

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DISEÑO DE MATRICES PARA CONFORMAR HERRAJES USADOS EN LA JUNTA VIGA – COLUMNA DE ESTRUCTURAS LIVIANAS”.

AUTOR: Fabricio Alexander Ramírez Morales

TUTOR: Ing. Francisco Agustín Peña Jordán, MSc.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención de Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **"DISEÑO DE MATRICES PARA CONFORMAR HERRAJES USADOS EN LA JUNTA VIGA – COLUMNA DE ESTRUCTURAS LIVIANAS".** Elaborado por el señor Fabricio Alexander Ramírez Morales, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804518601, estudiante de la Carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2025

.....

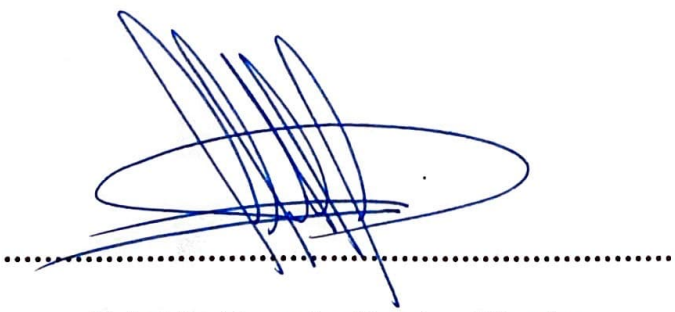
Ing. Francisco Agustín Peña Jordán, MSc.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fabricio Alexander Ramírez Morales, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804518601, declaro que todas las actividades y contenido expuesto en el presente Proyecto Técnico con el tema: **"DISEÑO DE MATRICES PARA CONFORMAR HERRAJES USADOS EN LA JUNTA VIGA – COLUMNA DE ESTRUCTURAS LIVIANAS"** así como sus análisis, gráficos, diseños, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Proyecto Técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2025



Fabricio Alexander Ramírez Morales

C.I. 1804518601

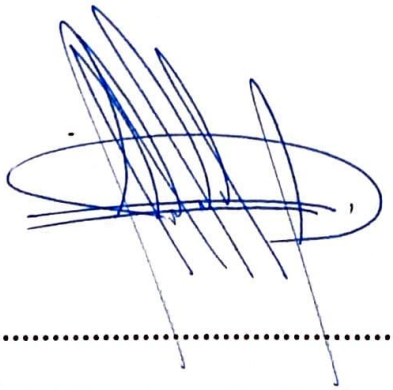
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2025



.....

Fabricio Alexander Ramírez Morales

C.I. 1804518601

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Fabricio Alexander Ramírez Morales, de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **"DISEÑO DE MATRICES PARA CONFORMAR HERRAJES USADOS EN LA JUNTA VIGA – COLUMNA DE ESTRUCTURAS LIVIANAS".**

Ambato, febrero 2025

Para constancia firman:

.....	.....
Ing. Juan Gilberto Paredes Salinas, PhD.	**Ing. Diego Fernando Núñez Núñez, MSc.**
MIEMBRO CALIFICADOR	**MIEMBRO CALIFICADOR**

DEDICATORIA

A mi padre Hipólito Ramírez y mi madre Paulina Morales porque sin ellos nada de todo lo que un día soñé se hubiera hecho realidad, porque sé que si me equivoco ellos me van a saber guiar, y son los únicos que han sido testigos de todos mis triunfos y mis derrotas.

A mi hermanos Justin, Daniel y Baxter, gracias, porque, aunque seguramente nunca lo van a saber, aprendí más de ellos de lo que ellos aprendieron de mí.

A todas la gente que un día quiso verme feliz y ver cómo me convertía en una mejor persona, porque tuvimos la suerte de compartir mil aventuras y me llena de orgullo decir que, aunque fue difícil, estoy cada vez más cerca de mi mejor versión.

A mi tutor de tesis, Francisco Peña, le debo un agradecimiento especial por su paciencia, guía y por compartir conmigo su sabiduría.

Y en especial a todos los lugares que tuve la suerte de conocer porque en esos lugares, aquí o al otro lado del mundo, encontré la sabiduría suficiente para convertirme en la persona que soy hoy, gracias.

Fabricio Alexander Ramírez Morales

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a Dios, porque el es el que ha guiado a toda mi familia desde que tengo uso de razón, y nunca voy a tener palabras para describir la gratitud que siento hacia él, en los buenos y en los no tan buenos momentos, nunca nos abandonó.

Nunca va a ser fácil agradecer a las personas que estuvieron conmigo, porque, aunque algunas se fueron y otras siguen conmigo me llena el alma saber que todos siguen su camino y yo sé que tarde o temprano nuestros caminos van a volver a cruzarse.

A mí mismo porque, aunque no siempre lo cumplí, fui paciente y fui constante. Soy el ejemplo de que puedes estar destruido, pero nunca es tarde para volver a construirte.

Gracias por sonreír y darme fuerzas Dani.

Fabricio Alexander Ramírez Morales

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii
ÍNDICE DE FIGURAS xiv
ÍNDICE DE TABLAS xvi
GLOSARIO DE TERMINOS xvii
RESUMEN EJECUTIVO xviii
ABSTRACT xix
CAPITULO I 1
MARCO TEÓRICO 1
1 TEMA 1
1.1 Antecedentes investigativos 1
1.1.1 Justificación 3
1.2 Fundamentación teórica 5
1.2.1 Herrajes de unión viga-columna 5
1.2.2 Propiedades mecánicas 5
1.2.2.1 Acero ASTM A36 5
1.2.2.2 Comportamiento del acero bajo cargas de tensión, compresión y flexión. 6
1.2.2.3 Propiedades mecánicas del acero en frío 6
1.2.3 Conformado de metales 7
1.2.3.1 Laminado en caliente 7
1.2.3.2 Conformado en frio 7

1.2.3.3 Efectos del trabajo en frío en la resistencia de los herrajes 8
1.2.4 Métodos de fabricación y diseño de matrices 8
1.2.4.1 Clasificación de matrices 8
1.2.4.2 Diseño de matrices progresivas 9
1.2.5 Procesos específicos involucrados en la fabricación de herrajes 10
1.2.5.1 Punzonado 10
1.2.5.2 Doblado 10
1.2.5.3 Procesos de corte 11
1.2.6 Diseño estructural de herrajes 11
1.2.6.1 Factores de diseño en herrajes de unión viga-columna 11
1.2.6.2 Propiedades geométricas de los herrajes 12
1.2.6.3 Normativas y regulaciones del diseño de herrajes estructurales 12
1.2.7 Herramientas y máquinas para el conformado de herrajes 13
1.2.7.1 Prensas utilizadas en la fabricación 13
1.2.7.2 Prensas de accionamiento mecánico 13
1.2.7.3 Prensas de accionamiento hidráulico 14
1.2.7.4 Tecnologías en la fabricación de herrajes 14
1.2.8 Efectos de los procesos de conformado en las propiedades mecánicas 14
1.2.8.1 Cambios en la resistencia y ductilidad del acero tras el conformado. 14
1.2.9 Comportamiento estructural de los herrajes en la junta viga-columna 14
1.2.9.1 Distribución de cargas y esfuerzos en herrajes de unión. 14
1.2.9.2 Análisis de pandeo y torsión en los herrajes de viga-columna. 15
1.2.9.3 Evaluación de la resistencia a cargas cíclicas y de impacto en los herrajes. 16
1.2.10 Simulación de los procesos de conformado 16
1.3 Objetivos 16
1.3.1 Objetivo General 16
1.3.2 Objetivos Específicos 16
CAPITULO II 17
METODOLOGÍA 17
2.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS 17
2.1.1 Descripción de equipos y materiales 17
2.1.2 Descripción técnica de los equipos 17
2.1.3 Propiedades mecánicas del acero ASTM A36 18

2.1.4 Propiedades mecánicas del acero AISI D2 18
2.1.4 Propiedades mecánicas del acero AISI 1045 20
2.2 MÉTODOS 20
2.2.1 Tipo de investigación 20
2.2.2 Procedimiento para el desarrollo del proyecto 21
2.3 Normas aplicadas 22
2.3.1 Norma AISI S400-15 22
2.3.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 22
2.3.3 ASTM A153 - Especificación estándar para revestimiento de zinc 22
2.4 Tipos de matrices 23
2.4.1 Matrices de recortar 23
2.4.2 Matrices de Corte 23
2.4.3 Matrices Compuestas 24
2.4.4 Matrices de Desbarbar 25
2.4.5 Matrices de Perforar 25
2.4.6 Matrices de Repasar 26
2.4.7 Matrices de Dentar 27
2.4.8 Matrices con Soporte de Brazo 27
2.4.9 Matrices de Acción Lateral 28
2.4.10 Matrices de Doblado 29
2.4.11 Matrices de Conformado 29
2.4.12 Matrices de Embutir 30
2.4.13 Matrices de Rebordear 31
2.4.14 Matrices de Abombar 32
2.4.15 Matrices de Reducir 33
2.4.16 Matrices Progresivas 33
2.4.17 Matrices de Ensamblar 34
2.4.18 Matriz de guía flotante 34
2.4.19 Matriz de doble efecto 35
2.4.20 Matriz de corte fino 36
2.5 Procesos térmicos en matrices progresivas 36
2.5.1 Endurecimiento al vacío 36
2.6 Acabado superficial en matrices progresivas 37
2.6.1 Acabado Superficial Zinc-Níquel 37

CAPITULO III 38

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 38

3.1 Partes de la matriz progresiva 38
3.1.1 Placa superior 38
3.1.2 Placas sufridera superior 38
3.1.3 Placas porta punzones 39
3.1.4 Placas porta matrices 40
3.1.5 Prensa chapa o pisador 41
3.1.6 Placas sufrideras inferiores 42
3.1.7 Placa base inferior 43
3.1.8 Bloques de apoyo transversal 44
3.1.9 Punzones 44
3.1.10.1 Punzones de corte 45
3.1.11 Elementos normalizados 46
3.1.11.1 Punzones de perforación 46
3.1.11.2 Casquillos de corte 46
3.1.11.3 Pilotos de posicionamiento 46
3.1.11.4 Columnas y casquillos de guía 46
3.1.11.5 Elevadores de banda 47
3.1.11.6 Guías de banda 47
3.1.11.7 Bloques de seguridad 47
3.1.11.8 Columnas guía para placas de parte móvil 47
3.1.11.9 Elementos elásticos 48
3.1.11.10 Pernos limitadores 48
3.1.11.11 Elementos de unión 48
3.2 Diseño del herraje 49
3.2.1 Dimensionado del herraje 49
3.2.2 Operaciones presentes en el herraje 49
3.2.2.1 Punzonado de corte 49
3.2.2.2 Punzonado de perforación (Piercing) 50
3.2.2.3 Estampado o estampación industrial 50
3.2.2.4 Doblado 51
3.3 Desarrollo de la matriz 51
3.4 Cálculos 55

3.4.1 Cálculo de fuerza de corte 55
3.4.2 Cálculo de fuerza de extracción 56
3.4.3 Cálculo de fuerza de expulsión 57
3.4.4 Cálculo de fuerza de doblado 58
3.4.5 Cálculo de fuerza de expulsión de doblado 59
3.4.6 Cálculo de fuerza total del proceso 60
3.4.7 Cálculo de la potencia 60
3.4.8 Cálculo de potencia absorbida en el corte 60
3.4.9 Cálculo de potencia absorbida en el doblado 61
3.4.10 Cálculo de potencia total 61
3.4.11 Juego entre punzón y matriz 61
3.4.12 Resistencia de los punzones al pandeo 62
3.4.13 Determinación de la fibra neutra 63
3.5 Tolerancias y acabados 67
3.6 Costos de materia prima 68
3.7 Viabilidad económica 73
3.7.1 Número de piezas 73
3.7.2 Costo total del proyecto 74
3.7.3 Precio de venta por unidad 74
3.7.4 Tiempo para el punto de equilibrio 75
CAPITULO IV 77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 77
4.1 Conclusiones 77
4.2 Recomendaciones 78
ANEXOS Y PLANOS 82
Anexo 1. Catalogo del grupo SERVIACERO para el acero AISI D2 82
Anexo 2. Catalogo del grupo CGA para el acero ASTM A36 84
Anexo 3. Catalogo del grupo SERVIACERO para el acero AISI 1045 85
ANEXOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS 87
Anexo 4. Punzón 87
Anexo 5. Postes guía 89
Anexo 6. Bloques 91
Anexo 5. Pasadores cilíndricos 92

Anexo 7. Elevadores guía 94
Anexo 8. Pernos de elevación 96
Anexo 9. Pernos separadores 97
Anexo 10. Anilla de elevación 98
Anexo 11. Ganchos 99
Anexo 12. Guías de matrices 100
Anexo 13. Tornillo de cabeza hexagonal 102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Herraje tipo hurricane tie 5
Figura 2. Dureza máxima del acero 6
Figura 3. Proceso de laminado en caliente 7
Figura 4. Procesos de conformado en frio 7
Figura 5. Matriz progresiva 9
Figura 6. Proceso de punzonado 10
Figura 7. Proceso de doblado 11
Figura 8. Proceso de corte 11
Figura 9. Dureza en función del gradiente temperatura austenítica [8]. 19
Figura 10. Diagrama de diseño y construcción 21
Figura 11. Matriz de recortar [18]. 23
Figura 12. Matriz de corte [18]. 24
Figura 13. Matriz compuesta[18]. 24
Figura 14. Matriz de desbarbar [18]. 25
Figura 15. Matriz de perforar [18]. 26
Figura 16. Matriz de repasar [18]. 26
Figura 17. Matriz de dentar [18]. 27
Figura 18. Matriz con soporte de brazo [18]. 28
Figura 19. Matriz de acción lateral [18]. 28
Figura 20. Matriz de doblado [18]. 29
Figura 21. Matriz de conformado [18]. 30
Figura 22. Matriz de embutir [18]. 31
Figura 23. Matriz de rebordear [18]. 31
Figura 24. Matriz de abombar [18]. 32
Figura 25. Matriz de reducir [18]. 33
Figura 26. Matriz progresiva [18]. 33

Figura 27. Matriz de ensamblar [18]. 34
Figura 28. Matriz de guía flotante [10]. 35
Figura 29. Matriz de doble efecto [10]. 35
Figura 30. Matriz de corte fino [10]. 36
Figura 31. Herraje simulado 49
Figura 32. Proceso de mecanizado del herraje 49
Figura 33. Herraje punzonado 50
Figura 34. Herraje perforado 50
Figura 35. Herraje en proceso de estampado 51
Figura 36. Herraje en proceso de doblado 51
Figura 37. Distribución de la banda 52
Figura 38. Posicionamiento del herraje en la banda 52
Figura 39. Ensamble de la matriz 53
Figura 40. Etapa de punzonado de la matriz 53
Figura 41. Etapa de perforado y estampado de la matriz 54
Figura 32. Etapa de doblado de la matriz 54
Figura 33. Etapa de doblado de la matriz 55
Figura 34. Fibra neutra [10] 64
Figura 35. Parte inferior de la matriz 65
Figura 36. Procesos de fabricación [22]. 67
Figura 37. Distribución del herraje en banda 73
Figura 38. Plano estructural de juntas [23]. 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I EQUIPOS UTILIZADOS 17
Tabla II ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL COMPUTADOR 17
Tabla III PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ASTM A36 [16] 18
Tabla IV PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AISI D2 [16] 19
Tabla V PROPIEDADES MECANICAS AISI 1045 [17] 20
Tabla VI DESCRIPCIÓN DE PLACA SUPERIOR 38
Tabla VII DESCRIPCIÓN PLACAS SUFRIDERA SUPERIOR 39
Tabla VIII DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA PUNZONES 40
Tabla IX DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA MATRICES 41
Tabla X DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA MATRICES 42
Tabla XI DESCRIPCIÓN PLACAS SUFRIDERAS INFERIORES 43
Tabla XII DESCRIPCIÓN PLACA BASE INFERIOR 44
Tabla XIII DESCRIPCIÓN BLOQUES DE APOYO TRANSVERSAL 44
Tabla XIV DESCRIPCIÓN PUNZONES DE CORTE 45
Tabla XV FUERZAS DE CORTE - SOFTWARE 55
Tabla XVI FACTOR K DE ESTIMACIÓN SEGÚN EL MECANIZADO 59
Tabla XVII COSTOS ACERO AISI D2 68
Tabla XVIII COSTOS ACERO AISI 1045 69
Tabla XIX COSTOS MATERIA PRIMA TOTAL 70
Tabla XX COSTOS ELEMENTOS NORMALIZADOS 70
Tabla XXI COSTOS PROCESOS DE MECANIZADO 70
Tabla XXII COSTOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS 71
Tabla XXIII COSTOS DE INGENIERÍA 71
Tabla XXIV COSTOS INDIRECTOS 71
Tabla XXV COSTOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO 72
Tabla XXVI COSTOS DE MAQUINARIA PARA UTILIZAR 72
Tabla XXVII COSTOS TOTALES 72
Tabla XXVIII COSTOS FIJOS DEL PROYECTO 74
Tabla XXIX COSTOS VARIABLES DEL PROYECTO 74

GLOSARIO DE TERMINOS

Herraje

Elemento metálico utilizado como componente de unión, refuerzo o soporte en estructuras. Los herrajes son esenciales para garantizar la estabilidad y resistencia de las conexiones entre vigas y columnas.

