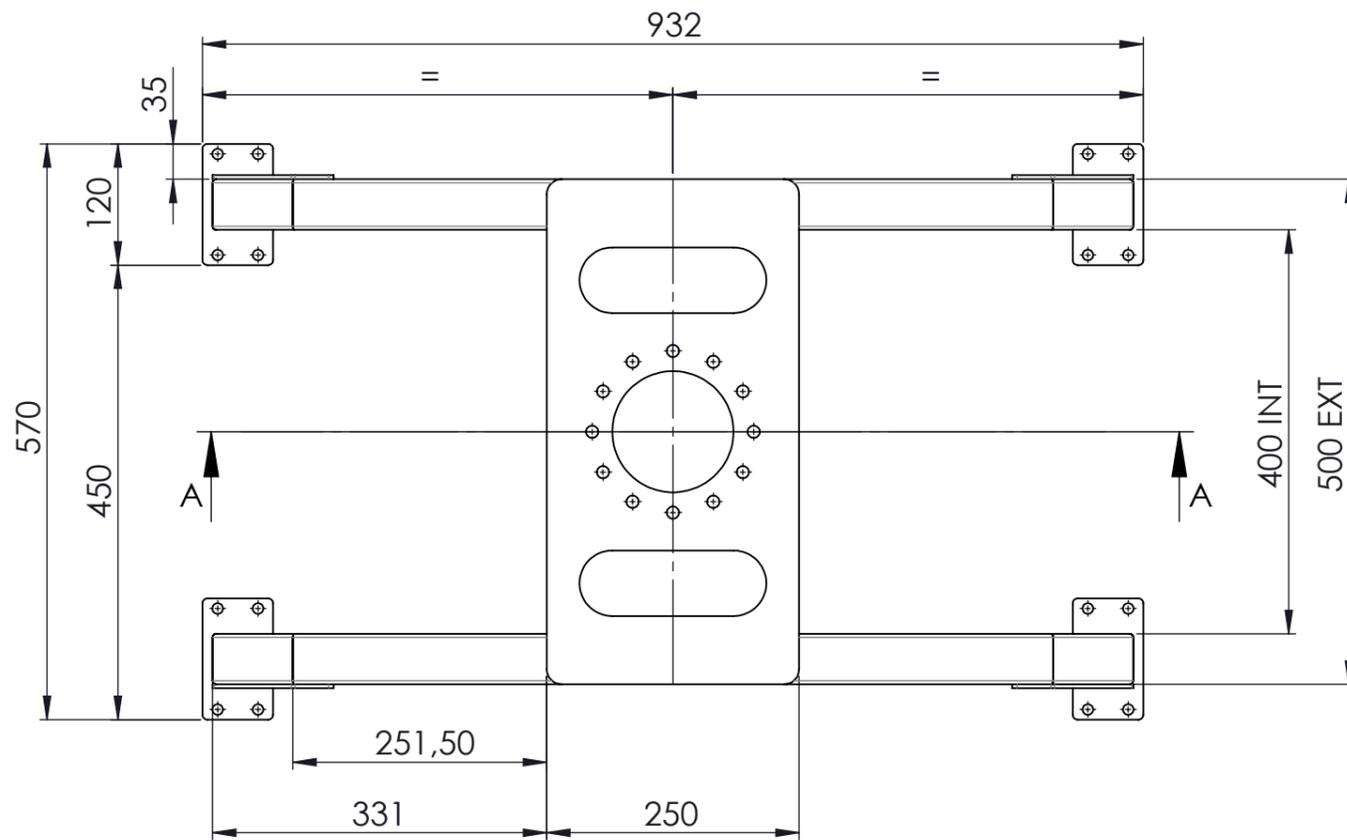
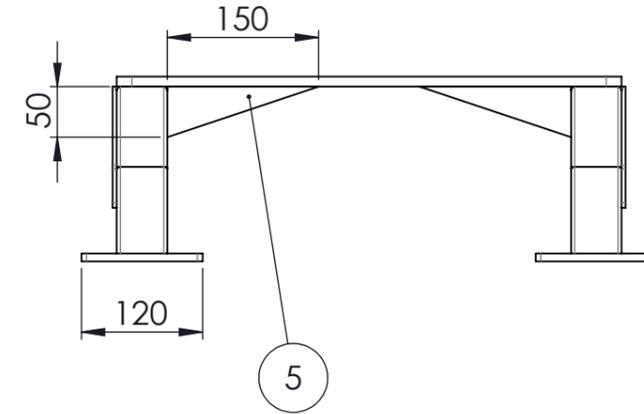
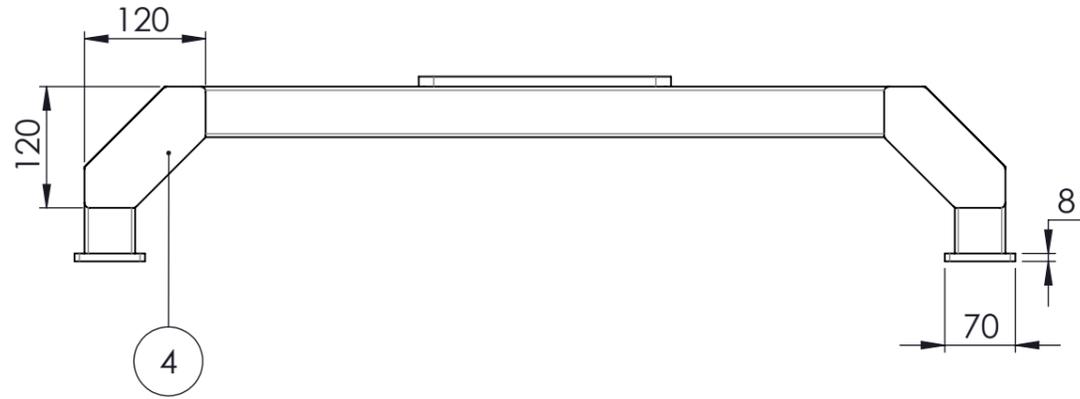
DESARROLLO PIEZA e= 5 mm



MATERIAL AI SI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pletina anclaje tapa lateral	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P073
1:1	24/44	SUSTITUIDO POR						

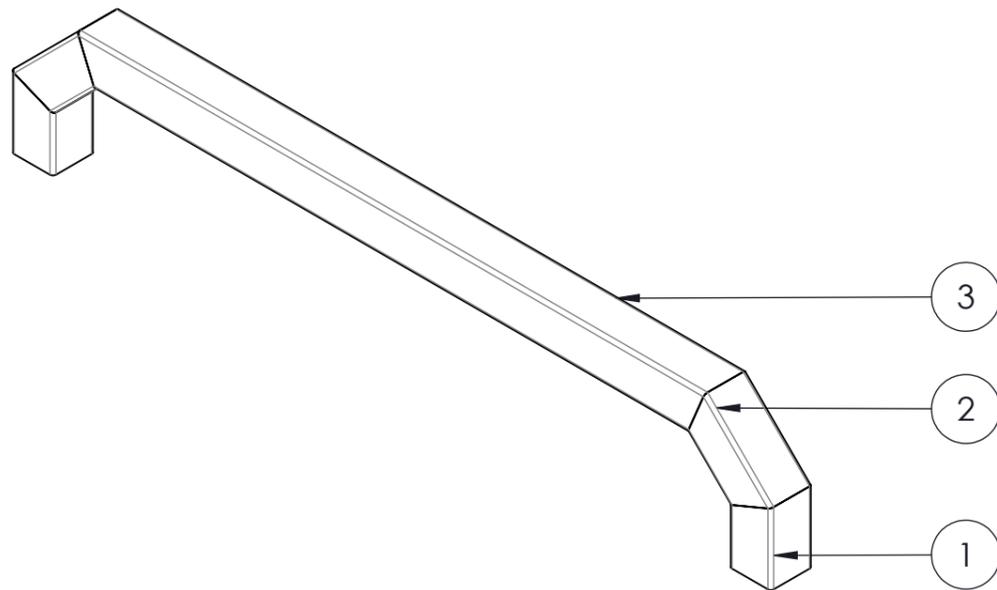
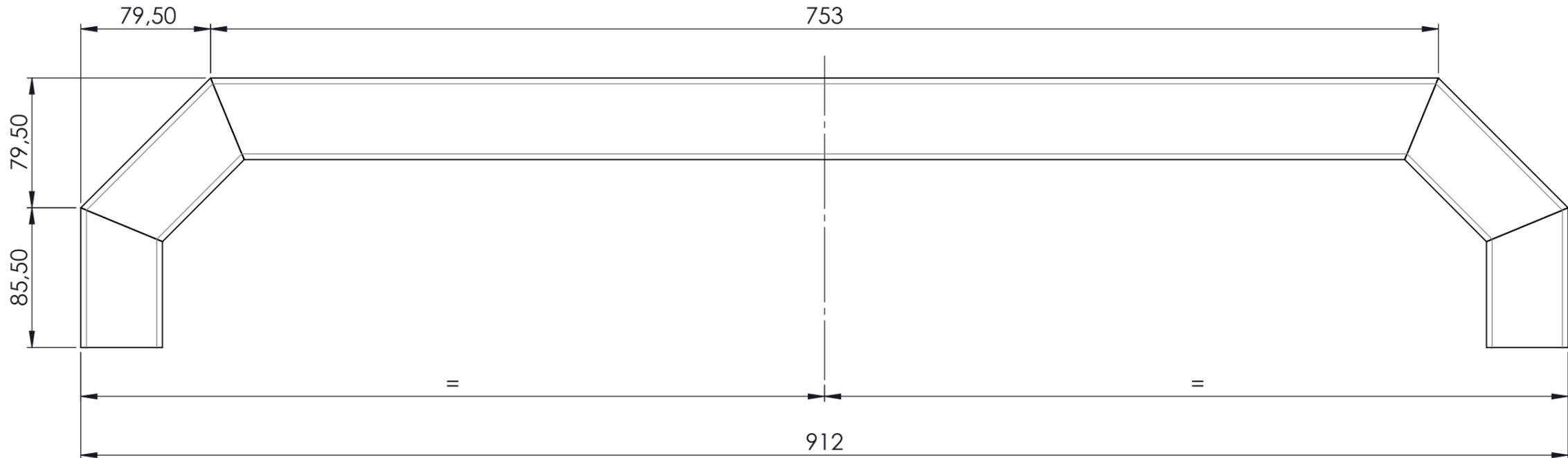
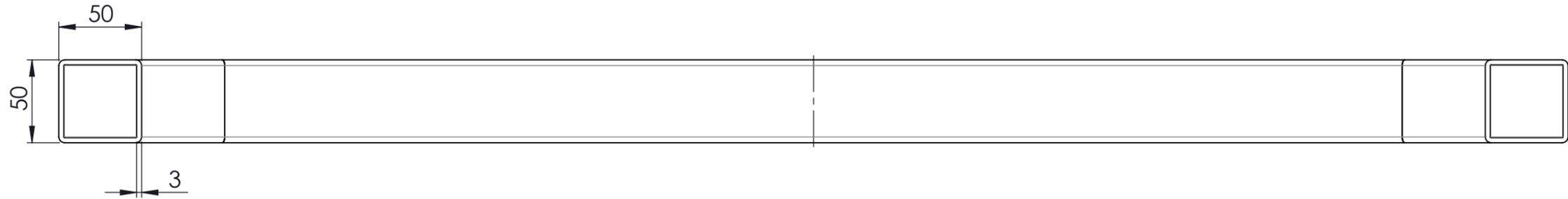


MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	DESCRIPCIÓN	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		Tapa lateral
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE	SÍ	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO
1:1	25/44	SUSTITUIDO POR					



5	19028.120.P077 Cartola brida superior	4
4	19028.120.P075 Cartela pata amarre pinza	4
3	19028.120.P028 Pletina amarre pinza	4
2	19028.120.P026 Brida superior pinza	1
1	19028.120.P025 Pata amarre pinza robot	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANT.