Matriz

Maquina de precisión diseñada para dar forma o cortar materiales, generalmente metales, en procesos industriales. Las matrices son clave en la fabricación en serie.

Troquelado

Método de fabricación en el que un material, como una lámina metálica, es cortado o conformado mediante la acción combinada de un troquel y una matriz.

Junta

Conexión estructural diseñada para unir elementos horizontales (vigas) con elementos verticales (columnas). Estas juntas deben cumplir con criterios de resistencia y estabilidad

Conformado

Proceso de fabricación mecánica, define procedimientos que permiten una deformación plástica de los metales y aleaciones metálicas, mediante el uso de presión.

Ensayo mecánico

Procedimientos experimentales que evalúan las propiedades mecánicas de los materiales, como resistencia a la tracción, dureza o elasticidad. Los resultados de estos ensayos aseguran que los materiales cumplen con los requisitos de diseño.

Elementos normalizados

Componentes estándar que cumplen con especificaciones internacionales, como guías, punzones o bujes, utilizados en matrices para reducir costos y facilitar el diseño y mantenimiento.

Tolerancia dimensional Margen permitido de variación en las dimensiones de una pieza fabricada, asegurando que esta sea funcional y compatible con otros componentes de la estructura.

RESUMEN EJECUTIVO

Para garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones metálicas, estos herrajes deben cumplir con estándares de precisión y resistencia, especialmente en sistemas estructurales como el “Steel Framing”. Aunque se han logrado avances en los procesos de conformado de metales, aún existen desafíos en la fabricación eficiente de herrajes de alta precisión.

Se diseñaron matrices para conformar herrajes usados en la junta viga-columna de estructuras livianas. Para ello, se realizó un análisis detallado de los procesos de conformado, se estudiaron las operaciones involucradas en la fabricación de herrajes. Además, se diseñó y simuló una matriz progresiva mediante el uso del Software involucrado con el fin de asegurar la eficacia y precisión en la producción de herrajes, dentro de la simulación de las matrices se tuvo que elegir entre diversos catálogos para elegir los componentes que mas se adapten al proceso de conformado que se quiso lograr, además se consideraron normativas aplicables en cada componente de la matriz tratando de garantizar su durabilidad y estándares requeridos, con la finalidad de tener un procesado de las piezas involucradas, se evaluó el costo de cada componente con la finalidad de tener un enfoque económico y factibilidad económica.

Las simulaciones permitieron evaluar los efectos de operaciones como el punzonado, corte y doblado, optimizando el diseño de las matrices para minimizar los defectos en los herrajes fabricados. Adicionalmente, se analizó el costo de construcción de las matrices y se verificó su inversión económica, asegurando su viabilidad y eficiencia en el proceso de fabricación.

Palabras Clave: matrices progresivas, conformado en frío, herrajes estructurales, Steel Framing, simulación mecánica, punzonado, doblado de herraje, costos de construcción.

ABSTRACT

To ensure the stability and safety of metal constructions, these fittings must meet precision and strength standards, especially in structural systems such as “Steel Framing”. Although advances have been made in metal forming processes, there are still challenges in the efficient manufacture of high-precision fittings.

Dies were designed to form fittings used in beam-column joints in light structures. To this end, a detailed analysis of the forming processes was carried out, and the operations involved in the manufacture of fittings were studied. In addition, a progressive die was designed and simulated using the software involved in order to ensure efficiency and precision in the production of fittings. Within the simulation of the dies, it was necessary to choose between various catalogues to select the components that best fit the forming process that was intended to be achieved. In addition, applicable regulations were considered in each component of the die, trying to guarantee its durability and required standards, in order to have a processing of the parts involved. The cost of each component was evaluated in order to have an economic approach and economic feasibility.

The simulations allowed to evaluate the effects of operations such as punching, cutting and bending, optimizing the design of the dies to minimize defects in the manufactured fittings. Additionally, the cost of construction of the dies was analyzed and their economic investment was verified, ensuring their viability and efficiency in the manufacturing process.

Keywords: progressive dies, cold forming, structural fittings, Steel Framing, mechanical simulation, punching, fitting bending, construction costs.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1 TEMA

DISEÑO DE MATRICES PARA CONFORMAR HERRAJES USADOS EN LA JUNTA VIGA – COLUMNA DE ESTRUCTURAS LIVIANAS.

1.1 Antecedentes investigativos

El uso de herrajes de unión viga-columna ha sido clave para garantizar la estabilidad y seguridad estructural. En Ecuador, el empleo de sistemas como el "Steel Framing" ha ganado relevancia debido a su ligereza, resistencia sísmica y facilidad de montaje, lo que ha impulsado un enfoque hacia la investigación de mejores métodos de producción y optimización de herrajes estructurales. En particular, los perfiles conformados en frío, caracterizados por su mayor resistencia tras el endurecimiento por deformación, han permitido mejorar significativamente las propiedades mecánicas de los herrajes en aplicaciones estructurales [1].

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) establece los lineamientos para el diseño y fabricación de estructuras sismorresistentes, incluyendo aquellas que emplean perfiles conformados en frío. Estos perfiles son esenciales en la construcción de sistemas livianos debido a su capacidad para soportar cargas dinámicas y estáticas, lo que es crucial en zonas sísmicas como Ecuador [2]. A nivel internacional, las normativas del American Iron and Steel Institute (AISI), como la AISI S100 y la AISI S400, también juegan un papel importante en la regulación de los perfiles y herrajes estructurales, asegurando que cumplan con los estándares internacionales de resistencia y durabilidad.

En [1] mencionan que se han explorado las propiedades de los herrajes conformados en frío y sus aplicaciones en la construcción de estructuras livianas. En uno de estos estudios, se ha observado que el uso de perfiles conformados en frío mejora la capacidad de los herrajes para resistir esfuerzos de tracción y compresión. Además, investigaciones relacionadas con el diseño de matrices progresivas han demostrado que estas herramientas permiten realizar múltiples operaciones de corte, doblado y punzonado en un solo ciclo, lo que reduce significativamente los defectos de fabricación y garantiza la consistencia dimensional de los herrajes producidos.

En Ecuador, el uso de perfiles conformados en frío en la infraestructura de telecomunicaciones ha sido crucial para el desarrollo de torres de telecomunicación y otras infraestructuras relacionadas. Sin embargo, a pesar de estos avances, se ha detectado una falta de estudios que investiguen detalladamente el comportamiento estructural de estos perfiles en condiciones extremas, como sismos o cargas cíclicas. Este vacío de información ha impulsado la necesidad de realizar investigaciones más profundas para garantizar que los herrajes y perfiles estructurales cumplan con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos en el país [3].

En este sentido, el presente proyecto se basa en estudios previos que destacan la importancia de mejorar las propiedades mecánicas de los herrajes mediante el diseño adecuado de matrices progresivas. Estas simulaciones han demostrado ser una forma eficaz de predecir los puntos críticos de tensión y deformación en los herrajes, lo que permite a los ingenieros ajustar las geometrías y mejorar el desempeño estructural de las uniones viga-columna.

Los avances tecnológicos en la fabricación de herrajes, como la implementación de sistemas controlados por CNC y prensas automatizadas, también han contribuido a mejorar la eficiencia en los procesos de conformado. Estas innovaciones permiten una mayor precisión en las operaciones de corte y doblado, reduciendo el margen de error y asegurando que los herrajes cumplan con las especificaciones dimensionales necesarias.

La utilización de estas tecnologías no solo mejora la calidad del producto final, sino que también optimiza los tiempos de producción, lo que es especialmente relevante en la construcción de grandes infraestructuras como edificios y torres de telecomunicación.

1.1.1 Justificación

El “Steel Framing” está compuesto por elementos estandarizados con tecnología moderna, basándose en la comprobada resistencia del acero y el riguroso control en su producción. Además, el uso de acero galvanizado incrementa la vida útil, facilita su transporte y montaje, reduce los plazos de construcción y, desde una perspectiva ambiental, emplea procedimientos secos con materiales fácilmente reciclables [1].

Por otro lado, las fuerzas sísmicas inerciales son relativamente reducidas, y las resistencias de los planos estructurales arriostrados contribuyen eficientemente a la estabilidad del conjunto, proporcionándole una alta rigidez, lo cual es beneficioso. El “Steel Framing” utiliza materiales muy ligeros que resisten mejor las solicitaciones a las que está expuesta una estructura, como los eventos sísmicos, convirtiéndolo en un sistema seguro a considerar al seleccionar la configuración estructural de una edificación [1].

El 16 de abril del 2016, en Ecuador, específicamente en la región costera de la provincia de Manabí, ocurrió un sismo de 7.8 en la escala de Richter, que evidenció la vulnerabilidad de las construcciones tradicionales (formales e informales) y la falta de planificación para el desarrollo ordenado de las ciudades. Este evento subrayó la importancia de investigar alternativas modernas de construcción que ofrezcan soluciones más seguras y eficientes en situaciones sísmicas. Ante esta realidad, surge la necesidad de explorar tecnologías que brinden a los profesionales y usuarios no solo un sustento técnico para diseños estructurales más seguros, sino también garantías técnicas sobre los materiales a utilizar [3].

En [3] el autor comenta que el desarrollo de una matriz para la fabricación de herrajes en la construcción liviana se presenta como una solución clave. En este sector, donde se busca mejorar la seguridad y resistencia estructural, es fundamental contar con una herramienta que permita el ensamblaje y fijación precisa de los elementos, especialmente en las juntas entre vigas y columnas. La matriz propuesta garantizará la uniformidad y calidad de los anclajes, minimizando la aparición de defectos en el proceso de producción.

Se busca que la matriz sea económicamente viable y eficiente. Para lograrlo, se deberá alcanzar una rápida amortización del equipo y garantizar un alto rendimiento en el proceso de fabricación. Se priorizará el uso de componentes de alta resistencia mecánica y, siempre que sea posible, se emplearán elementos normalizados para facilitar el mantenimiento y montaje de la matriz [1].

En el diseño y la fabricación de la matriz, se considerarán aspectos medioambientales para minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente. Se buscará implementar prácticas y tecnologías que promuevan la sostenibilidad y reduzcan la huella ecológica del proceso. Estas iniciativas apuntan a mejorar la responsabilidad ambiental durante la producción de los anclajes de junta. La integración de estas medidas contribuirá a mitigar el impacto ambiental asociado con la fabricación de estos elementos estructurales[3].

El desarrollo de una matriz específica para este propósito brindará la oportunidad de adaptar los anclajes a las necesidades y requerimientos particulares del método “Steel Framing”. La implementación de anclajes diseñados específicamente para el método mejorará la integridad y la seguridad de las estructuras construidas utilizando este enfoque.

1.2 Fundamentación teórica

1.2.1 Herrajes de unión viga-columna

Son elementos cruciales en la estabilidad de las estructuras livianas. En sistemas como el “Steel Framing”, estos componentes permiten distribuir correctamente las cargas tanto laterales como verticales, mejorando la resistencia estructural. Los herrajes de unión deben ser diseñados considerando tanto las fuerzas de tracción y compresión como las normativas estructurales específicas para garantizar la seguridad de las construcciones [4]

Se debe tener en cuenta el ambiente en el que se utilizarán estos herrajes, ya que los entornos húmedos o corrosivos requieren materiales como el acero galvanizado para evitar la degradación del material.



Figura 1. Herraje tipo hurricane tie [4]

1.2.2 Propiedades mecánicas

1.2.2.1 Acero ASTM A36

El acero ASTM A36 se caracteriza por su notable resistencia mecánica, lo que lo convierte en una elección confiable para aplicaciones estructurales. Su excelente ductilidad permite soportar deformaciones significativas, facilitando procesos como el corte, doblado y soldadura. Este material cumple con los estrictos estándares de la norma ASTM, garantizando propiedades químicas y mecánicas adecuadas para su uso en vigas, columnas y herrajes. Su versatilidad lo hace ideal tanto para estructuras soldadas como atornilladas, lo que simplifica su integración en diversos diseños estructurales [5].

1.2.2.2 Comportamiento del acero bajo cargas de tensión, compresión y flexión.

El comportamiento del acero bajo diferentes condiciones de carga es un factor determinante en el diseño de herrajes para uniones viga-columna. Bajo cargas de tensión, el acero muestra una alta capacidad para resistir deformaciones, asegurando la integridad estructural de las conexiones [6].

Los aceros se diferencian del hierro fundido en parte por el nivel de carbono. El hierro fundido tiene típicamente 1,7 a 4.5% de carbono, mientras que los aceros tienen solo de 0.05% a 1.5% de carbono [7]. La versatilidad del acero se evidencia en la enorme gama de grados disponibles seleccionados para su procesamiento, mecánicos, eléctricos, magnéticos y propiedades de resistencia a la corrosión.

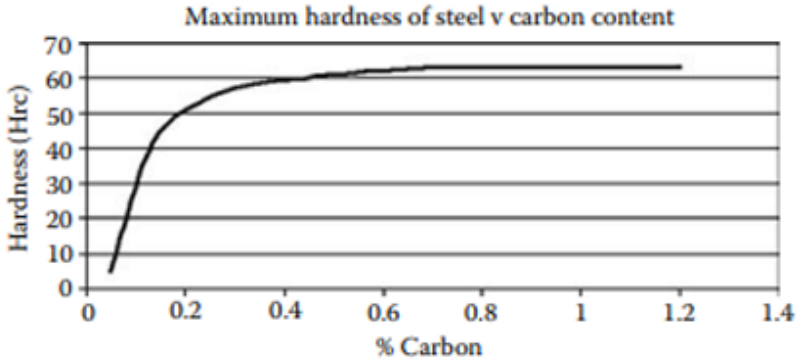


Figura 2. Dureza máxima del acero [8].

1.2.2.3 Propiedades mecánicas del acero en frío

El proceso de conformado en frío del acero mejora considerablemente sus propiedades mecánicas. Este método de fabricación aumenta tanto la resistencia como la dureza del material, haciéndolo ideal para la producción de herrajes que requieren una gran precisión dimensional

Sin embargo, el conformado en frío también introduce tensiones internas en el material, lo que puede afectar su rendimiento si no se realizan los tratamientos térmicos adecuados para aliviar estas tensiones [9]

1.2.3 Conformado de metales

1.2.3.1 Laminado en caliente

El laminado en caliente es uno de los procesos más comunes en la industria del acero, utilizado para producir perfiles estructurales que luego se transforman en herrajes. Durante este proceso, el acero se calienta por encima de su temperatura de recristalización, lo que permite su fácil deformación y ajuste a las dimensiones deseadas.

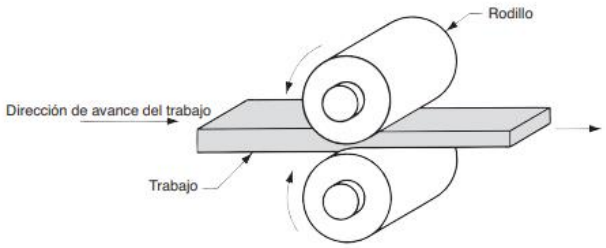


Figura 3. Proceso de laminado en caliente [6].

1.2.3.2 Conformado en frio

El conformado en frío, en cambio, es un proceso que ofrece mayor precisión dimensional y mejores acabados superficiales en comparación con el laminado en caliente. Este proceso se realiza a temperaturas más bajas, lo que aumenta la resistencia del acero mediante el endurecimiento por deformación.

En la fabricación de herrajes, el conformado en frío es particularmente útil para producir componentes de alta precisión que requieren tolerancias estrictas y una gran resistencia a la deformación

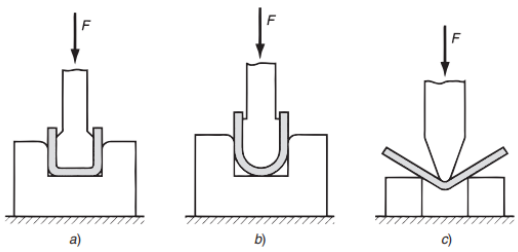


Figura 4. Procesos de conformado en frio [6].

Se observa un proceso de doblado inicial, en el que una herramienta (punzón) aplica una fuerza vertical sobre una lámina metálica, apoyada en un troquel con un canal plano. Este esquema representa el inicio de un doblez sencillo, característico de formas angulares.

Forma cuadrada

Forma en U

Forma en V

1.2.3.3 Efectos del trabajo en frío en la resistencia de los herrajes

El trabajo en frío afecta directamente la resistencia de los herrajes. Al deformar el acero por debajo de su temperatura de recristalización, se introduce un endurecimiento que incrementa su resistencia a la tracción y a la compresión.

Sin embargo, este proceso también puede reducir la ductilidad del material, por lo que es necesario equilibrar cuidadosamente estos efectos para asegurar que los herrajes tengan la flexibilidad suficiente para resistir cargas dinámicas sin romperse.

1.2.4 Métodos de fabricación y diseño de matrices

1.2.4.1 Clasificación de matrices

En la fabricación de herrajes, las matrices juegan un papel crucial al definir la forma y las características finales de los componentes. Las matrices se pueden clasificar en varios tipos según su función: corte, doblado, estampado, entre otros [10]

La matrices de corte son las más utilizadas en el proceso inicial, permitiendo que las láminas de acero sean cortadas con precisión según las dimensiones requeridas para los herrajes de unión. Las matrices de doblado, por otro lado, son empleadas para modificar la forma de los herrajes sin afectar sus propiedades mecánicas, lo que es especialmente importante en el diseño de componentes estructurales que deben mantener una resistencia elevada.

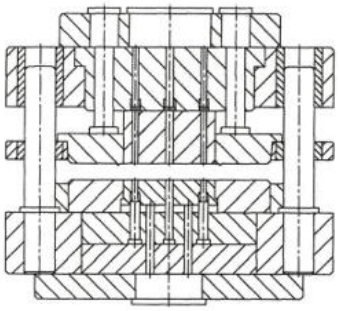


Figura 5. Matriz progresiva [10].

1.2.4.2 Diseño de matrices progresivas

Las matrices progresivas son una de las tecnologías más avanzadas en la producción de herrajes. Este tipo de matrices permite realizar múltiples operaciones (corte, doblado, perforado) en un solo ciclo de producción.

En la fabricación de herrajes de unión viga-columna, las matrices progresivas permiten optimizar los recursos, minimizando el desperdicio de material y garantizando una consistencia en la calidad de los productos. Este método es particularmente eficiente cuando se producen grandes volúmenes de herrajes con especificaciones precisas.

Las matrices progresivas de cortar y doblar llevan elementos cortantes que perfilan la pieza antes de ser doblada, por lo que además de la dificultad propia de la operación de corte, habrá que añadir la de doblado y los factores que de ello se deriven [11].

En las operaciones de doblado hechas con matriz progresiva, deberemos poner especial atención en los siguientes aspectos:

1. Diseño de una matriz progresiva para chapa
2. Centrar la banda mediante punzones piloto.
3. Prever un paso en vació cuando existan doblados conflictivos.
4. Los doblados deberán tener salida para desplazarse posteriormente.
5. Cuidar que las fuerzas de doblado estén repartidas en la matriz.
6. Impedir el movimiento de la pieza durante su doblado.
7. Siempre que se pueda, hacer los doblados en sentido favorable a las fibras del material.
8. Tener siempre en cuenta el factor de retorno del material.
9. Evitar los radios de doblado inferiores al espesor de la chapa.

Las partes de la pieza que vayan dobladas nunca deben presentar ralladuras o laminaciones en su superficie, puesto que equivaldría a un adelgazamiento en el espesor de la chapa, o un estiramiento excesivo del material, que daría lugar a piezas con un desarrollo erróneo en las partes dobladas.

Para evitarlo, las caras de los punzones y la placa matriz en contacto directo con la chapa deben estar cuidadosamente rectificadas y pulidas impidiendo así el gripado de su superficie, por las partículas de material que quedan adheridas.

1.2.5 Procesos específicos involucrados en la fabricación de herrajes

1.2.5.1 Punzonado

El punzonado es un proceso esencial en la fabricación de herrajes, utilizado para crear orificios o ranuras en las láminas de acero que luego permiten la fijación de los componentes a las vigas y columnas.

Este proceso, realizado mediante la acción de una prensa y una matriz, garantiza la precisión de los agujeros y su alineación con los puntos de ensamblaje. En el caso de los herrajes de unión viga-columna, el punzonado debe realizarse con tolerancias muy ajustadas para asegurar una correcta distribución de las cargas.

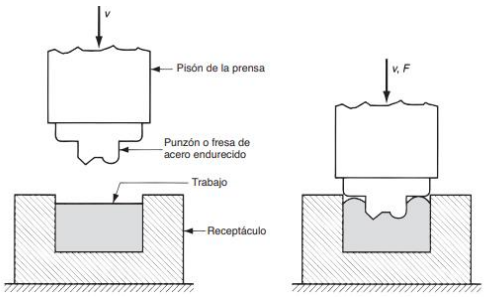


Figura 6. Proceso de punzonado [6].

1.2.5.2 Doblado

El doblado es otro proceso fundamental en la fabricación de herrajes, especialmente cuando se trata de crear formas específicas que se adapten a las necesidades estructurales. A través del doblado controlado, es posible ajustar los ángulos de los herrajes, lo que facilita el montaje y asegura una mayor resistencia frente a las cargas aplicadas[6].

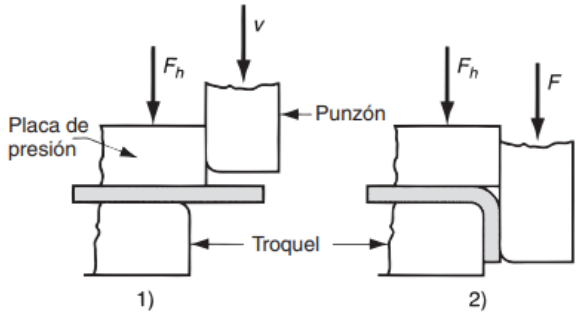


Figura 7. Proceso de doblado [6].

1.2.5.3 Procesos de corte

El corte de las láminas de acero es el primer paso en la fabricación de herrajes. Para asegurar que los componentes cumplan con las especificaciones de diseño, es crucial que el corte se realice con precisión, evitando imperfecciones que puedan debilitar la estructura final. Métodos como el corte por láser o por plasma son cada vez más utilizados en la industria debido a su alta precisión y capacidad para trabajar con materiales de alta resistencia, como el acero galvanizado [6].

Un corte limpio y preciso es esencial para que los herrajes encajen correctamente en las uniones viga-columna, evitando así problemas durante el montaje y el uso a largo plazo de la estructura.

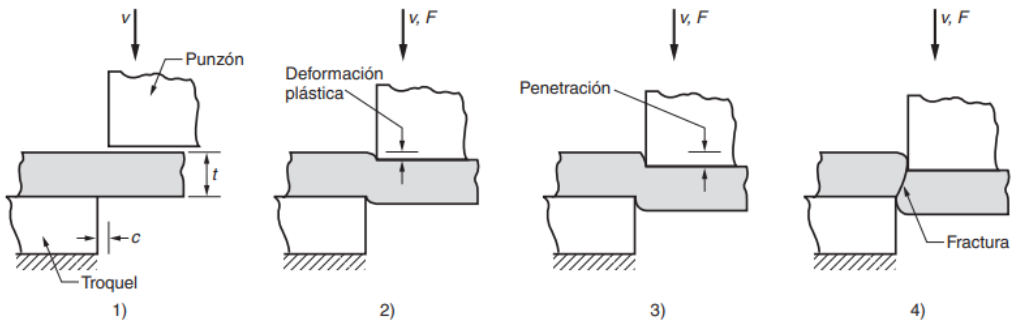


Figura 8. Proceso de corte [6].

1.2.6 Diseño estructural de herrajes

1.2.6.1 Factores de diseño en herrajes de unión viga-columna

El diseño de herrajes para uniones viga-columna requiere considerar una variedad de factores, tales como el tipo de carga soportada (tensión, compresión, flexión) y las condiciones ambientales a las que estará expuesta la estructura. Además, los materiales

seleccionados para los herrajes deben tener la capacidad de resistir las fuerzas aplicadas sin deformarse, asegurando la estabilidad de la estructura a largo plazo [12].

En este sentido, los herrajes deben ser diseñados no solo para soportar las cargas habituales de una estructura, sino también para resistir cargas imprevistas o extremas, como las producidas por sismos o fuertes vientos.

1.2.6.2 Propiedades geométricas de los herrajes

Las propiedades geométricas de los herrajes, como su forma, espesor y tamaño, juegan un papel crucial en la distribución de las cargas dentro de la estructura.

Herrajes con geometrías adecuadas permiten que las cargas se distribuyan uniformemente, reduciendo el riesgo de puntos de tensión o fallos prematuros. El diseño geométrico debe considerar las dimensiones de las vigas y columnas, así como el tipo de conexión que se pretende realizar [6].

La forma de la pieza a fabricar puede acarrear distintos problemas a la hora de transformar la chapa mediante la matriz progresiva.

Estos problemas son debidos a:

- Radios muy pequeños.
- Aristas muy vivas.
- Doblados muy complejos.
- Tolerancias muy severas.
- Embutición muy profunda.
- Cortes muy pequeños.
- Doblados muy agudos.
- Perfiles muy irregulares.

Para evitar estos problemas la mejor solución es, siempre que se pueda, cambiar la geometría de la pieza.

1.2.6.3 Normativas y regulaciones del diseño de herrajes estructurales

El diseño de herrajes en Ecuador está regulado por una serie de normativas tanto locales como internacionales. A nivel nacional, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) establece los requisitos sismorresistentes que deben cumplir las estructuras de acero conformado en frío, como el “Steel Framing” [2].

Además, la INEN 2526 regula los perfiles de acero galvanizado conformado en frío, especificando las propiedades mecánicas mínimas que deben cumplir estos elementos estructurales.

A nivel internacional, se aplican las normativas del American Iron and Steel Institute (AISI), como la AISI S100, que regula el diseño de miembros estructurales de acero conformado en frío, y la AISI S400, enfocada en el diseño sismorresistente.

Estas normativas garantizan que los herrajes cumplan con los estándares de calidad y seguridad, tanto en términos de resistencia como de durabilidad, asegurando su desempeño adecuado en condiciones extremas, como terremotos y cargas cíclicas.

1.2.7 Herramientas y máquinas para el conformado de herrajes

1.2.7.1 Prensas utilizadas en la fabricación

Las prensas son herramientas esenciales en el proceso de fabricación de herrajes, ya que permiten realizar operaciones como el corte, punzonado y doblado con gran precisión.

Las prensas mecánicas, por ejemplo, son ampliamente utilizadas debido a su capacidad para aplicar fuerzas controladas en operaciones repetitivas, lo que las hace ideales para la producción en masa de herrajes[9].

En aplicaciones más complejas, donde se requiere mayor flexibilidad y control, se emplean prensas hidráulicas, que permiten ajustar la presión y la velocidad de trabajo, asegurando así una mayor precisión en los componentes fabricados. En la fabricación de herrajes de unión viga-columna, el uso de prensas asegura que las piezas se ajusten perfectamente a las especificaciones de diseño, manteniendo las tolerancias dimensionales necesarias para un correcto ensamblaje estructural.

1.2.7.2 Prensas de accionamiento mecánico

Estas prensas generan fuerza a partir de la energía mecánica de un volante de inercia que gira continuamente, impulsado por un motor eléctrico. Esta energía se transforma en un movimiento vertical y rectilíneo alternativo del cabezal de la prensa. Los mecanismos que componen la cadena de movimiento de estas prensas suelen incluir árboles de transmisión equipados con excéntricas o cigüeñales, donde se montan una o más bielas, lo que permite generar el típico movimiento de vaivén del mecanismo de biela-manivela [13].

1.2.7.3 Prensas de accionamiento hidráulico

Las prensas hidráulicas utilizan la fuerza generada por un fluido bajo presión dentro de un circuito hidráulico. Gracias a la acción de válvulas que controlan el circuito, es posible regular varios parámetros de funcionamiento, como la velocidad y el recorrido de los movimientos, así como coordinar su actuación de manera independiente, simultánea o secuencial sobre el troquel. Las prensas hidráulicas encuentran su principal aplicación en trabajos que requieren gran control y fuerza ajustada a las necesidades específicas del proceso de fabricación [13].

1.2.7.4 Tecnologías en la fabricación de herrajes

Con el avance de las tecnologías de fabricación, el uso de sistemas automatizados y controlados por CNC (Control Numérico por Computadora) ha transformado la producción de herrajes. Estas tecnologías permiten una fabricación más precisa y eficiente, reduciendo el tiempo de producción y garantizando la consistencia en la calidad de los productos [7].

Además, el control automático de los procesos de conformado, como el punzonado y el corte, mejora significativamente la precisión, lo que resulta crucial en la fabricación de componentes que requieren ajustes exactos para su montaje en estructuras livianas.

1.2.8 Efectos de los procesos de conformado en las propiedades mecánicas

1.2.8.1 Cambios en la resistencia y ductilidad del acero tras el conformado.

El proceso de conformado, especialmente cuando se realiza en frío, tiene un impacto directo en las propiedades mecánicas del acero. Durante el conformado en frío, el material experimenta un endurecimiento por deformación, lo que incrementa su resistencia, pero también reduce su ductilidad. Esto significa que el acero se vuelve más fuerte, pero menos capaz de deformarse antes de romperse, lo que puede ser un desafío en aplicaciones estructurales donde se requieren componentes que soporten cargas dinámicas sin fracturarse [13].