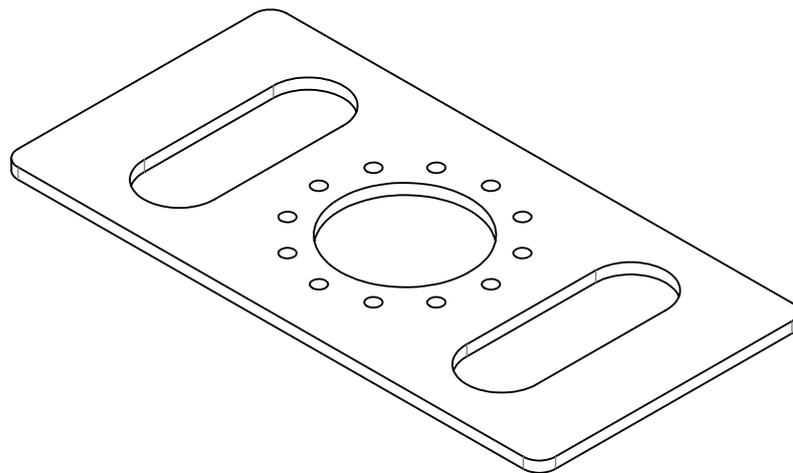
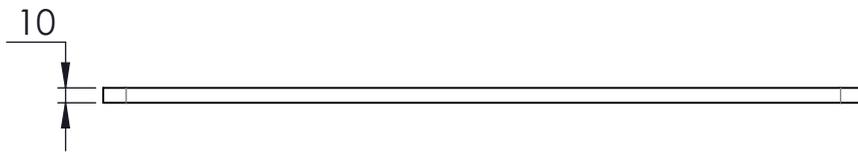
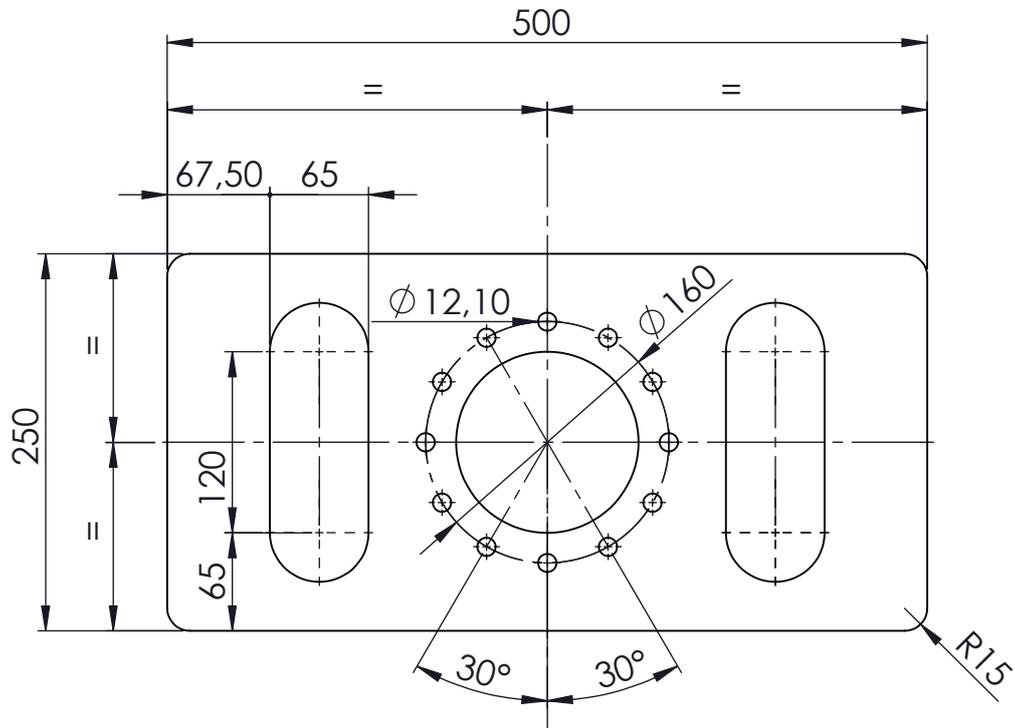
MATERIAL	TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
	Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	18/05/2017	JESUS	TORNO	PINTURA		DESCRIPCIÓN	
Modificado	21/08/2020		FRESA	MONTAJE	SÍ		
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A				CÓDIGO PLANO	19028.120.E010
1:7	26/44	SUSTITUIDO POR					



3	1	TUBO CUADRADO 50X50X3	753.01	22.50	22.50
2	2	TUBO CUADRADO 50X50X3	112.43	22.50	22.50
1	2	TUBO CUADRADO 50X50X3	85.5	22.50	0.00
NÚMERO	CANT.	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ÁNGULO1	ÁNGULO2

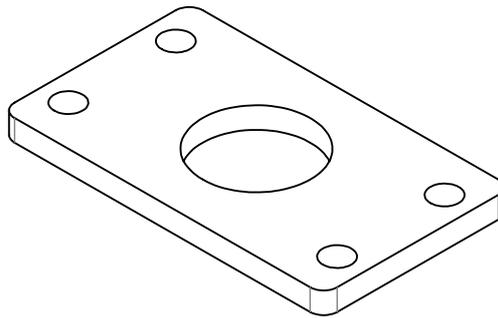
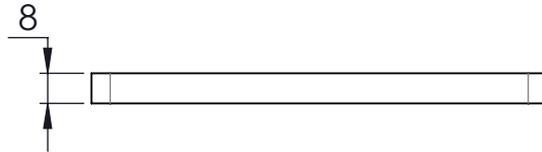
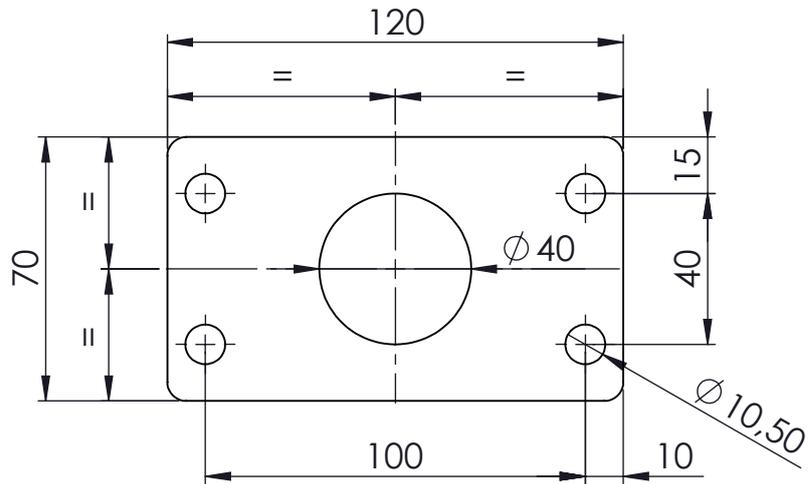
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pata amarre pinza robot			
Dibujado 18/05/2017	JESUS	TORNO	PINTURA					
Modificado 07/06/2019		FRESA	MONTAJE		CÓDIGO PLANO		19028.120.P025	
Escala 1:3	Nº Plano: 27/44	SUSTITUYE A		SUSTITUIDO POR				

DESARROLLO PIEZA e= 10 mm



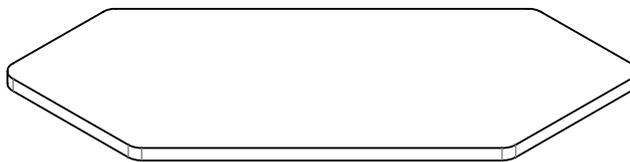
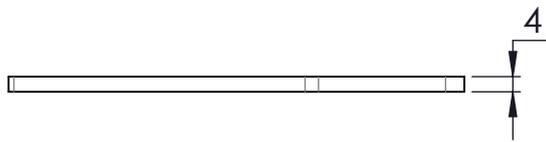
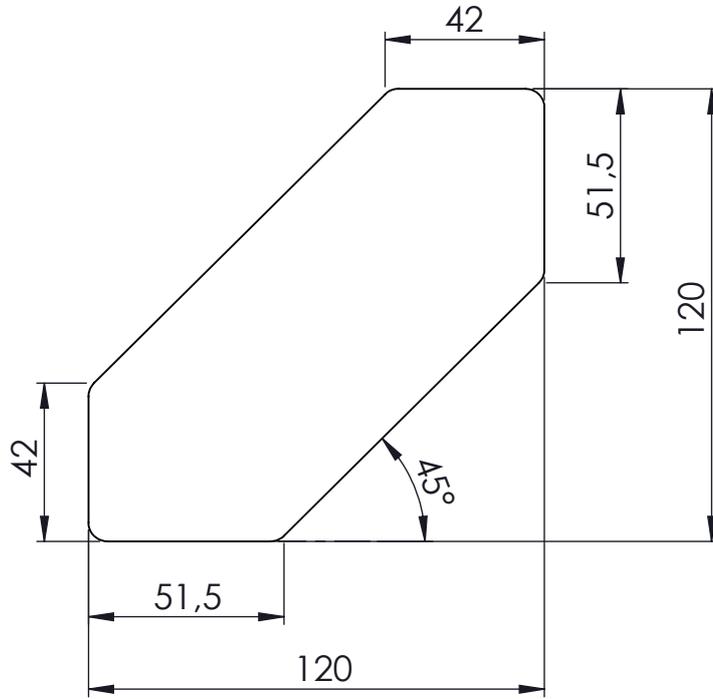
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Brida superior pinza	
Dibujado	26/05/2015	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P026
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:5	28/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