1.2.9 Comportamiento estructural de los herrajes en la junta viga-columna

1.2.9.1 Distribución de cargas y esfuerzos en herrajes de unión.

Los herrajes de unión viga-columna son esenciales para la correcta distribución de las cargas dentro de una estructura. Estas uniones deben transferir eficazmente tanto

fuerzas verticales (como el peso propio de la estructura y las cargas permanentes) como fuerzas laterales (incluyendo fuerzas sísmicas y de viento).

En las estructuras sometidas a cargas sísmicas, como las descritas en la norma AISI S400-15, se recomienda que los herrajes de unión sean capaces de resistir fuerzas inerciales inducidas por movimientos laterales, permitiendo que las cargas se transfieran de manera eficiente sin que se presenten concentraciones de esfuerzo en puntos específicos [14].

Fuerzas que intervienen en la junta viga-columna:

- **Fuerzas de tracción:** Actúan cuando una unión es sometida a esfuerzos que tienden a alargar los componentes conectados.
- **Fuerzas de compresión:** Ocurren cuando las columnas están sometidas a cargas que tienden a reducir su longitud.
- **Fuerzas cortantes (cizallamiento):** Se generan cuando fuerzas paralelas y opuestas actúan sobre la unión, provocando el desplazamiento relativo entre las vigas y columnas.
- **Fuerzas de flexión:** Son provocadas por cargas perpendiculares a la longitud de la viga, lo que genera una deformación en la estructura.
- **Fuerzas de torsión:** Se producen cuando se aplica un momento de torsión que tiende a rotar o girar la unión viga-columna.

El diseño de los herrajes debe considerar estas fuerzas y asegurar que cada una de ellas sea adecuadamente absorbida y distribuida a lo largo de la estructura, manteniendo la integridad del conjunto.

1.2.9.2 Análisis de pandeo y torsión en los herrajes de viga-columna.

El pandeo y la torsión son fenómenos críticos que afectan la integridad de los herrajes utilizados en las uniones viga-columna, especialmente en estructuras que están sometidas a fuerzas de compresión elevadas o cargas laterales, como las producidas por terremotos. Según la norma AISI S400-15, las uniones viga-columna deben ser diseñadas para evitar el pandeo bajo cargas axiales de compresión [14].

Las normativas estadounidenses, como la AISI S400-15, proporcionan directrices claras para asegurar que los herrajes mantengan su integridad bajo este tipo de

solicitaciones, recomendando el uso de materiales con alta resistencia a la torsión y geometrías optimizadas para minimizar los riesgos de fallo.

1.2.9.3 Evaluación de la resistencia a cargas cíclicas y de impacto en los herrajes.

1.2.10 Simulación de los procesos de conformado

Las estructuras livianas, especialmente aquellas en regiones sísmicas o sujetas a vientos fuertes, están sometidas a cargas cíclicas e impactos que pueden comprometer la integridad de los herrajes de unión. La resistencia a estas cargas es un factor clave en el diseño de herrajes, ya que el material debe ser capaz de soportar fluctuaciones continuas de tensión sin sufrir fatiga o fallos [15].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar matrices para conformar herrajes usados en la junta viga – columna de estructuras livianas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar los procesos que intervienen en él conformado de herrajes.
- Diseñar y simular la matriz o matrices de conformado de herrajes, y así asegurar su eficacia y precisión en la producción de los herrajes.
- Analizar el costo de construcción y verificar la inversión económica de las matrices.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

2.1.1 Descripción de equipos y materiales

A continuación, en la Tabla 2.1 se muestra una descripción breve sobre los equipos a utilizar durante el presente trabajo.

TABLA I

EQUIPOS UTILIZADOS

EQUIPOS		
Equipos	**Descripción**	**Imagen**
Computador inspiron 15 30000	Ofrece un rendimiento sólido gracias a sus procesadores Intel, hasta 12 GB de RAM y almacenamiento en SSD o HDD. Su pantalla Full HD mejora la experiencia visual, mientras que su batería brinda una duración adecuada para tareas cotidianas.	

2.1.2 Descripción técnica de los equipos

En esta sección, se presentará una descripción técnica de los equipos esenciales para llevar a cabo el experimento, se proporcionará una visión general de las características y funciones de estos equipos.

TABLA II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL COMPUTADOR



Marca	Dell
Modelo	Inspiron 15 3000
Año	2020
Dimensiones (ancho, largo y alto)	(364 x 249 x 19.9) mm
Función	Portátil diseñado para tareas diarias, con capacidad de procesamiento adecuada para estudios, trabajo o entretenimiento.

2.1.3 Propiedades mecánicas del acero ASTM A36

El acero A36 destaca por su resistencia mecánica, ideal para aplicaciones estructurales confiables. Su alta ductilidad permite deformaciones considerables, lo que lo hace adecuado para procesos de corte, doblado y soldadura.

Cumple con la norma ASTM, que asegura sus propiedades químicas y mecánicas, siendo idóneo para vigas, columnas y herrajes. Además, su versatilidad lo hace apto para construcciones soldadas o atornilladas, facilitando su integración en diseños estructurales [5].

Las propiedades mecánicas del acero A36 se detallan en la Tabla III.

TABLA III

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ASTM A36 [16]

Propiedad	Métrico	Ingles
Resistencia a la tracción, máxima	400-550 MPa	58000-79800 psi
Alargamiento en la rotura	20 %	20 %
Módulo de elasticidad	200 GPa	29000 ksi
Módulo volumétrico	160 GPa	23200 ksi
Coeficiente de Poisson	0.26	0.26
Módulo de corte	79.3 promedio de calificaciones	11500 ksi

2.1.4 Propiedades mecánicas del acero AISI D2

Este acero presenta características útiles para su funcionamiento en frío, se especializa por trabajar en frío. Es ampliamente utilizado en la industria metalmecánica, por sus valores de dureza es capaz de mantener una buena resistencia a la fractura, alta penetración y estabilidad dimensional para el embutido [9].

Es una acero de aleación de alto carbono, alto cromo, con molibdeno y vanadio caracterizado por:

TABLA IV

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AISI D2 [16]

Propiedades Mecánicas	Métrico	Inglés
Dureza, Brinell	123	123
Dureza, Knoop	138	138
Dureza Rockwell B	70	70
Dureza, Vickers	129	129
Resistencia a la tracción, máxima	505 MPa	73200 psi
Resistencia a la tracción, límite elástico	215 MPa	31200 psi
Alargamiento en la rotura	70%	70%
Módulo de elasticidad	193 GPa	28000 psi
Coeficiente de Poisson	0,29	0,29
Módulo de corte	77,0 promedio	11200 ksi
Impacto de Izod	150 J	111 ft – lb
Impacto Charpy	325 J	240 ft – lb

En función del gradiente de temperatura la dureza puede sufrir alteraciones tal como se muestra (Fig. 9)

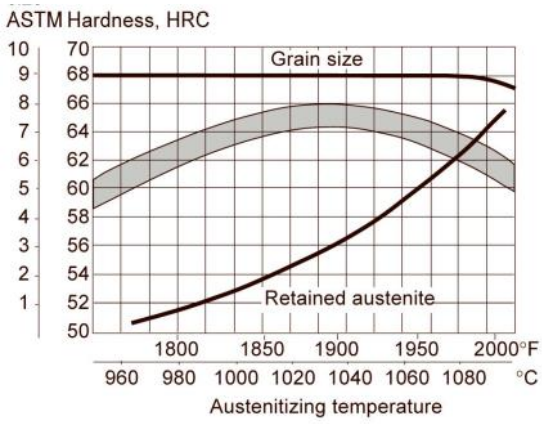


Figura 9. Dureza en función del gradiente temperatura austenítica [8].

2.1.4 Propiedades mecánicas del acero AISI 1045

El acero AISI 1045 es un acero de medio carbono con una resistencia mecánica superior a la del A36, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren mayor dureza y resistencia al desgaste. Su capacidad de ser tratado térmicamente permite mejorar sus propiedades mecánicas, aumentando su resistencia y dureza.

TABLA V

PROPIEDADES MECANICAS AISI 1045 [17]

Propiedad	Métrico
Resistencia a la tracción	640 MPa
Limite elástico	340 MPa
Reducción de área	40%
Elongación	20%

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Tipo de investigación

- **Descriptiva**

Aplica porque permite interpretar y describir detalladamente el proceso de diseño y fabricación de la matriz, así como su aplicación en la producción de anclajes de junta en estructuras livianas, proporcionando una visión clara y detallada de los procedimientos involucrados.

- **Explicativa**

Aplica porque permite profundizar en las causas detrás de los diseños de matriz y su impacto en la eficacia del proceso de conformado de los anclajes de junta. Esto implica investigar las relaciones causales entre diferentes variables, como el diseño de la matriz, los materiales utilizados y la calidad de los anclajes producidos, lo cual es fundamental para comprender completamente el proceso y mejorar su eficiencia.

2.2.2 Procedimiento para el desarrollo del proyecto

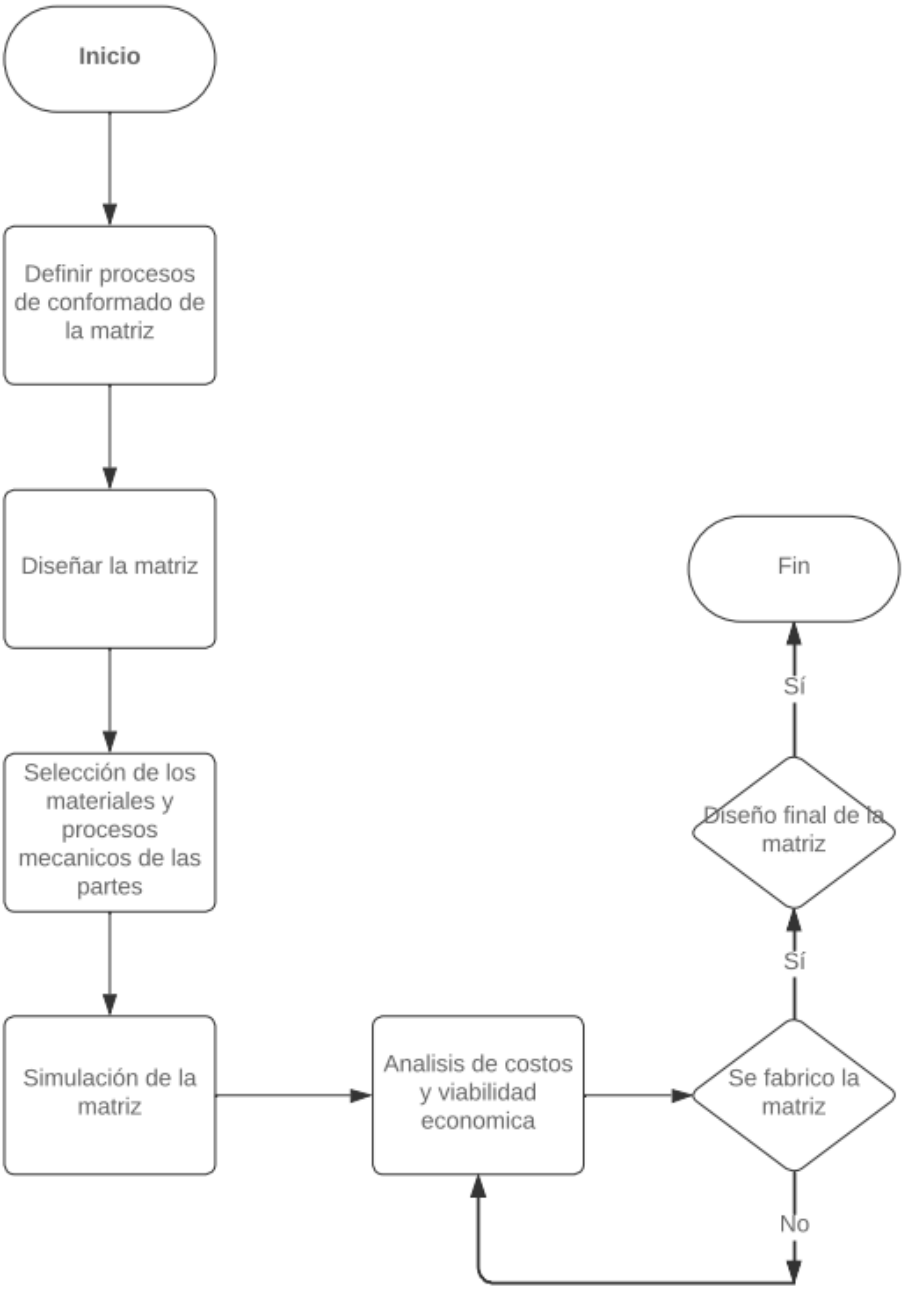


Figura 10. Diagrama de diseño y construcción

2.3 Normas aplicadas

2.3.1 Norma AISI S400-15

La norma AISI S400-15, titulada "North American Standard for Seismic Design of Cold-Formed Steel Structural Systems," es un estándar emitido por el American Iron and Steel Institute (AISI). Esta norma proporciona directrices para el diseño sísmico de sistemas estructurales de acero conformado en frío, centrándose en cómo estos sistemas deben comportarse ante cargas sísmicas. Aunque su principal enfoque es el diseño sismorresistente, sus principios son aplicables a diversas configuraciones estructurales que emplean acero conformado en frío, y otros sistemas de construcción liviana [14].

2.3.2 Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

El Código Ecuatoriano de la Construcción, CEC-2001, es el antecesor de la NEC-2015. Este código se focaliza en el cálculo de cargas gravitacionales y cargas laterales (sísmicas y de viento) que actúan sobre las edificaciones. Bajo este esquema, los lineamientos del CEC-2001 ayudan a determinar el tipo y la magnitud de las cargas a las cuales puede estar sometido un edificio durante su vida útil; sin embargo, el documento no contiene las directrices para calcular la resistencia de los elementos que componen la estructura [2].

2.3.3 ASTM A153 - Especificación estándar para revestimiento de zinc

Esta especificación regula los recubrimientos de zinc aplicados mediante galvanizado por inmersión en caliente a piezas de hierro y acero. El proceso implica sumergir las piezas en zinc fundido para formar capas de aleación Zn/Fe que adhieren el recubrimiento a la superficie del acero. Se aplica a elementos de ferretería que requieren la eliminación del exceso de zinc tras el galvanizado, cumpliendo requisitos de espesor específicos [18].

2.4 Tipos de matrices

El estampado de láminas metálicas se realiza mediante diferentes tipos de matrices, que varían según el número de operaciones que se ejecutan en cada acción de la prensa y la manera en que se llevan a cabo dichas operaciones. A continuación, se describen los principales tipos de matrices y sus características técnicas:

2.4.1 Matrices de recortar

Este tipo de matriz realiza cortes precisos para separar completamente una pieza del material base, definiendo su contorno en una única operación [10]. Los principales beneficios incluyen una alta precisión dimensional, ya que los bordes quedan a distancias exactas según el diseño; uniformidad en los bordes pulidos alrededor de toda la periferia de la pieza; y una excelente planeidad.

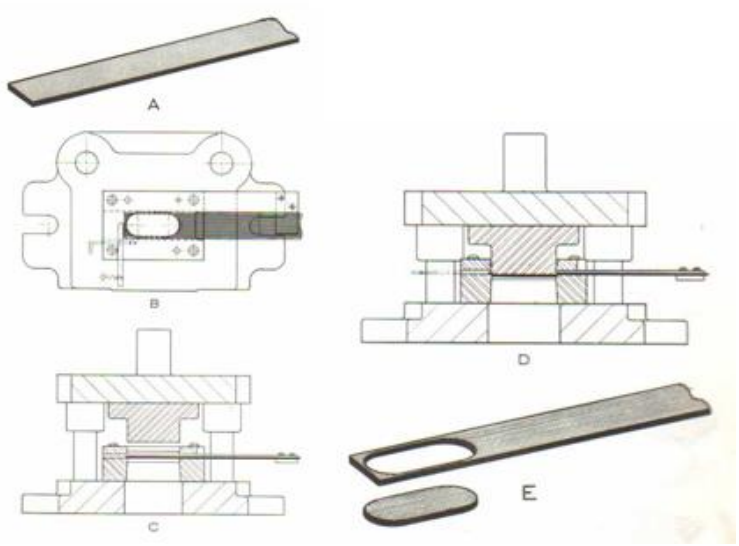


Figura 11. Matriz de recortar [19].