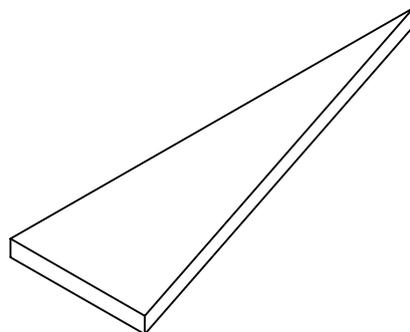
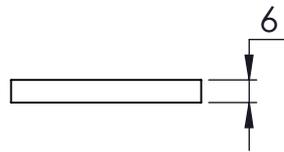
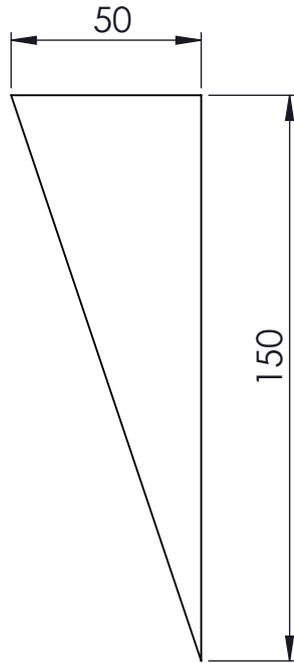
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pletina amarre pinza	
Dibujado	26/05/2015	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P028
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:2	29/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 4 mm



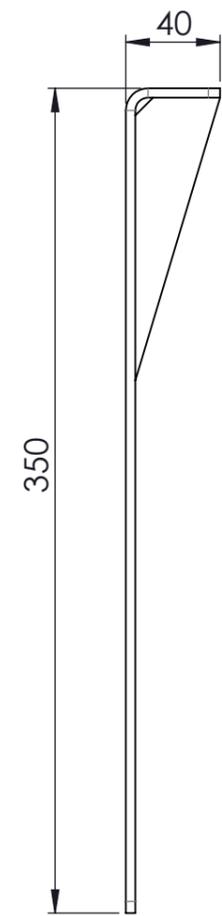
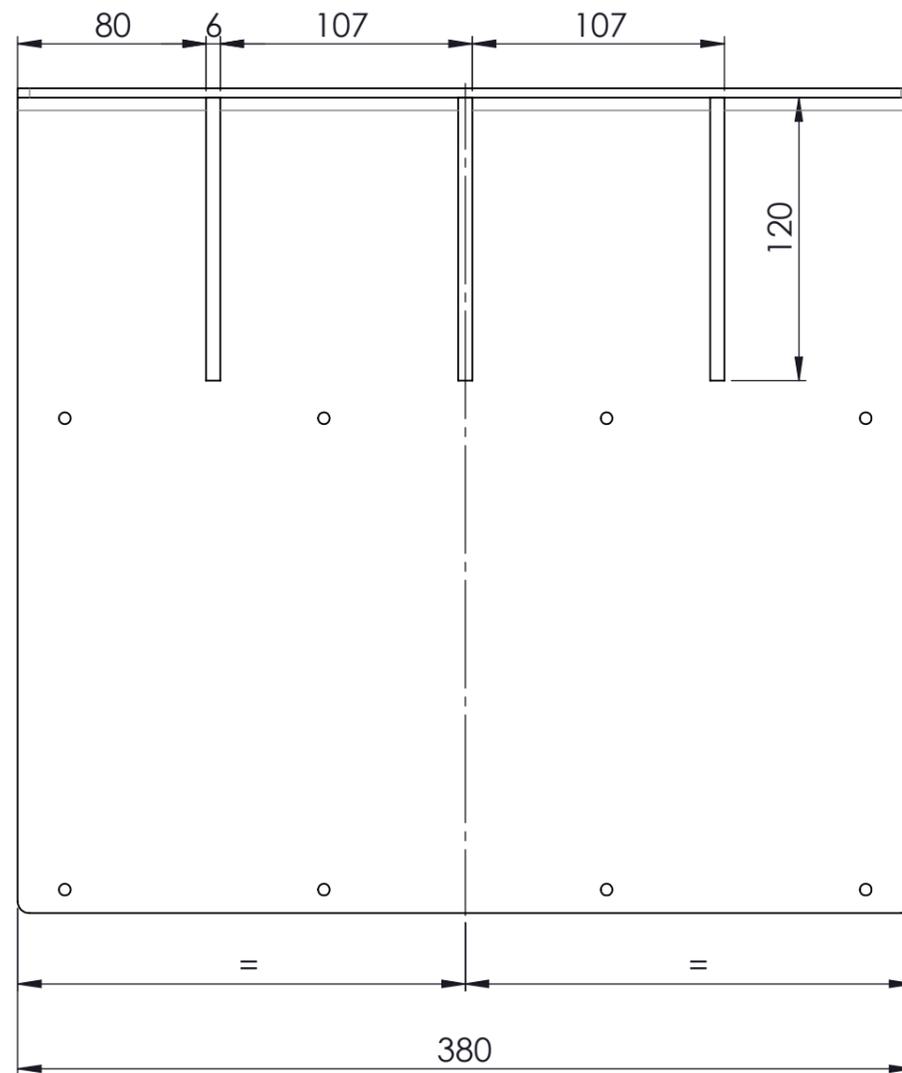
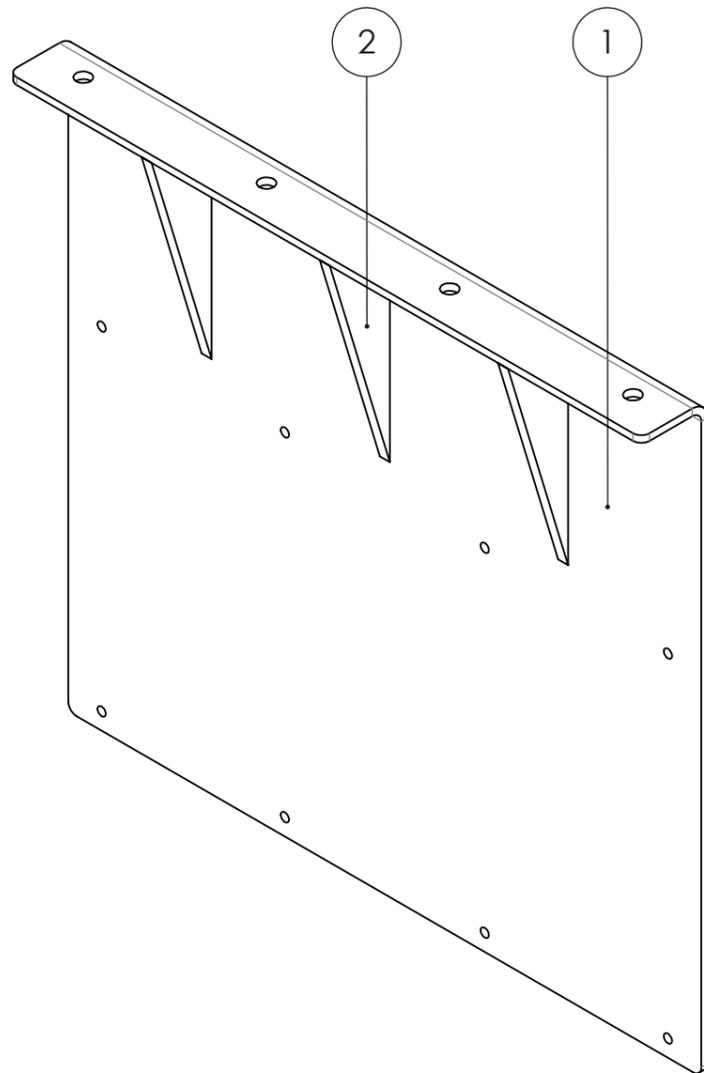
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Cartela pata amarre pinza	
Dibujado	07/06/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P075
1:2	30/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 6 mm

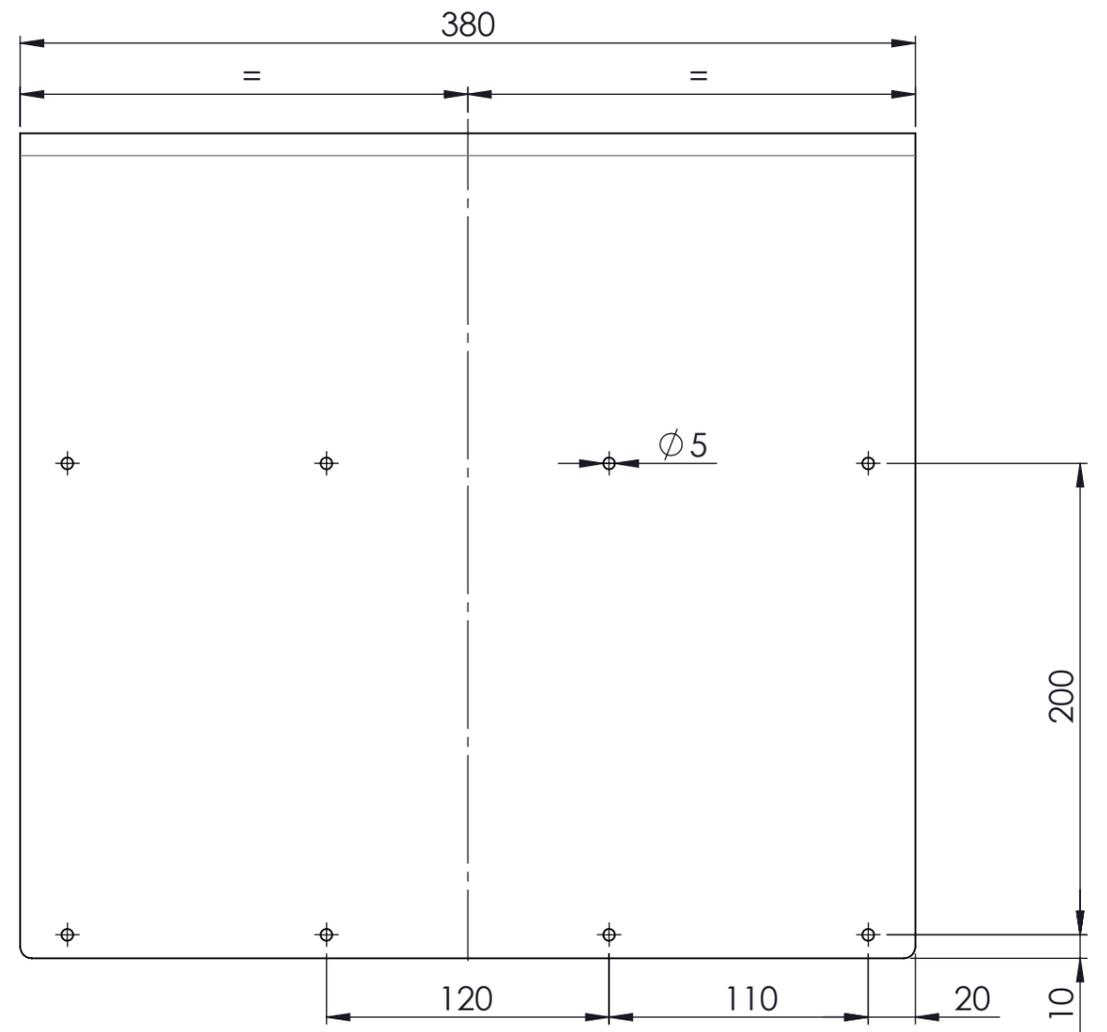
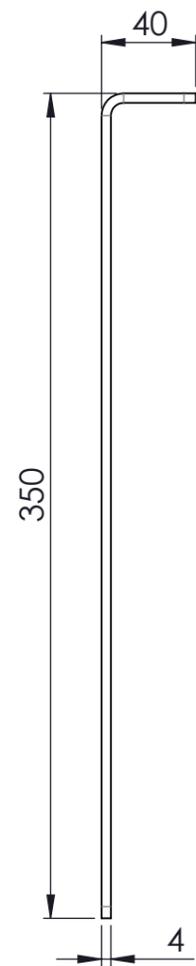
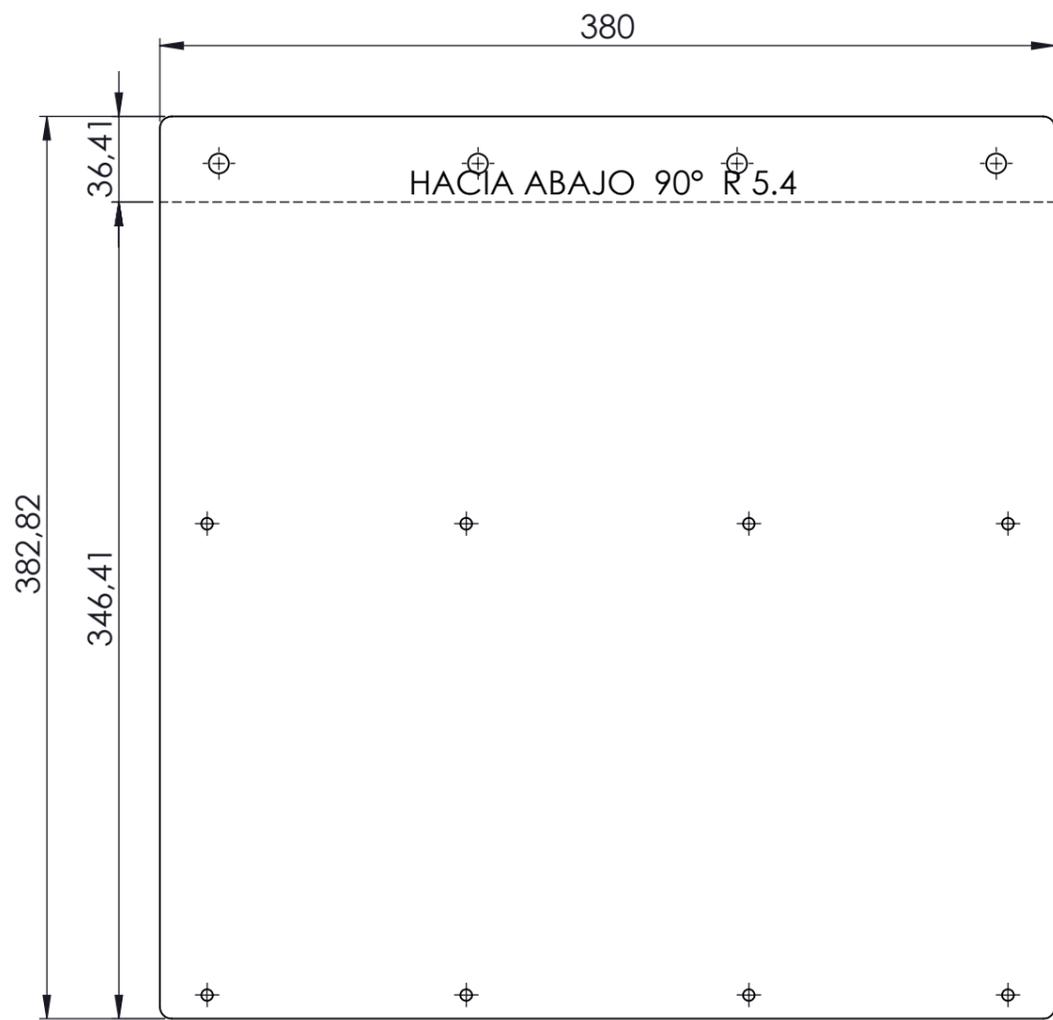


MATERIAL		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
AISI 304								
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN	
Dibujado	07/06/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P077
1:2	31/44	SUSTITUIDO POR						

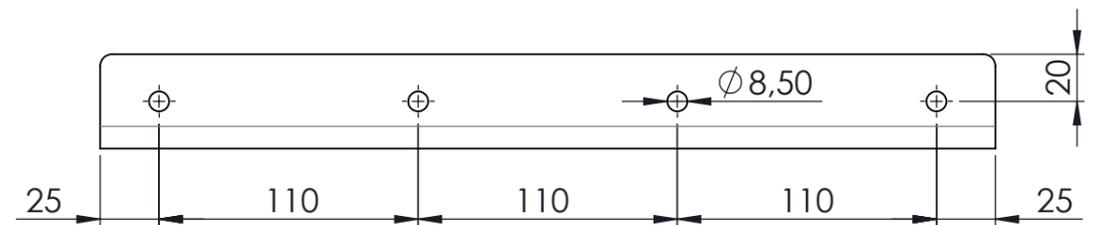
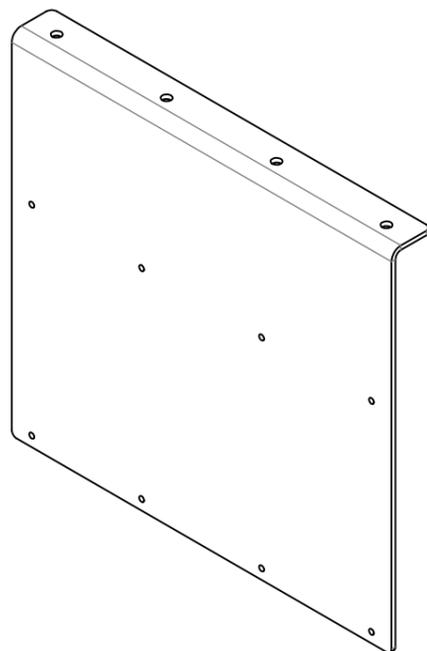
Cartola brida superior



2	19028.120.P047 Cartela pala		3
1	19028.120.P018 Chapa pala		1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA		CANT.
MATERIAL	TRATAMIENTO		NOTAS
	Fecha	Nombre	LÁSER
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO
Modificado	07/06/2019		FRESA
ESCALA	Nº Plano:	SUSTITUYE A	SOLDADURA
1:3	32/44	SUSTITUIDO POR	SÍ
DESCRIPCIÓN			UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Conjunto pala			
CÓDIGO PLANO			19028.120.E020

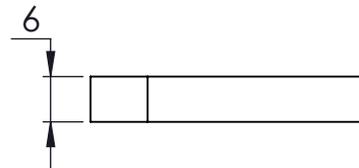
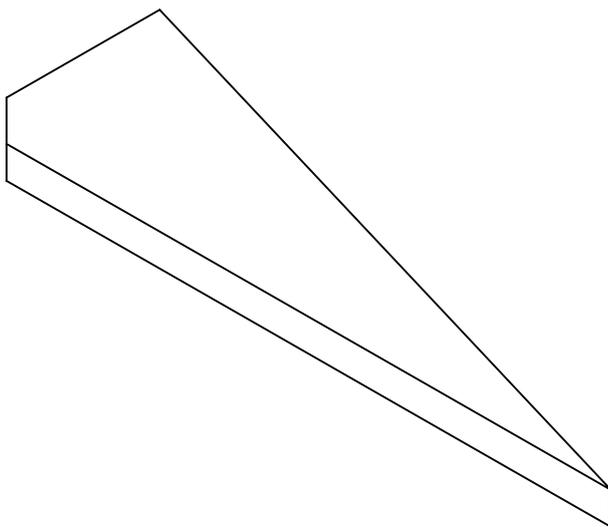
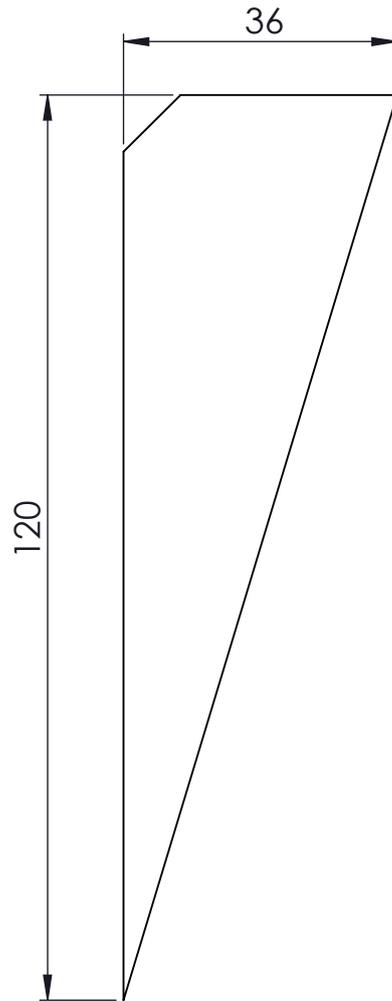


DESARROLLO PIEZA e= 4 mm

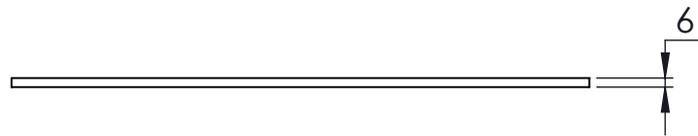
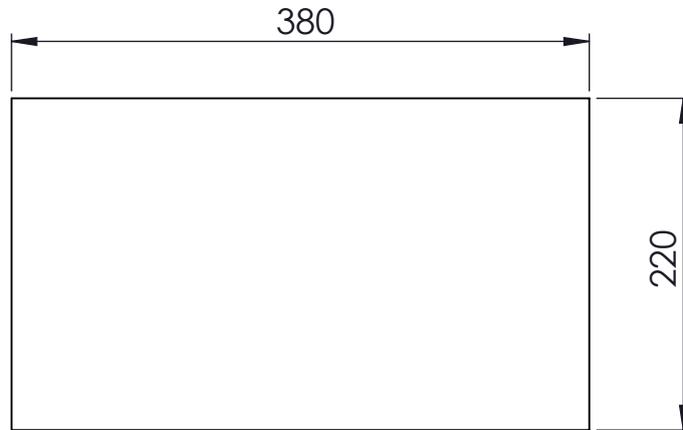


MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Chapa pala
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE		
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					
1:3	33/44	SUSTITUIDO POR				CÓDIGO PLANO	19028.120.P018

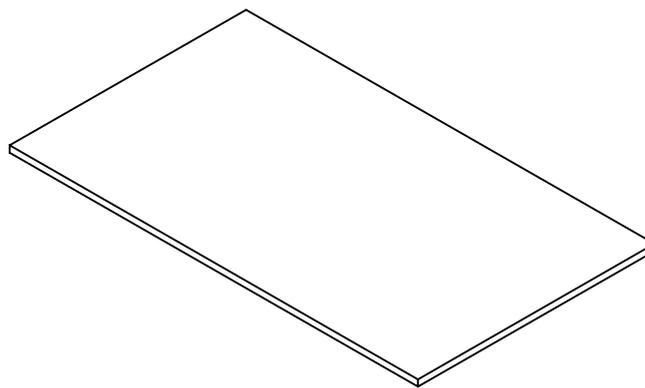
DESARROLLO PIEZA e= 6 mm



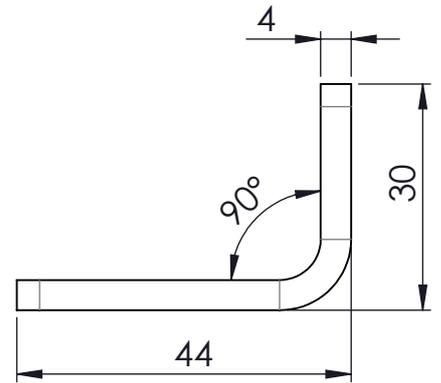
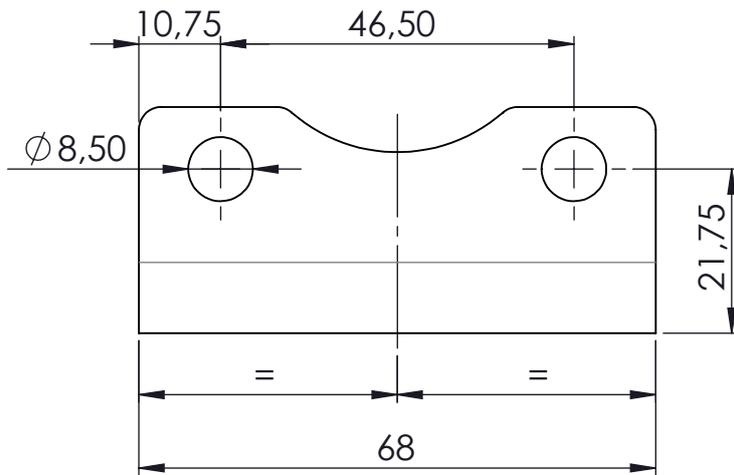
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Cartela pala	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P047
1:1	34/44	SUSTITUIDO POR						



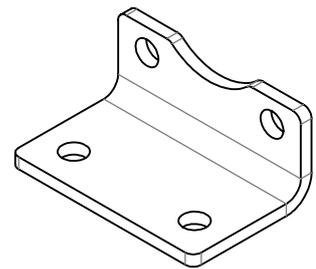
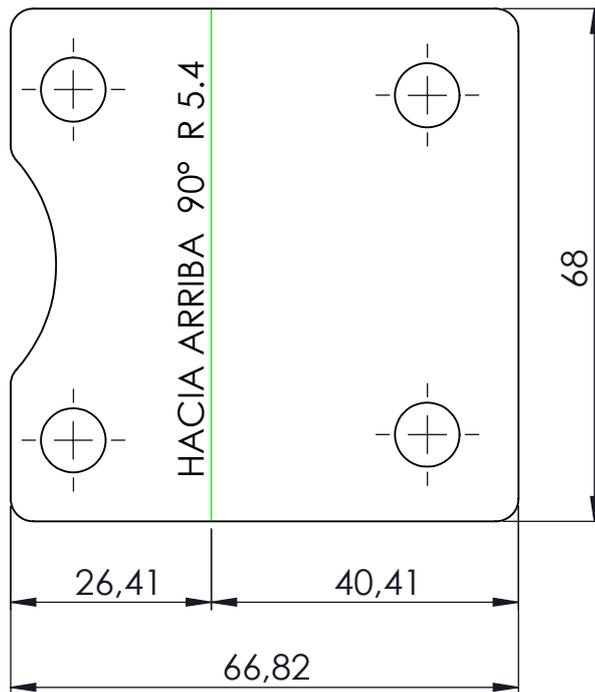
BANDA P8 VERDE A= 380 mm L= 220 mm



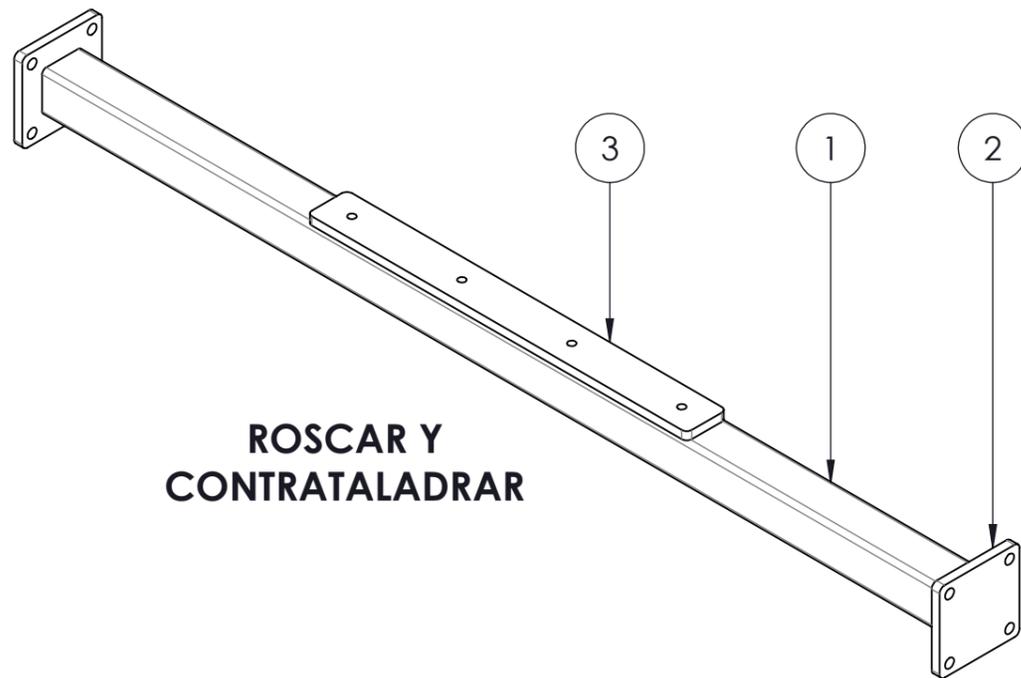
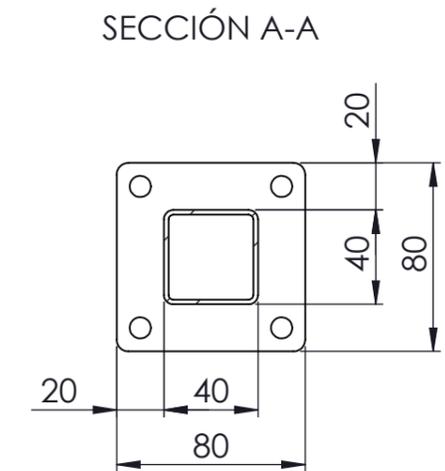
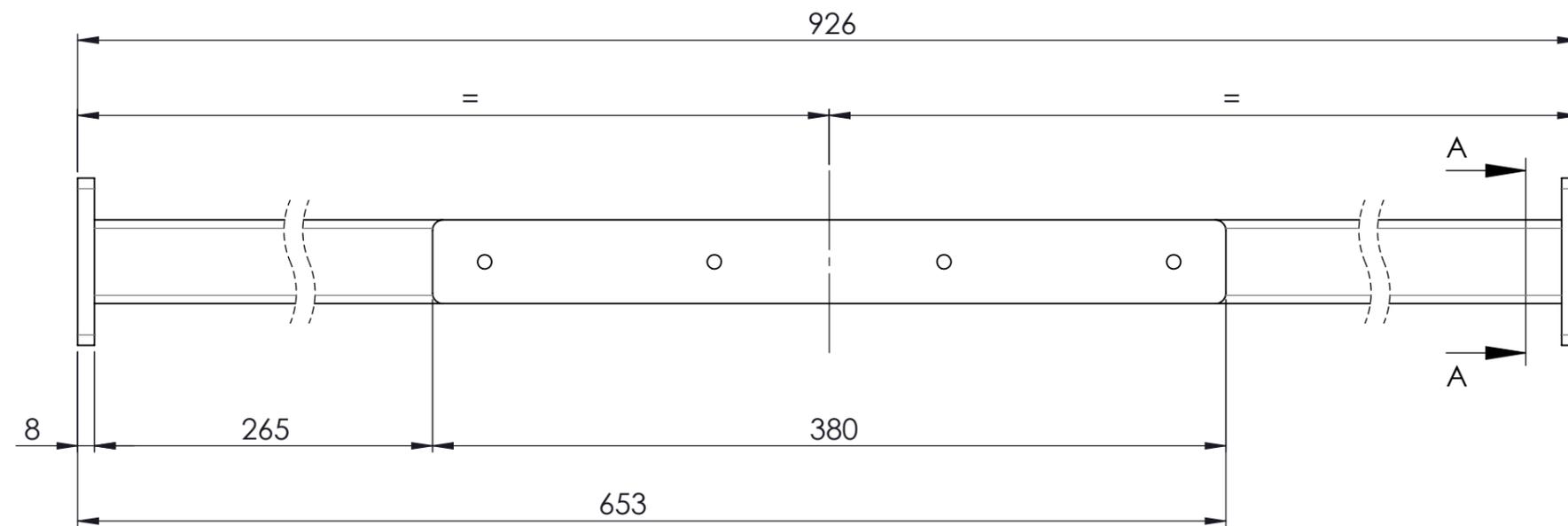
MATERIAL P8 VERDE		TRATAMIENTO				NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER		SOLDADURA	DESCRIPCIÓN	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		Banda pala
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE	SÍ	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO
1:5	35/44	SUSTITUIDO POR					



DESARROLLO PIEZA e= 4 mm



MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	DESCRIPCIÓN	
Dibujado	07/06/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		Fijación escuadra CP96SDB50
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE	SÍ	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO
1:1	36/44	SUSTITUIDO POR					
						19028.120.P078	