El dibujo A muestra una tira de material lista para ser introducida en la matriz de recortar. En B se representa la vista superior de la matriz con los punzones quitados. La vista en sección C muestra la matriz en posición abierta con el punzón superior clavado para permitir el avance de la, tira contra el tope automático. En D está representada la matriz cerrada con una pieza recortada fuera de la tira.

2.4.2 Matrices de Corte

Diseñadas para realizar cortes simples y precisos, estas matrices separan tiras de material para formar piezas planas. Las líneas de corte pueden ser rectas o curvas, dependiendo del diseño requerido, y a menudo incluyen perforaciones y muescas para preparar las piezas para procesos posteriores. Son esenciales en la manufactura de

componentes estructurales, donde las dimensiones exactas son clave para el ensamblaje y la funcionalidad [20].

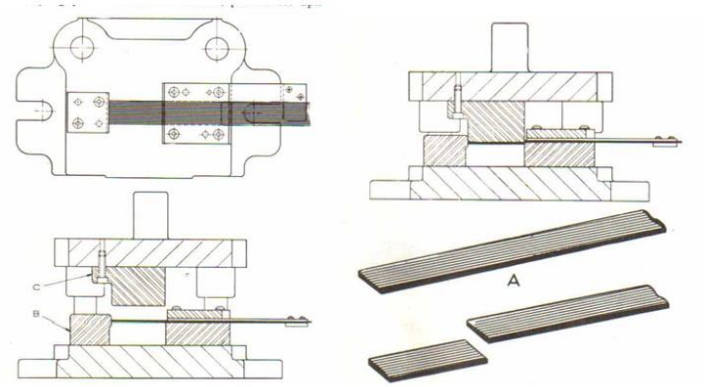


Figura 12. Matriz de corte [19].

La tira de material A se sitúa en la placa de tope B. El descenso de la parte superior de la matriz hace que el punzón de corte C separe la pieza de la tira. La placa de tope B guía también el punzón mientras se produce el corte para impedir la desviación de las columnas guías

2.4.3 Matrices Compuestas

Estas matrices combinan varias operaciones en una sola estación, como perforar agujeros y recortar piezas al mismo tiempo [10]. Gracias a esta configuración, garantizan una mayor precisión en las piezas producidas, ya que las operaciones se realizan sin interrupciones ni cambios de posición.

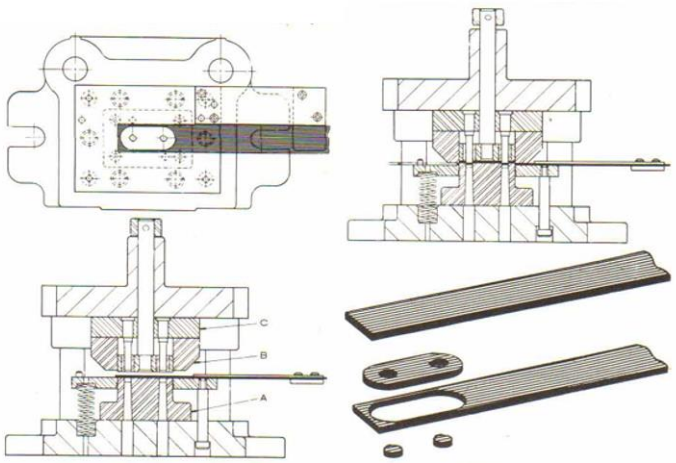


Figura 13. Matriz compuesta[19].

El punzón de recortar A se coloca en el porta matriz del juego de matrices en lugar de ser fijado en la base porta punzón como en las matrices ordinarias, y está provisto de

agujeros cónicos para la salida de los trozos de metal. La placa matriz B se fija en la base porta punzón y se le respalda con el espaciador C que retiene los punzones de perforación.

2.4.4 Matrices de Desbarbar

Estas matrices eliminan irregularidades y bordes indeseados en piezas conformadas o embutidas, que suelen aparecer debido a un flujo desigual del material durante el proceso de conformado [10]. El desbarbado mejora los contornos de las piezas, produciendo bordes rectos y precisos que cumplen con las especificaciones de diseño.

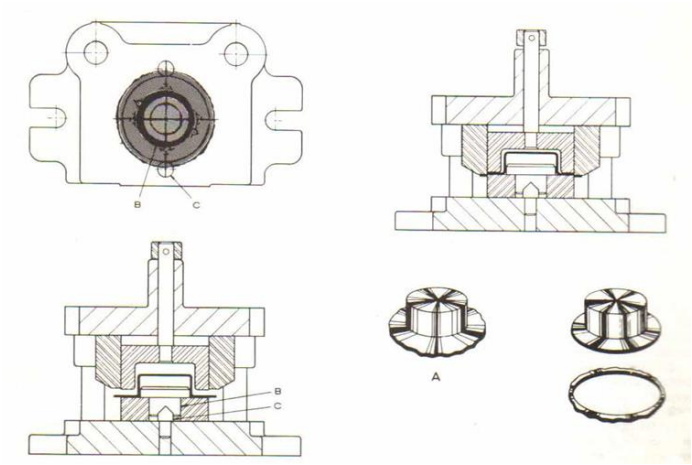


Figura 14. Matriz de desbarbar [19].

La ilustración A muestra una vasija con reborde después de la operación de embutición. Se requiere una matriz de desbarbar para uniformar el borde irregular del reborde. La vasija se coloca sobre una base B y el descenso de la parte superior de la matriz hace que el anillo de recorte quede cortado alrededor del reborde.

Después del desbarbado es elevada la vasija con la parte superior de la matriz y un expulsor positivo de piezas la separa cerca de la parte superior de la carrera. Los anillos de recorte son forzados hacia abajo alrededor del punzón recortador inferior hasta que quedan divididos en dos por las cuchillas C aplicadas en las partes anterior y posterior de la matriz. Los recortes caen a los lados, distantes del operario de la prensa.

2.4.5 Matrices de Perforar

Especializadas en horadar agujeros en piezas estampadas, estas matrices se utilizan cuando los agujeros podrían deformarse durante operaciones posteriores como doblado, embutido o conformado [10]. También son necesarias cuando el borde de un agujero está demasiado cerca del contorno de la pieza, lo que podría comprometer la

resistencia del material circundante. Estas matrices son imprescindibles para la producción de piezas que requieren múltiples perforaciones con alta precisión.

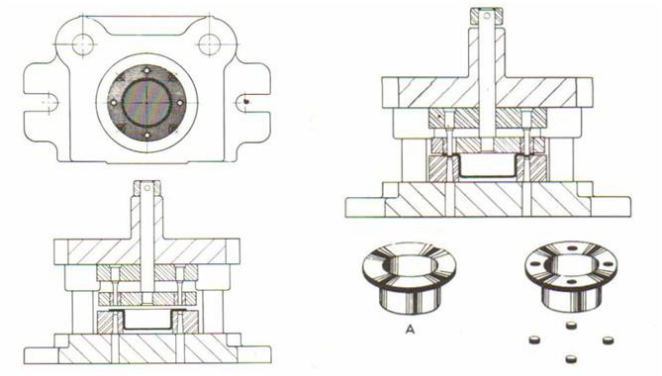


Figura 15. Matriz de perforar [19].

En el dibujo A esta representada una vasija rebordeada que requiere la perforación de cuatro agujeros en el reborde. La vasija se coloca en un agujero de la placa matriz, los punzones de perforación están retenidos en un aplaca porta punzones fijada a su vez en la base porta punzones y un expulsor efectúa la separación después de haber sido perforados los agujeros.

2.4.6 Matrices de Repasar

El repasado consiste en eliminar pequeñas cantidades de material de los bordes de una pieza recortada o de los agujeros, con el objetivo de mejorar la calidad superficial. Este proceso produce bordes lisos y medidas extremadamente precisas[20].

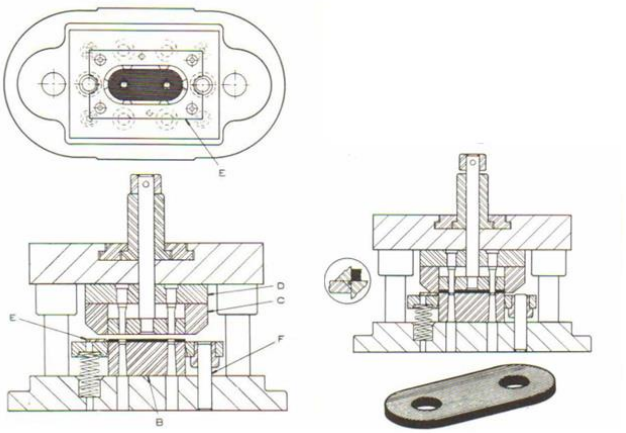


Figura 16. Matriz de repasar [19].

En la ilustración, una pieza A ha de ser repasada. a lo largo de los bordes exteriores y en las paredes de los dos agujeros. La matriz de repasar para esta pieza se compone de

un punzón de repasar invertido B fijado al porta matriz, y una placa matriz de repasado C fijada a la base porta punzón. Un espaciador D soporta la placa matriz y retiene los punzones de repasado de los agujeros.

2.4.7 Matrices de Dentar

Estas matrices realizan operaciones progresivas para agregar características específicas a los bordes de las piezas, como estrías o nervios [19]. Son especialmente útiles cuando las piezas son demasiado gruesas para el repasado o cuando se requiere eliminar grandes cantidades de material. El proceso de dentado se lleva a cabo mediante brochas especializadas que trabajan sobre las piezas hasta lograr el acabado deseado.

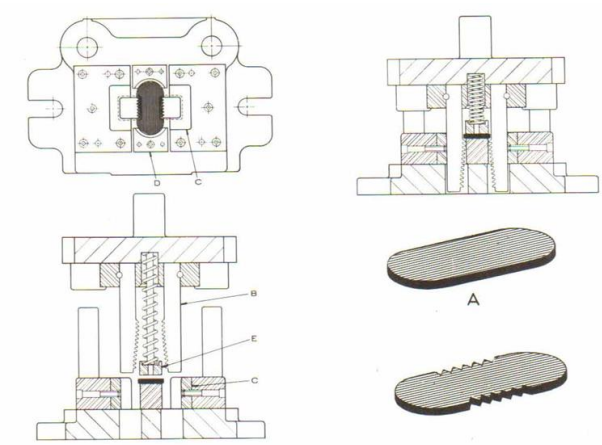


Figura 17. Matriz de dentar [19].

En la ilustración una pieza recortada A debe tener pequeñas estrías puntiagudas mecanizadas en los lados. La matriz está provista de dos brochas B soportadas durante el proceso de corte por bloques de respalda endurecido C. La pieza recortada se coloca en D guiada por dos placas opuestas mecanizadas adaptadas al con-torno. El bloque de presión E, soportado por muelles.

2.4.8 Matrices con Soporte de Brazo

Estas matrices cuentan con un brazo adicional que permite realizar operaciones secundarias, como ensamblaje o ajustes precisos, en piezas conformadas o embutidas. Su diseño en voladizo facilita el acceso a la pieza y permite la realización de tareas complejas, como la formación de costuras o el punzonado en zonas específicas[10].

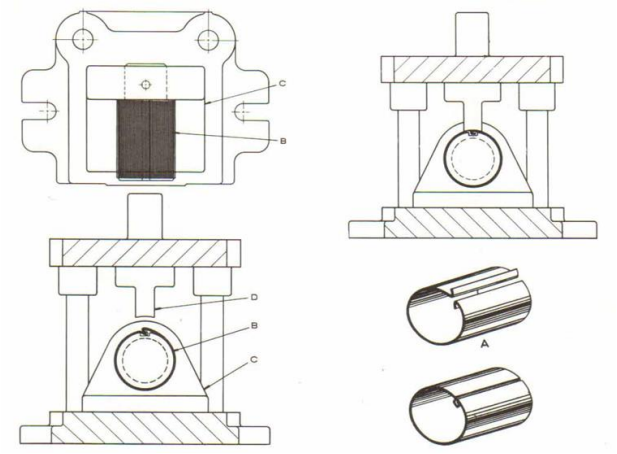


Figura 18. Matriz con soporte de brazo [19].

En la ilustración A está representada una pieza arrollada en una operación previa y cuyos extremos deben ser luego reunidos y cosidos en una matriz con soporte de brazo. El brazo B está retenido en un soporte C fijado al porta matriz. Cuando desciende el pisón, el punzón de engrapar D hace golpear la pieza de trabajo para formar la costura.

2.4.9 Matrices de Acción Lateral

Equipadas con sistemas de levas, estas matrices convierten el movimiento vertical de la prensa en un desplazamiento horizontal o inclinado, lo que permite realizar operaciones en zonas de difícil acceso, como los laterales de una pieza [19]. Son especialmente útiles para componentes con geometrías complejas, como vasijas o piezas con perforaciones laterales.

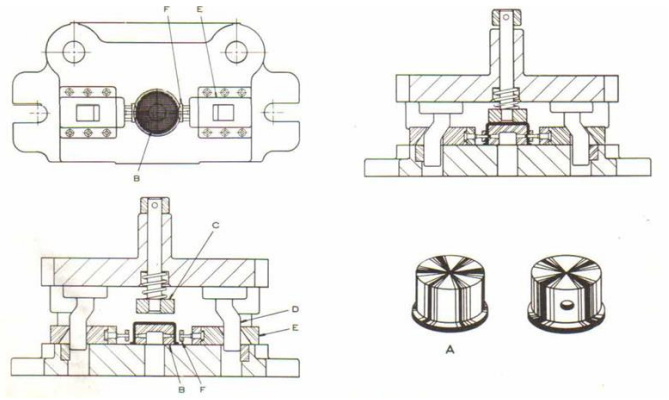


Figura 19. Matriz de acción lateral [19].

En la ilustración A una vasija rebordeada requiere la perforación de dos agujeros en uno de sus lados. La vasija se coloca sobre la placa matriz B de la matriz. El descenso de la parte superior de la matriz hace que la placa de presión C fije firmemente la vasija

sobre la placa matriz. En ulterior descenso hace que las levas laterales D muevan a las correderas portadoras del punzón E para perforar los agujeros.

2.4.10 Matrices de Doblado

Estas matrices deforman piezas recortadas para crear ángulos específicos, siguiendo líneas rectas. Son esenciales para fabricar perfiles estructurales, como soportes en forma de "U" o "L", utilizados en una variedad de industrias, desde la construcción hasta la fabricación de muebles [19].

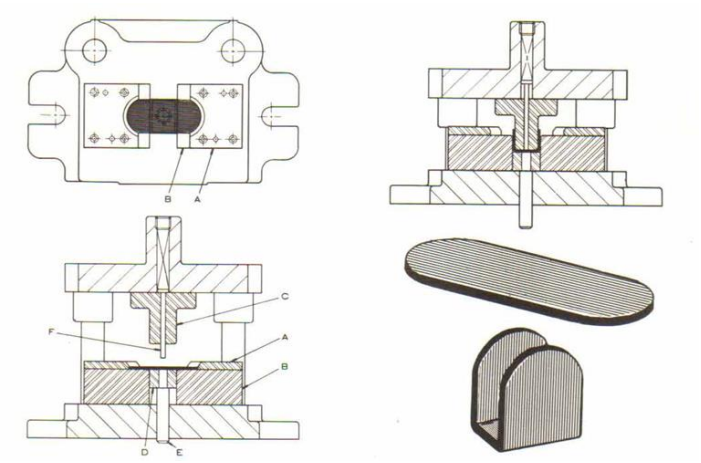


Figura 20. Matriz de doblado [19].