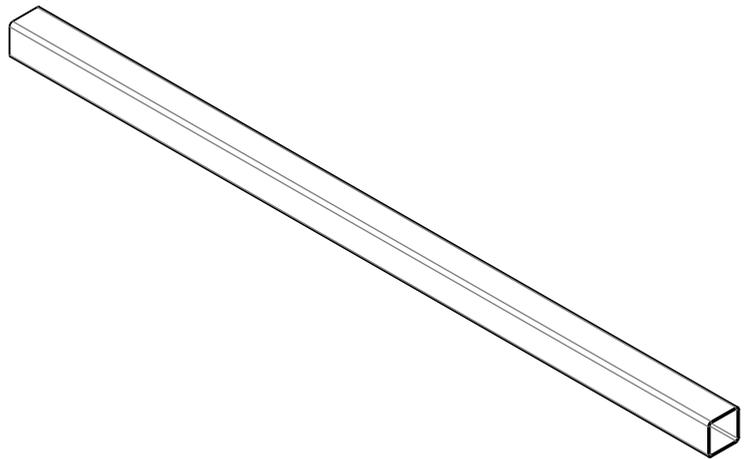
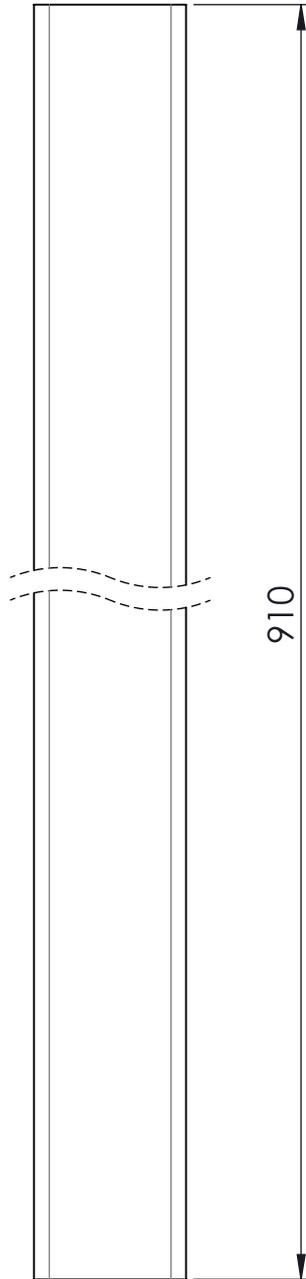
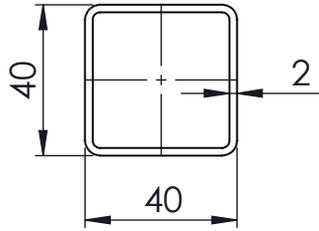


**ROSCAR Y
CONTRATALADRAR**

3	19028.120.P015 Pletina fijación pala	1
2	19028.120.P016 Pletina travesaño pala fija	2
1	19028.120.P017 Travesaño pala fija	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANT.
MATERIAL	TRATAMIENTO	NOTAS
Fecha	Nombre	LÁSER
Dibujado	30/05/2019	JESUS
Modificado	07/06/2019	FRESA
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A
1:3	37/44	SUSTITUIDO POR
		SOLDADURA
		SÍ
		PINTURA
		NO
		MONTAJE
		SÍ
		DESCRIPCIÓN
		Conjunto travesaño pala fija
		CÓDIGO PLANO
		19028.120.E008

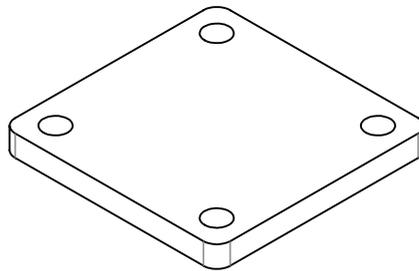
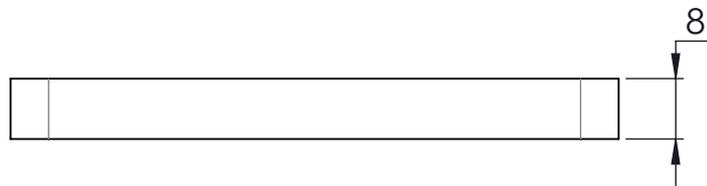
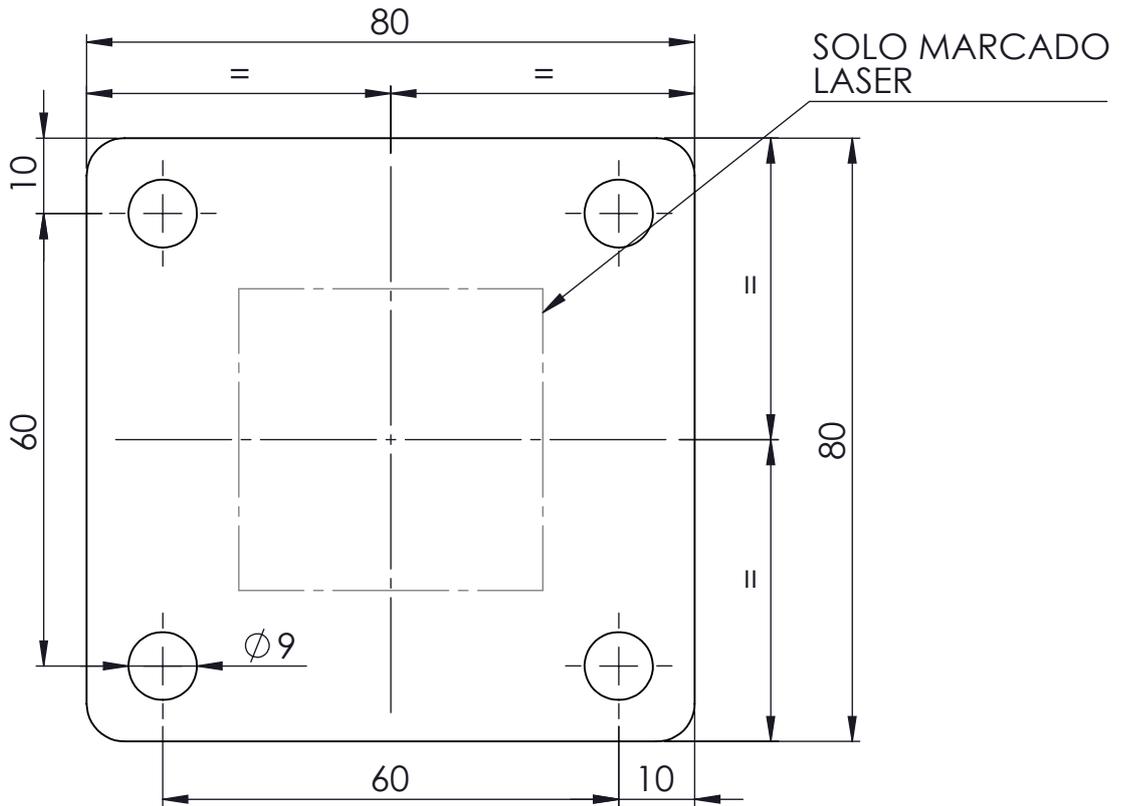


UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA

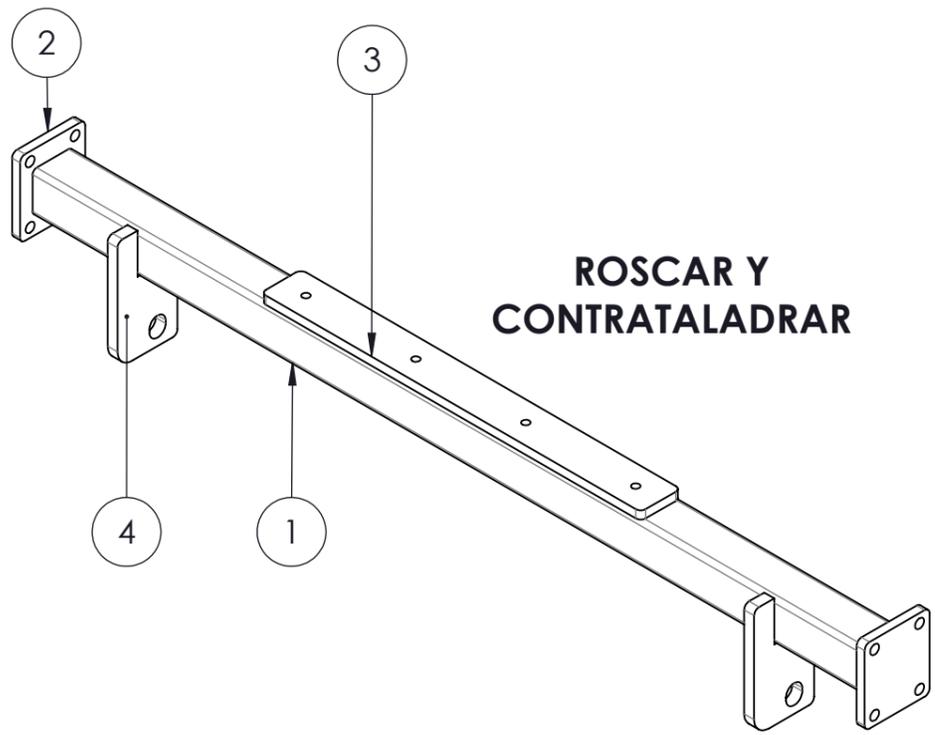
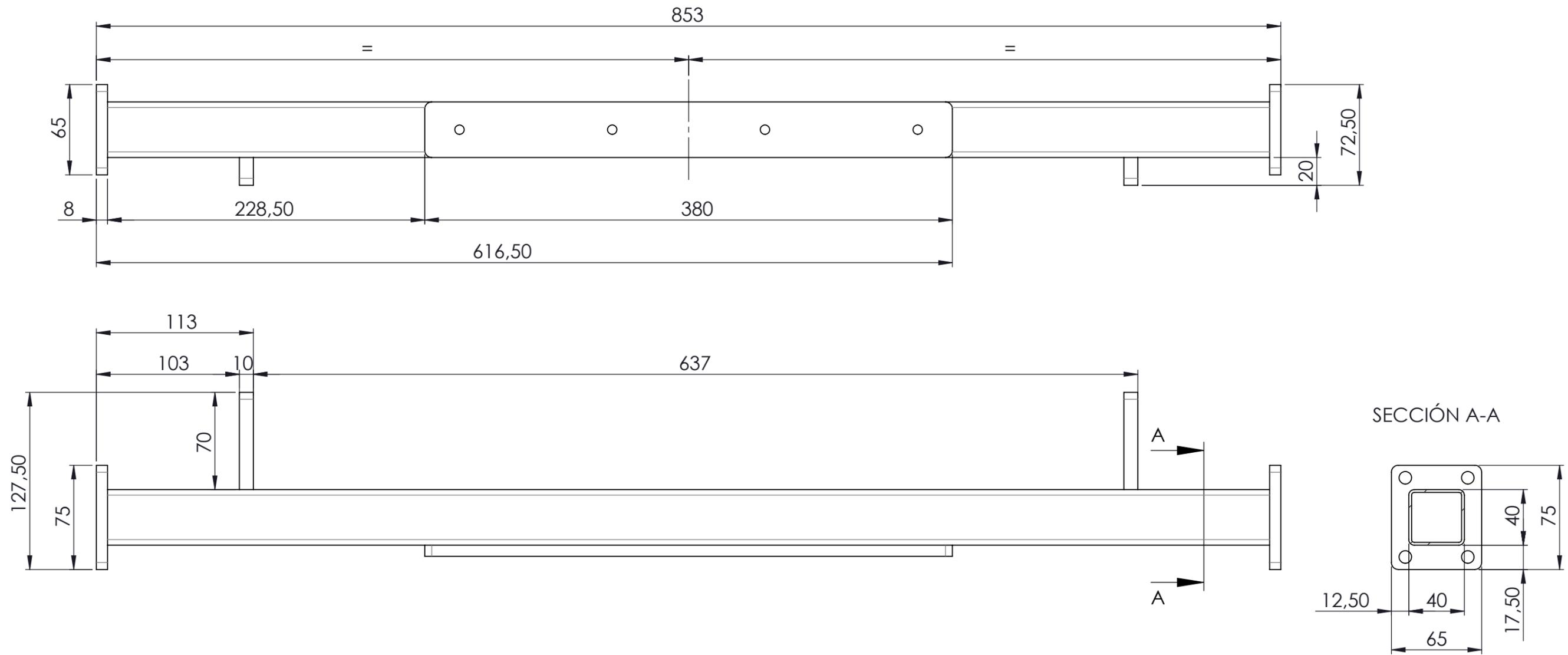


1	1	TUBO CUADRADO 40X40X2				910	0°	0°
NÚMERO	CANT.	DESCRIPCIÓN				LONGITUD	ÁNGULO1	ÁNGULO2
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Fecha	Nombre	LÁSER		SOLDADURA	SÍ	 DESCRIPCIÓN Travesaño pala fija		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA				CÓDIGO PLANO 19028.120.P017
Modificado	07/06/2019		FRESA	MONTAJE				
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:2	38/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	DESCRIPCIÓN Pletina travesaño pala fija	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			CÓDIGO PLANO 19028.120.P016
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A						
1:1	39/44	SUSTITUIDO POR						



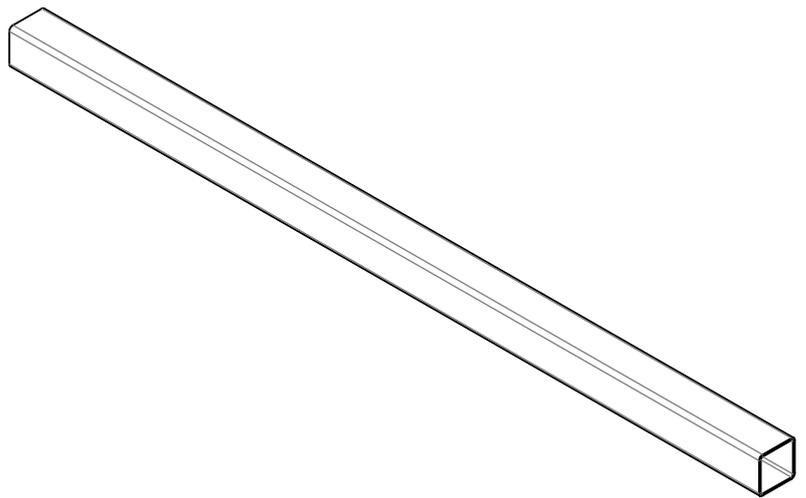
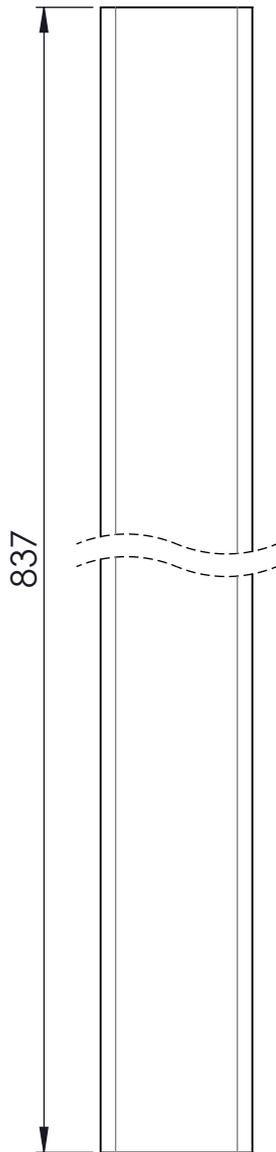
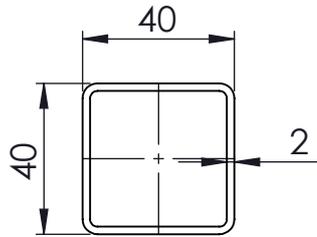
**ROSCAR Y
CONTRATALADRAR**

4	19028.120.P023 Pestaña horquilla pistón pala móvil	2
3	19028.120.P015 Pletina fijación pala	1
2	19028.120.P021 Pletina travesaño pala móvil	2
1	19028.120.P022 Travesaño pala móvil	1

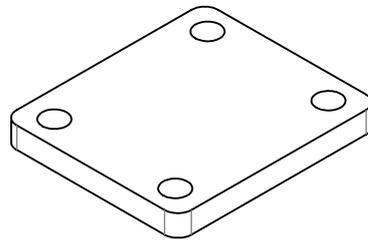
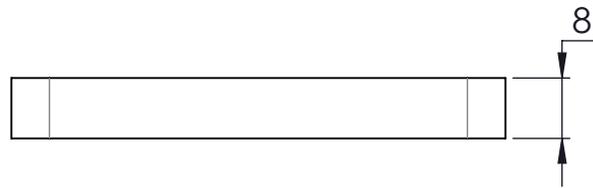
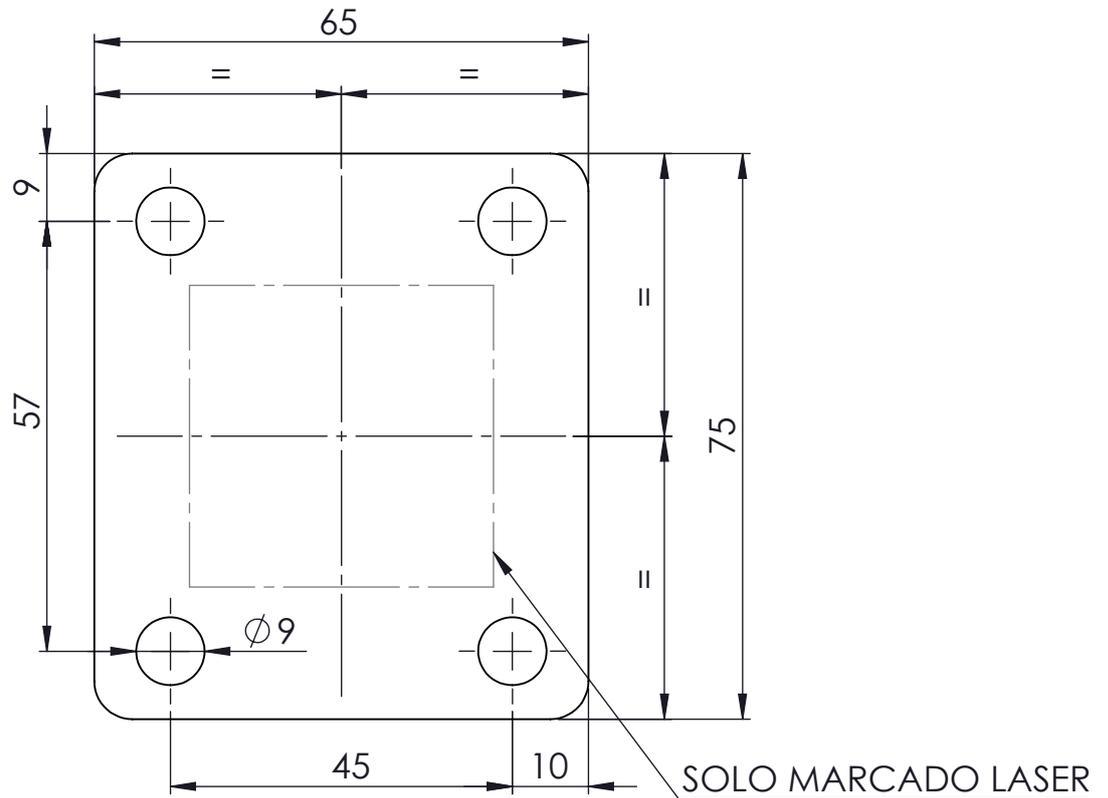
N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		CANT.
MATERIAL	TRATAMIENTO	NOTAS		
	Fecha	Nombre	LÁSER	SOLDADURA
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO	PINTURA
Modificado	07/06/2019		FRESA	MONTAJE
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A		
1:3	40/44	SUSTITUIDO POR		
DESCRIPCIÓN		CÓDIGO PLANO		
Conjunto travesaño pala móvil		19028.120.E009		