La pieza recortada es insertada en guías A sujetadas sobre placas de doblado B. Las placas de doblado, a su vez. están fijadas al porta matriz. En el descenso de la parte superior de la matriz, el punzón de dobladura C sujeta a la pieza recortada entre su cara inferior y el bloque de presión D. Las varillas E se prolongan hasta el dispositivo de presión de la prensa. pieza de trabajo del punzón.

2.4.11 Matrices de Conformado

Similares a las matrices de doblado, pero diseñadas para formar líneas curvas en lugar de rectas. Permiten realizar deformaciones más complejas y detalladas, adecuadas para piezas que requieren contornos específicos o formas no lineales [19].

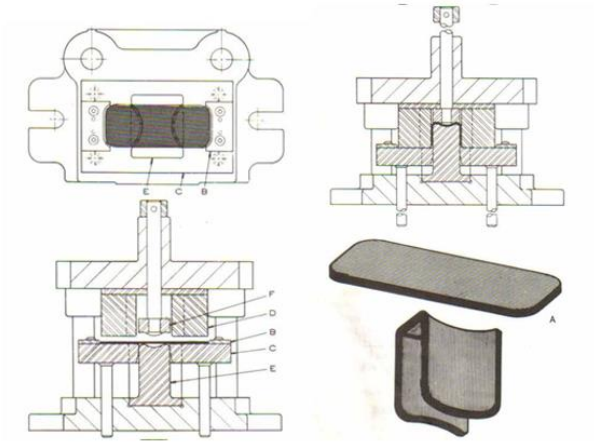


Figura 21. Matriz de conformado [19].

En la ilustración una parte de la pieza plana A debe ser conformada, o sea debe tener un contorno curvo. La pieza recortada es colocada en la base B compuesta de dos placas montadas sobre la placa de presión C. Cuando el pisón desciende, la pieza queda sujetada entre las partes inferiores de la placa D y la superficie de la placa de presión C. El ulterior descenso hace que los lados de la pieza recortada sean conformados según la forma curva de la placa D y el punzón E. En la parte inferior de la carrera, la placa expulsora F aplica la forma final. Si continúa descendiendo la prensa un espaciador endurecido fijado a la base porta punzón produce la forma. Cuando la matriz sube, la pieza es transportada dentro de la placa D. Cerca de la parte superior de la carrera es expulsada por el expulsor de piezas F.

2.4.12 Matrices de Embutir

Estas matrices transforman discos planos en piezas tridimensionales, como recipientes o carcasas [7]. Requieren un control preciso de la presión para evitar defectos como arrugas o perforaciones durante el proceso, lo que las hace ideales para fabricar componentes como tapas metálicas, recipientes industriales y piezas decorativas.

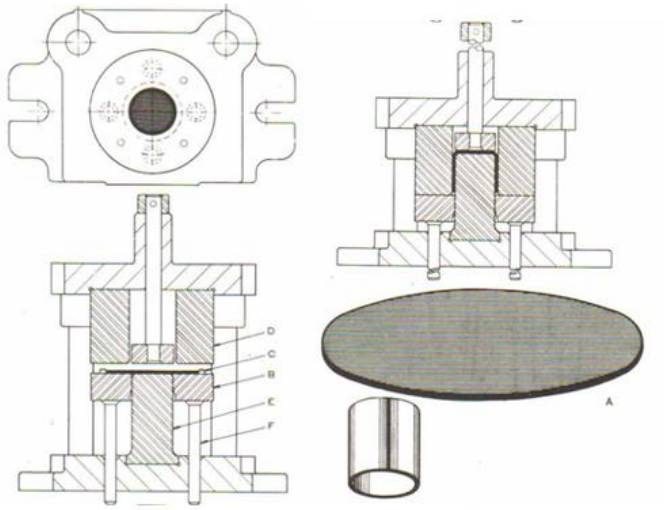


Figura 22. Matriz de embutir [19].

En la ilustración A debe ser embutido un disco plano en forma de vaso. La pieza recortada es colocada sobre el bloque de presión B de la matriz de embutir y es posicionada por cuatro pasadores empujados por muelle C. El descenso de la parte superior de la matriz hace que la pieza sea sujetada firmemente entre la superficie de la placa de presión B y la superficie inferior del anillo de embutido D. El ulterior descenso del pisón hace que la pieza sea embutida sobre el punzón E hasta que adquiere la forma del vaso representada en la figura. Las varillas de presión F se extienden hasta el dispositivo de presión de la prensa.

2.4.13 Matrices de Rebordear

Se utilizan para agregar rigidez y acabado a los bordes de las piezas. Este proceso es común en utensilios de cocina y recipientes industriales, donde los bordes rebordeados mejoran tanto la funcionalidad como la estética [19].

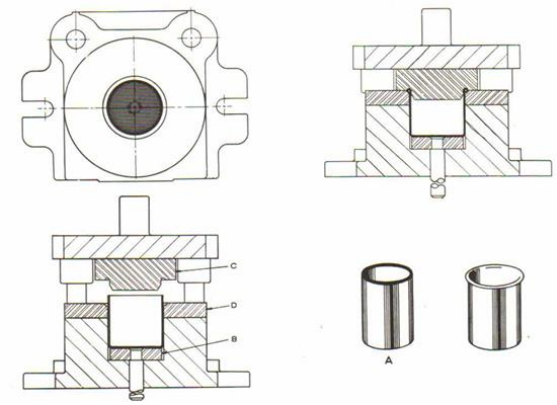


Figura 23. Matriz de rebordear [19].

En la ilustración una vasija embutida A ha de ser rebordeada. La vasija es colocada en la matriz de rebordear donde descansa sobre la base expulsora B. El descenso de la parte superior de la matriz hace que la base expulsora sea empujada hacia abajo hasta que topa con el porta matriz. El ulterior descenso hace que el punzón C rebordee el borde de la vasija. Cerca de la parte inferior de la carrera, el labio del material hace contacto con una superficie angular mecanizada en el anillo rebordeador D para completar el rebordeado.

2.4.14 Matrices de Abombar

Estas matrices expanden secciones específicas de piezas embutidas, utilizando presión hidráulica o bloques de caucho para lograr la forma deseada. Son comunes en la fabricación de piezas volumétricas, como tanques o casquillos [10].

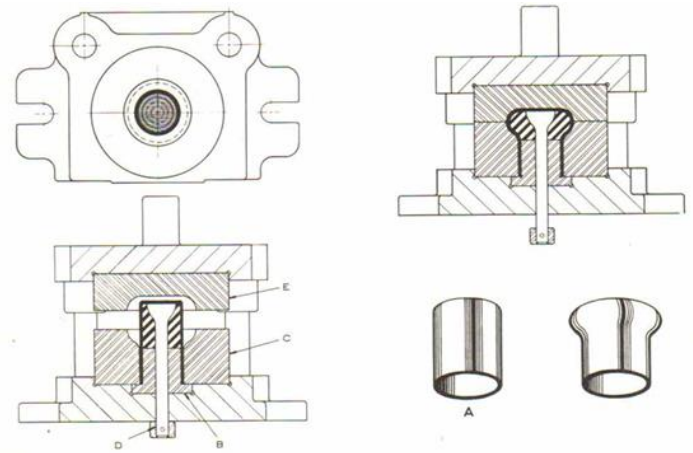


Figura 24. Matriz de abombar [19].

En la ilustración A una vasija embutida debe ser abombada en su extremo inferior. La vasija se coloca sobre el punzón B de la matriz de abombar y un extremo está confinado en la matriz inferior C. El extremo superior del punzón B es un anillo de caucho dentro del cual es aplicada una varilla extensora D. Esta varilla es cónica en su extremo superior y contribuye a que el caucho se deforme hacia afuera hasta adquirir la forma deseada. Cuando el pisón de la prensa desciende, la parte superior de la matriz aplica una fuerza a la parte inferior de la vasija y como el caucho no se puede comprimir, es empujado hacia afuera abombando las paredes de la vasija.

2.4.15 Matrices de Reducir

Contrarias a las matrices de abombar, estas matrices disminuyen el diámetro de una sección de la pieza, aumentando su longitud y generando una forma más compacta.

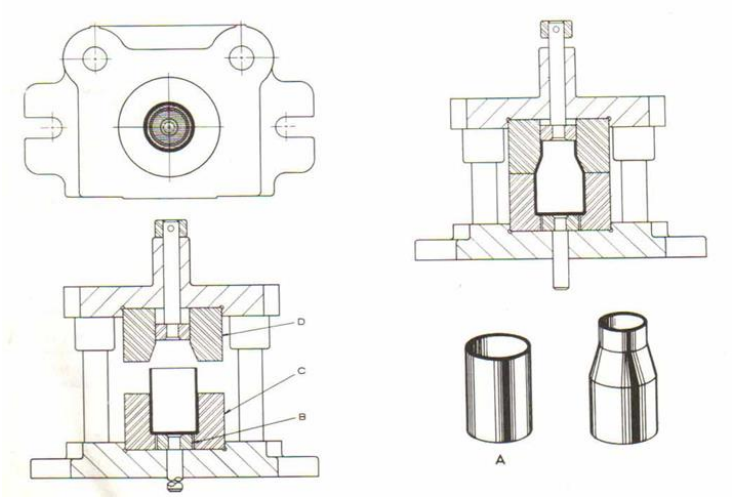


Figura 25. Matriz de reducir [19].

En la ilustración A, una vasija debe ser reducida en su extremo abierto. Es insertada en la matriz de reducir donde descansa sobre el expulsor B y su extremo inferior está rodeado por las paredes de la placa C. Cuando el pisón desciende, la matriz de reducir D reduce una parte del diámetro de la vasija y ésta se alarga.

2.4.16 Matrices Progresivas

Estas matrices combinan múltiples operaciones en un solo proceso continuo, trasladando la tira de material a través de varias estaciones [19]. Son altamente eficientes para producir piezas complejas, como aquellas que requieren perforaciones, doblado y conformado, en grandes volúmenes.

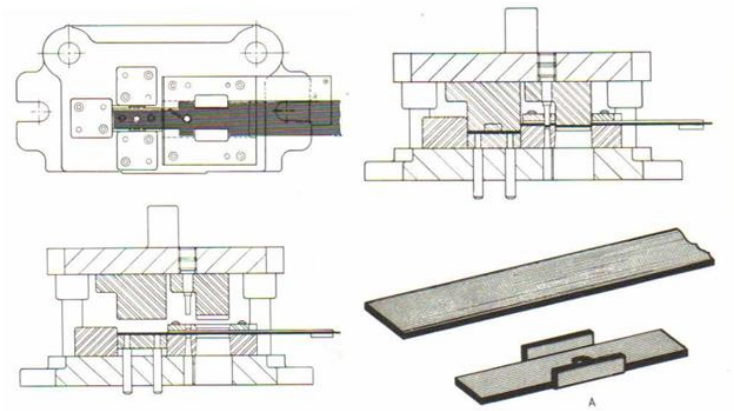


Figura 26. Matriz progresiva [19].

En la ilustración A, una pieza perforada, desbarbada y doblada ha de ser producida completa en una única matriz progresiva.

2.4.17 Matrices de Ensamblar

Diseñadas para unir componentes mediante remachado, ajuste a presión u otros métodos. Estas matrices son esenciales en la fabricación de piezas ensambladas con alta precisión, como cadenas o bisagras [19].

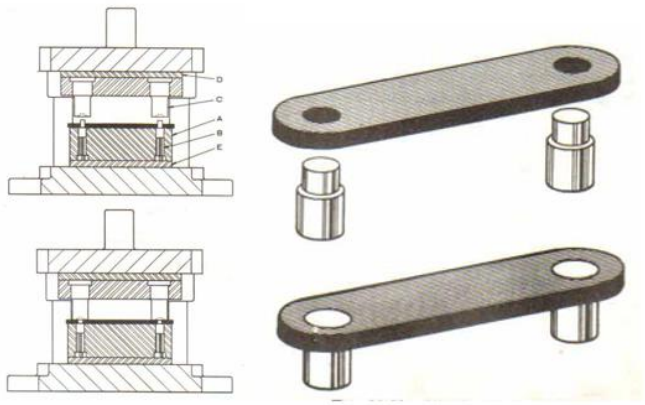


Figura 27. Matriz de ensamblar [19].

Los pasadores son posicionados en la placa matriz A y asientan sobre núcleos B. Luego es colocado el eslabón sobre los pasadores, y los extremos torneados de los pasadores entran en los agujeros del eslabón.

El descenso del pisón de la prensa hace que los punzones de roblonado C deformen los extremos de los pasadores dándoles la forma de cabezas remachadas. Los punzones se apoyan en una placa endurecida para impedir que sus cabezas se hundan en el material relativamente blando del armazón.

2.4.18 Matriz de guía flotante

Es un tipo de matriz diseñada con un mecanismo elástico que permite sujetar firmemente la chapa durante el proceso de corte. En este sistema, la placa guía está integrada en la parte móvil del utillaje y, gracias al sistema de sujeción elástica, la chapa permanece inmovilizada durante toda la operación [7].

Esta inmovilización asegura una mejora significativa en los acabados de los bordes de la pieza cortada, así como en su planitud.

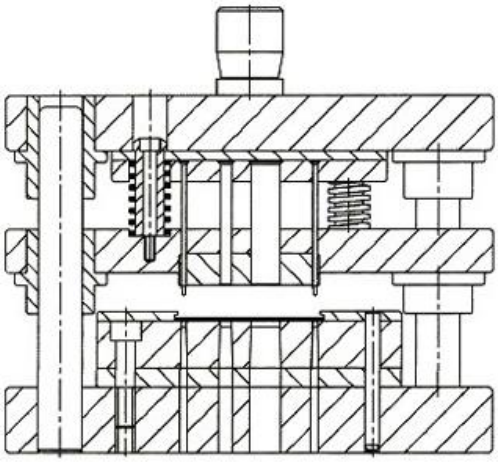


Figura 28. Matriz de guía flotante [10].

2.4.19 Matriz de doble efecto

Una matriz coaxial se caracteriza por permitir la ejecución completa de diferentes operaciones en un único golpe de prensa, utilizando un solo eje de trabajo [10]. Su diseño estructural es notablemente diferente al de otros tipos de matrices, y está específicamente diseñada para la producción de piezas que requieren una alta precisión en las medidas entre cortes.

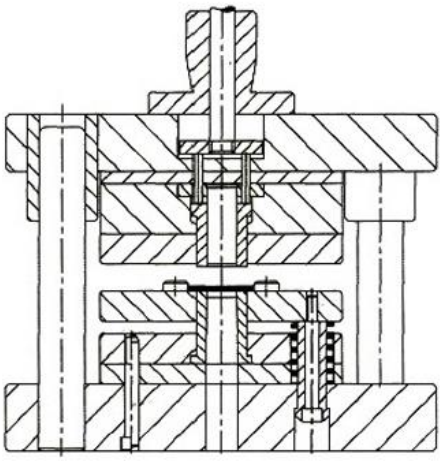


Figura 29. Matriz de doble efecto [10].

2.4.20 Matriz de corte fino

Las matrices de corte fino son herramientas especializadas, similares en diseño a las matrices de doble efecto, pero desarrolladas con mayor precisión y robustez. Su técnica de funcionamiento se distingue principalmente por el sistema de pisado de la chapa, lo cual permite resultados de calidad superior [7].

El sistema incluye una placa pisadora o placa de presión que, al inmovilizar la chapa durante el proceso de corte, genera un estampado alrededor del perímetro de corte. Este estampado crea una incisión que, mediante la expansión del material, lo desplaza contra los elementos de corte.

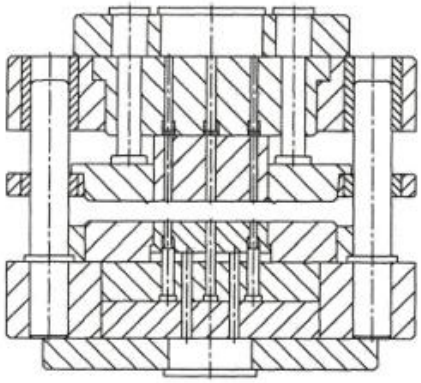


Figura 30. Matriz de corte fino [10].

2.5 Procesos térmicos en matrices progresivas

2.5.1 Endurecimiento al vacío

El endurecimiento al vacío, también conocido como endurecimiento neutro, es un tratamiento térmico utilizado para mejorar las propiedades mecánicas de los metales, especialmente en herramientas y matrices sometidas a esfuerzos repetitivos. Este proceso se lleva a cabo en hornos de vacío, donde el material es calentado a temperaturas elevadas en un entorno libre de oxígeno, evitando la oxidación y la descarbonización [21].

Posteriormente, la pieza se enfría de manera controlada con gas inerte, como nitrógeno o argón, para lograr la dureza deseada sin generar tensiones internas significativas. La principal ventaja del endurecimiento al vacío es que proporciona una combinación óptima de resistencia al desgaste, tenacidad y estabilidad dimensional.

Estos factores son esenciales en el diseño de matrices progresivas, las cuales deben soportar golpes continuos durante procesos como el estampado de metales y el corte fino. Al eliminar contaminantes en la superficie y reducir la deformación del material, este tratamiento permite fabricar componentes con tolerancias precisas y

Otra característica destacada del endurecimiento al vacío es la capacidad de controlar con precisión la temperatura y la velocidad de enfriamiento, lo que resulta en una microestructura homogénea y una dureza uniforme en toda la pieza. Dependiendo del tipo de acero del empleado y de los parámetros del proceso, se pueden alcanzar niveles de dureza elevados sin comprometer la resistencia al impacto del material.

2.6 Acabado superficial en matrices progresivas

2.6.1 Acabado Superficial Zinc-Níquel

El proceso de recubrimiento Zinc-Níquel (Zn-Ni) es ampliamente utilizado en matrices progresivas para proporcionar una elevada resistencia a la corrosión y mejorar la durabilidad de las herramientas. Este acabado se aplica mediante sistemas de deposición metálica en electrolitos alcalinos o ácidos, logrando un contenido de níquel del 12% al 15%.

El recubrimiento de Zn-Ni se caracteriza por su notable dureza superficial, alcanzando hasta 450 HV, lo que lo convierte en una opción ideal para matrices progresivas sometidas a desgaste continuo durante el estampado de metales. Además, la adherencia del recubrimiento asegura que las matrices mantengan sus propiedades protectoras incluso bajo condiciones de alta presión y repetidas operaciones de conformado [22].

Una de las principales ventajas del recubrimiento Zn-Ni es su capacidad para proteger eficazmente contra la corrosión sin comprometer la precisión dimensional de las matrices progresivas. La pasivación posterior al recubrimiento, disponible en acabados transparentes, plata, gris, azul y negro, incrementa la resistencia a la corrosión blanca, garantizando una protección duradera.

Tanto el proceso térmico como el acabado superficial serán contemplados como procesos a utilizarse dentro del proyecto.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

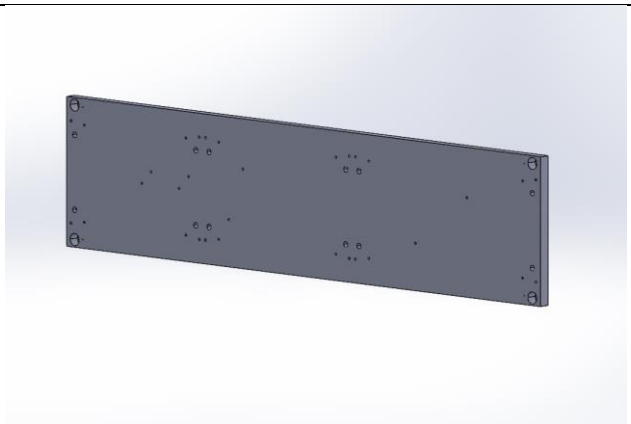
3.1 Partes de la matriz progresiva

3.1.1 Placa superior

Distribuye de manera uniforme las fuerzas aplicadas por la prensa sobre la matriz, garantizando la estabilidad y el equilibrio de todo el sistema durante las operaciones de corte, punzonado y conformado. Además, proporciona una rigidez estructural crucial que evita desalineaciones o desplazamientos en las piezas móviles, asegurando un funcionamiento preciso y eficiente [20].

TABLA VI

DESCRIPCIÓN DE PLACA SUPERIOR

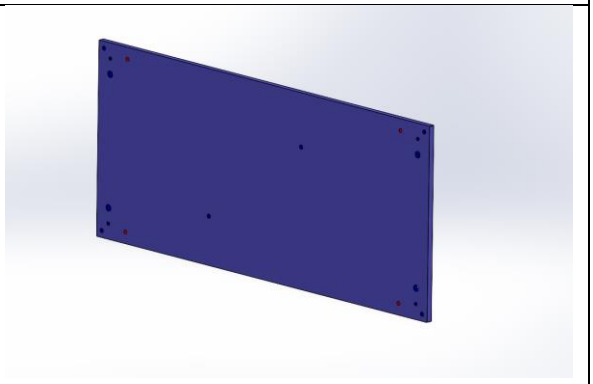
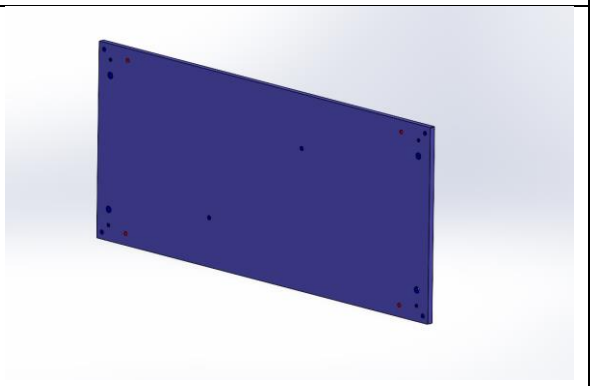
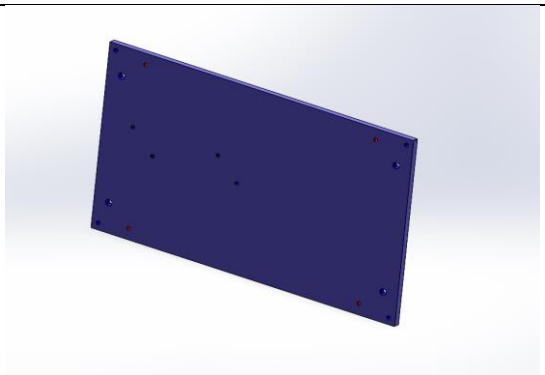
Descripción	Simulación en el software
Placa superior Medidas: 2920 * 678 * 50 mm Material: AISI 1045	

3.1.2 Placas sufridera superior

Estas placas protegen los elementos estructurales más costosos, como la placa base o los punzones, evitando que sufran daños directos y extendiendo significativamente la vida útil de la matriz. Su ubicación estratégica permite recibir las fuerzas concentradas durante el proceso de corte, punzonado o conformado, distribuyéndolas de manera uniforme [20].

TABLA VII

DESCRIPCIÓN PLACAS SUFRIDERA SUPERIOR

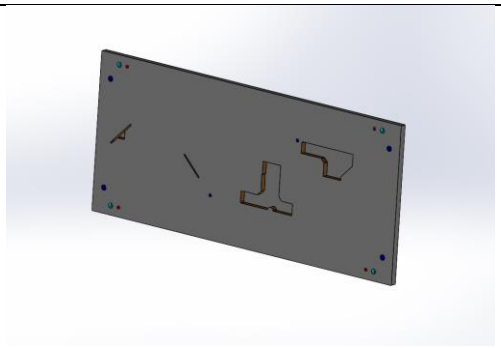
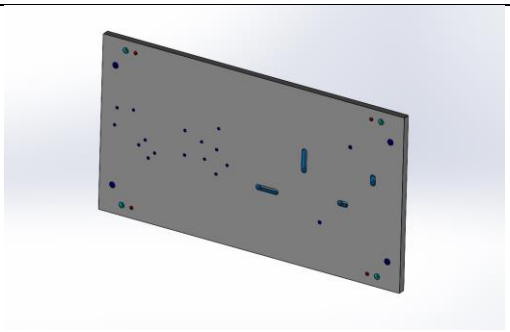
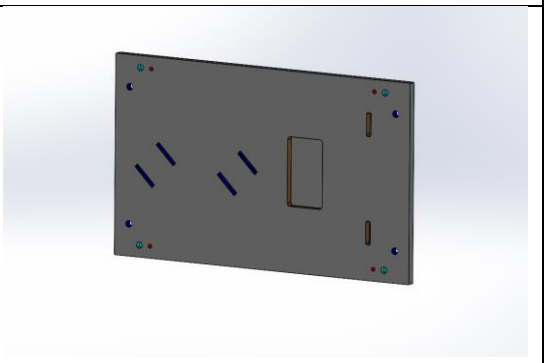
Descripción	Simulación en el software
Sufridera superior – Zona de punzonado Medidas: 1146*500*15 mm Material: AISI D2	
Sufridera superior – Zona de perforado Medidas: 922*498*15 mm Material: AISI D2	
Sufridera superior – Zona de doblado Medidas: 826*498*15 mm Material: AISI D2	

3.1.3 Placas porta punzones

Su función principal es sostener y fijar los punzones en su posición exacta. Esta placa garantiza que los punzones mantengan la alineación precisa durante las operaciones de corte, punzonado y conformado. Su diseño incluye perforaciones ajustadas para alojar los punzones de manera segura [20].

Tabla VIII

DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA PUNZONES

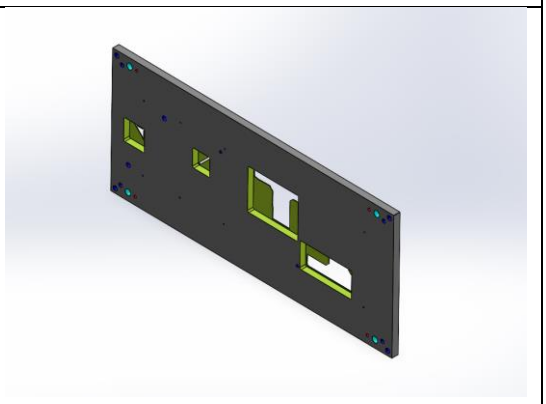
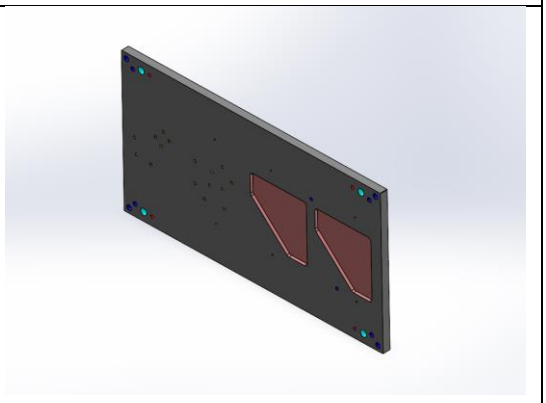
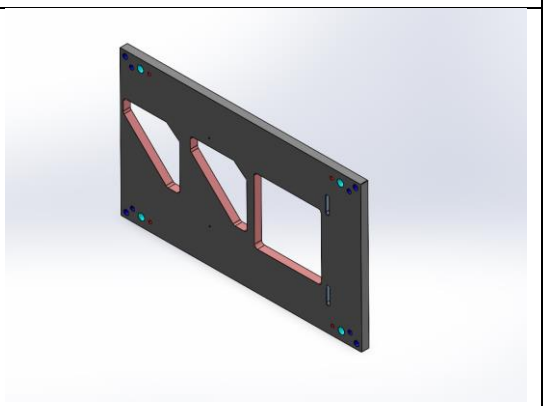
Descripción	Simulación en el software
Porta punzones – Zona de punzonado Medidas: 1148*498*20 mm Material: AISI 1045	
Porta punzones – Zona de perforado Medidas: 922*498*20 mm Material: AISI 1045	
Porta punzones – Zona de doblado Medidas: 826 * 498*20 mm Material: AISI 1045	

3.1.4 Placas porta matrices

Es un componente estructural que sirve como base para fijar y alinear las partes de la matriz, garantizando la estabilidad y precisión durante el proceso de conformado [20]. Estas placas están diseñadas para soportar las cargas generadas durante el estampado y asegurar el correcto posicionamiento de los punzones y matrices, evitando desviaciones que puedan afectar la cal.

Tabla IX

DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA MATRICES

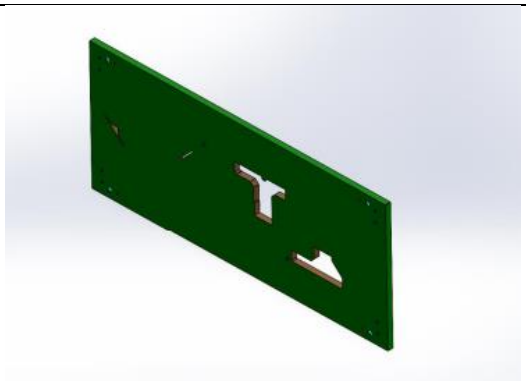
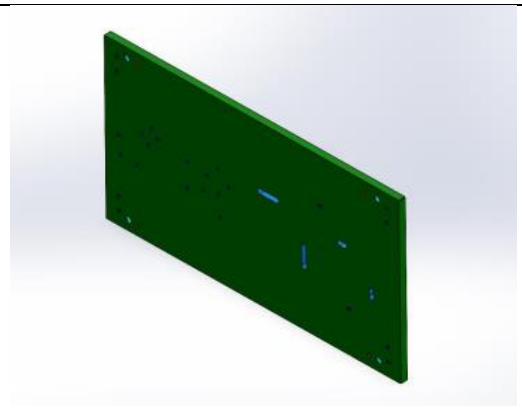
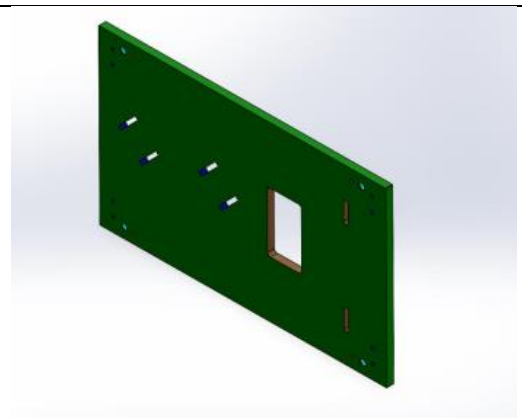
Descripción	Simulación en el software
Porta matrices – Zona de punzonado Medidas: 1146*498*25 mm Material: AISI D2	
Porta punzones – Zona de perforado Medidas: 922*498*25 mm Material: AISI D2	
Porta punzones – Zona de doblado Medidas: 826*498*25 mm Material: AISI D2	

3.1.5 Prensa chapa o pisador

Diseñado para sujetar firmemente la lámina de metal durante las operaciones de conformado, como punzonado, corte o doblado. Su función principal es evitar desplazamientos o deformaciones indeseadas del material, garantizando la precisión y calidad del producto final [20].