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

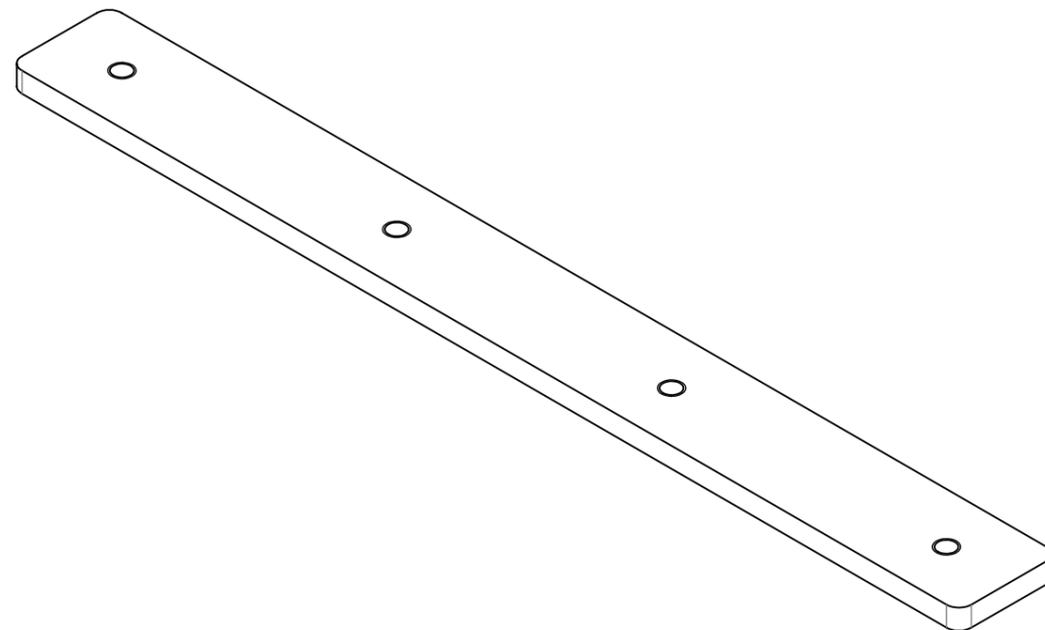
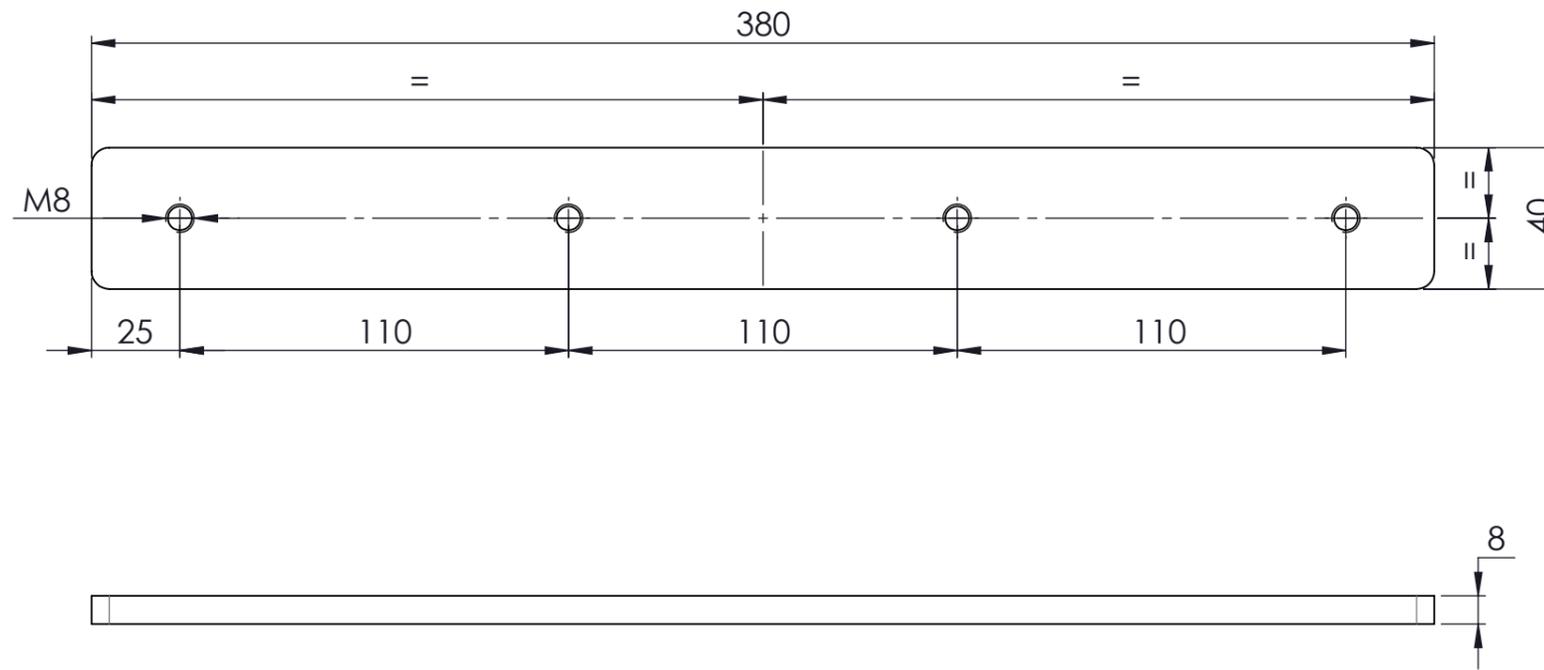


1	1	TUBO CUADRADO 40X40X2				837	0°	0°
NÚMERO	CANT.	DESCRIPCIÓN				LONGITUD	ÁNGULO1	ÁNGULO2
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER		SOLDADURA	SÍ	 DESCRIPCIÓN Travesaño pala móvil	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A				CÓDIGO PLANO		19028.120.P022
1:2	41/44	SUSTITUIDO POR						



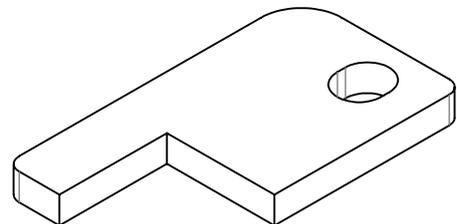
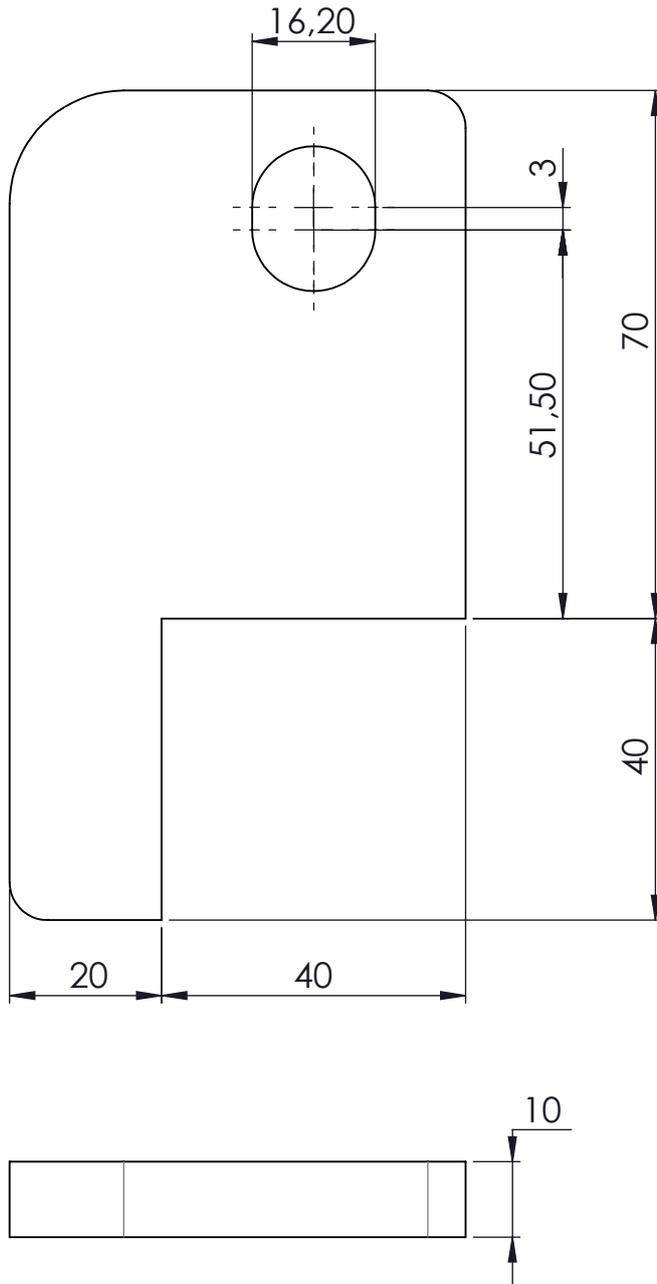
MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ	
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Pletina travesañó pala móvil
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE		
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A				CÓDIGO PLANO	19028.120.P021
1:1	42/44	SUSTITUIDO POR					

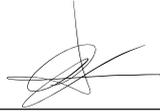
DESARROLLO PIEZA e= 8 mm



MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO				NOTAS	  UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA		DESCRIPCIÓN Pletina fijación pala	
Modificado	07/06/2019		FRESA		MONTAJE			
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P015
1:2	43/44	SUSTITUIDO POR						

DESARROLLO PIEZA e= 10 mm



MATERIAL AISI 304		TRATAMIENTO					NOTAS	 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
	Fecha	Nombre	LÁSER	SÍ	SOLDADURA	SÍ		
Dibujado	30/05/2019	JESUS	TORNO		PINTURA			DESCRIPCIÓN
Modificado	21/08/2020		FRESA		MONTAJE		Pestaña horquilla pistón pala móvil	
Escala	Nº Plano:	SUSTITUYE A					CÓDIGO PLANO	19028.120.P023
1:1	44/44	SUSTITUIDO POR						



El objetivo principal de este trabajo técnico es plasmar un diseño real de una pinza robótica cuya función principal es el transporte y paletizado de garrafas de fertilizante, principalmente ácido fosfórico. Se realizarán varios planteamientos y posibilidades hasta llegar a la conclusión de que la solución óptima es una pinza acoplada a un robot industrial. El robot elegido es un robot industrial de la marca ABB modelo IRB 660, al que se deberá adaptar una pinza permitiendo así el transporte y el encajado de las garrafas sobre la superficie de apoyo, en este caso un palé. Además, se van a desarrollar otros objetivos asociados como son el dimensionamiento de la implantación final sobre las instalaciones del cliente y el cálculo y control de los costes ligados a este proyecto. Por último, se presentarán los planos de fabricación necesarios para llevar a cabo la ejecución del diseño, así como la documentación y fichas técnicas de todos los elementos que forman la pinza (rodamientos, componentes neumáticos, etc.), y la del robot utilizado. Mencionaremos SolidWorks como herramienta principal de diseño en 3D, utilizado tanto para el diseño íntegro de la pinza como para la implantación del robot en la instalación final, así como para la realización de los planos en 2D.

The main objective of this technical project to represent a real design of a robot gripper, whose role is the transport and palletization of fertilizer carafes, mainly, phosphoric-acid. Several approaches and possibilities will be carried out until concluding that the optimal solution is a gripper coupled to an industrial robot. The chosen robot is an industrial robot, robot Brand ABB (model IRB 660) and a gripper should be coupled to it, thus allowing the transport and fitting of the carafes on the supporting surface, in this case a pallet. Furthermore, other objectives will be developed, such as the dimensioning of the final implementation at the customer's site ant the estimation and cost control. Finally, the manufcturing plans will be added, as well as, the documentation and technical details needed to carry out this design. It shoud be mentioned that SolidWorks has been the main 3D design tool, used both for the complete design of the gripper and for the implantation of the robot in the final installation, as well as for the realization of the 2D plans.