TABLA X

DESCRIPCIÓN PLACAS PORTA MATRICES

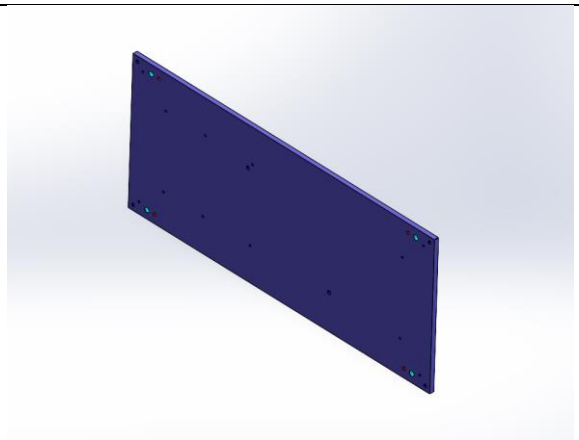
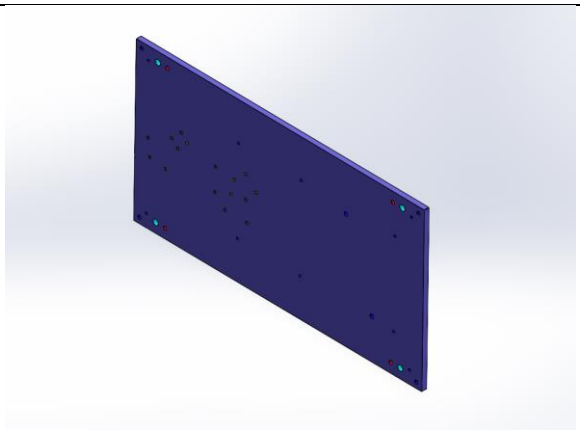
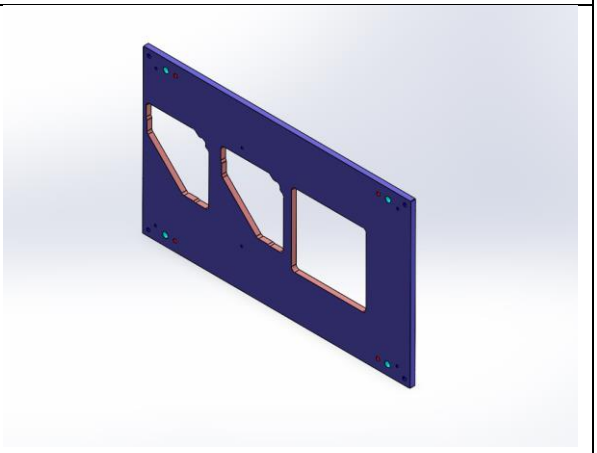
Descripción	Simulación en el software
Porta matrices – Zona de punzonado Medidas: 1146*498*25 mm Material: AISI D2	
Porta punzones – Zona de perforado Medidas: 922*498*25 mm Material: AISI D2	
Porta punzones – Zona de doblado Medidas: 826*498*25 mm Material: AISI D2	

3.1.6 Placas sufrideras inferiores

Las placas sufrideras son componentes de sacrificio que absorben el desgaste y las tensiones durante las operaciones repetitivas [20]. Estas placas protegen a los elementos más costosos de la matriz, extendiendo su vida útil. Su función principal es minimizar el impacto de las fuerzas generadas durante el proceso de estampado, evitando que componentes críticos, como los punzones y las matrices.

TABLA XI

DESCRIPCIÓN PLACAS SUFRIDERAS INFERIORES

Descripción	Simulación en el software
Sufridera Inferior – Zona de punzonado Medidas: 1146*498*25 mm Material: AISI 1045	
Sufridera Inferior – Zona de perforado Medidas: 922*498*25 mm Material: AISI 1045	
Sufridera Inferior – Zona de doblado Medidas: 826*498*25 mm Material: AISI 1045	

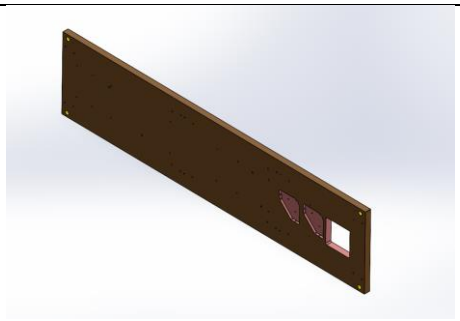
3.1.7 Placa base inferior

La placa base es el componente estructural más importante de la matriz progresiva, ya que actúa como el soporte principal donde se montan todos los elementos de la matriz.

Debe ser lo suficientemente rígida para resistir las fuerzas de compresión y tensiones generadas durante las operaciones de corte, punzonado y doblado, evitando deformaciones permanentes [20].

TABLA XII

DESCRIPCIÓN PLACA BASE INFERIOR

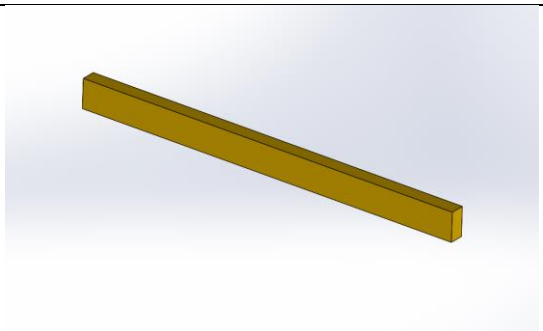
Descripción	Simulación en el software
Base inferior Medidas: 2920*678*500 mm Material: AISI 1045	

3.1.8 Bloques de apoyo transversal

Estos bloques funcionan como elementos de refuerzo, distribuyendo las fuerzas de manera uniforme para evitar deformaciones en la estructura de la matriz y garantizar la alineación precisa de las piezas durante el ciclo de trabajo [20].

TABLA XIII

DESCRIPCIÓN BLOQUES DE APOYO TRANSVERSAL

Descripción	Simulación en el software
Apoyos transversales Material: AISI 1045	

3.1.9 Punzones

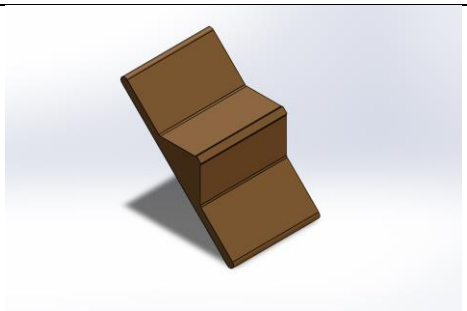
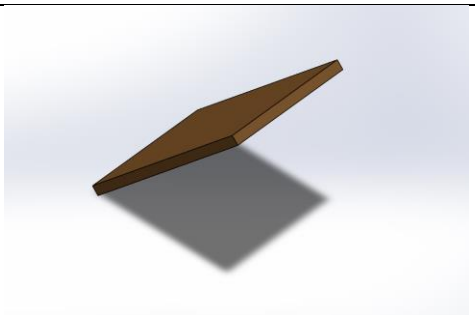
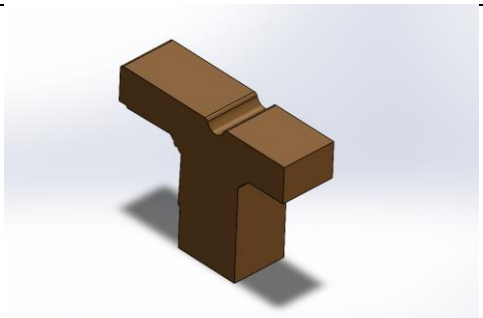
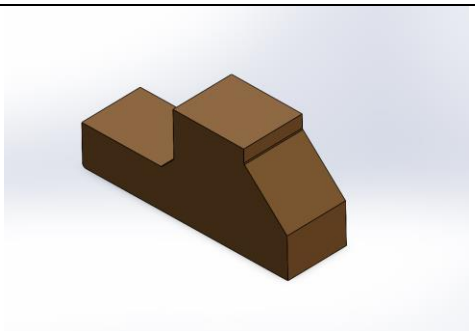
Los punzones son herramientas de corte que realizan perforaciones, cortes y otros trabajos directamente sobre la lámina metálica. Su diseño debe garantizar bordes afilados y una alta durabilidad para soportar el desgaste abrasivo constante [23].

3.1.10.1 Punzones de corte

Este punzón lleva a cabo la etapa final del proceso de fabricación, encargándose de cortar la sección de chapa que conecta la pieza terminada con el fleje. Para obtener el acabado y la dureza que seamos, estos punzones serán tratados mediante un proceso de templado y revenido [24].

TABLA XIV

DESCRIPCIÓN PUNZONES DE CORTE

Descripción	Simulación en el software
Punzón de corte I Material: AISI D2	
Punzón de corte II Material: AISI D2	
Punzón de corte III Material: AISI D2	
Punzón de corte IV Material: AISI D2	

3.1.11 Elementos normalizados

3.1.11.1 Punzones de perforación

En este proceso, se inicia con una perforación circular para el posicionamiento de la banda. A medida que el fleje progresa, se añaden dos perforaciones adicionales que forman parte de la pieza a fabricar. Durante la perforación de la chapa, los retales de material desprendidos tienden a seguir el punzón fuera del agujero de la matriz, lo que puede constituir un problema importante en matrices progresivas [24].

3.1.11.2 Casquillos de corte

En las matrices que realizan perforaciones, se utilizan casquillos endurecidos, comúnmente fijados a la placa de la matriz. Esto permite ahorrar la necesidad de fabricar un nuevo componente cada vez, ya que los casquillos pueden reemplazarse fácilmente si los bordes se rompen o desgastan [12].

El casquillo, que se introduce a presión en la matriz, tiene un rebaje en su extremo inferior, lo que facilita su alineación correcta al ser introducido. Esta característica es clave para garantizar la precisión en la distancia centro a centro entre los agujeros.

3.1.11.3 Pilotos de posicionamiento

Los pilotos juegan un papel fundamental en el funcionamiento de la matriz de estaciones múltiples. Las averías en la línea de producción a menudo pueden ser atribuibles a defectos en el diseño de los pilotos [7]. En su aplicación, deben considerarse varios factores: deben ser lo suficientemente fuertes para resistir impactos repetidos sin fracturarse.

3.1.11.4 Columnas y casquillos de guía

Las columnas y los casquillos de guía son piezas cilíndricas que forman parte del sistema de guiado y alineación del recorrido de la parte superior de la matriz. Están fabricados en acero tratado, con superficies rectificadas y lapeadas, y tienen como objetivo asegurar una perfecta alineación entre la parte móvil y la parte fija de la matriz [12].

Los diámetros y longitudes de estos elementos deben estar proporcionados al tamaño de la matriz y a los esfuerzos que deberán soportar para evitar pandeo o vibraciones excesivas. Si estos fenómenos ocurren de manera desmesurada, puede haber un riesgo de gripaje o incluso de rotura de los elementos.

3.1.11.5 Elevadores de banda

En las operaciones de corte y doblado, la banda puede adherirse a la cara de la placa de la matriz, lo que impide su avance adecuado. Para resolver este problema, se diseñan elevadores que funcionan de manera automática mediante un sistema elástico. Estos elevadores actúan de manera similar a los punzones de posicionamiento, pero en lugar de empujar, centran la banda [12]. Un pequeño punzón, impulsado por un muelle, asegura que la banda se eleve de la matriz sin interferir con el proceso.

3.1.11.6 Guías de banda

Las guías de banda están diseñadas para guiar la banda longitudinalmente a través de la matriz, evitando desviaciones o ondulaciones que podrían afectar la calidad de las operaciones de corte y doblado [19]. Están construidas con un encaje de holgura y se ajustan en función de la altura de elevación, asegurando que la banda se desplace de manera precisa a través de la matriz.

Las guías de banda están fabricadas con materiales de bajo coeficiente de fricción y alta capacidad de lubricación, como el bronce con insertos de grafito, lo que reduce el riesgo de gripajes y otras averías graves [19].

3.1.11.7 Bloques de seguridad

Los bloques limitadores son topes de seguridad que se ajustan a las alturas de la parte superior e inferior de la matriz para limitar la carrera y detener la parte móvil en caso de una avería [10]. Actúan como referencia durante la preparación y ajuste del troquel, ayudando a evitar o minimizar los daños que podrían ocurrir durante el proceso de producción. Su función principal es garantizar la seguridad y precisión en el funcionamiento de la matriz.

3.1.11.8 Columnas guía para placas de parte móvil

Las columnas guía son pasadores rectificados con alta precisión que se insertan en los agujeros taladrados en el porta matriz, proporcionando alineación exacta entre los punzones y la matriz [20]. Los casquillos de guía, fabricados en bronce con insertos de grafito, se acoplan con las columnas guía para asegurar la precisión en la alineación del conjunto. La longitud y el diámetro de los casquillos se seleccionan en función de los requisitos de precisión de la matriz.

3.1.11.9 Elementos elásticos

Los resortes helicoidales son componentes esenciales en las matrices, especialmente en aquellas que cuentan con un sistema elástico para la expulsión de la chapa. Estos resortes trabajan a compresión y se utilizan con frecuencia para la extracción de la chapa o para cualquier movimiento de recuperación necesario durante el funcionamiento de la matriz. Los resortes helicoidales no solo se limitan a las matrices, sino que también se utilizan en otros tipos de maquinaria industrial [5].

3.1.11.10 Pernos limitadores

Los pernos limitadores son tornillos diseñados para guiar los muelles de los troqueles con pisador [20]. La cabeza de los pernos se aloja en la placa superior, mientras que la rosca se fija en la placa prensa chapa, formando así la parte móvil del troquel. Estos tornillos están diseñados para soportar esfuerzos de tracción, y su casquillo exterior actúa como guía para los tornillos, evitando el rozamiento directo con las placas y reduciendo el desgaste de estas.

3.1.11.11 Elementos de unión

Los elementos de unión más utilizados en matricería son los tornillos de rosca métrica de cabeza cilíndrica Allen. Dependiendo de las necesidades, también se pueden usar tornillos de cabeza cilíndrica de altura reducida o tornillos de cabeza cónica, especialmente cuando el espesor de los elementos a sujetar es mínimo [9]. Los tornillos se fabrican en acero de diferentes calidades, dependiendo de los requisitos de resistencia y durabilidad de la matriz.

3.2 Diseño del herraje

3.2.1 Dimensionado del herraje

Para comenzar con el modelado del herraje, comenzamos sacando las dimensiones, para su modelado utilizaremos acero A36.

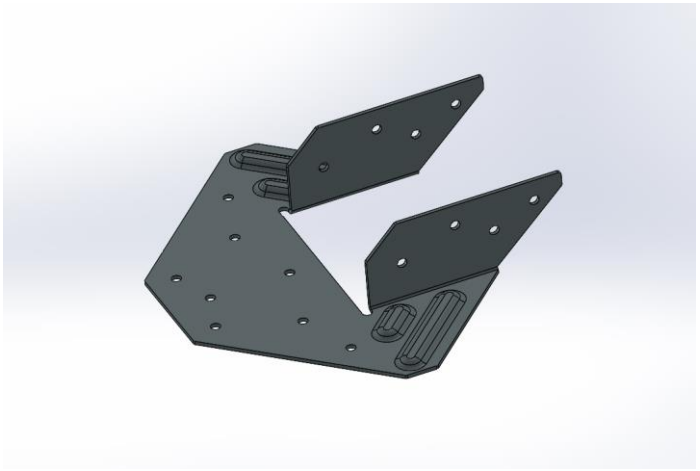


Figura 31. Herraje modelado

Para el siguiente proceso deberemos identificar las operaciones necesarias: corte, punzonado, doblado, todas aquellas que intervengan en el proceso.

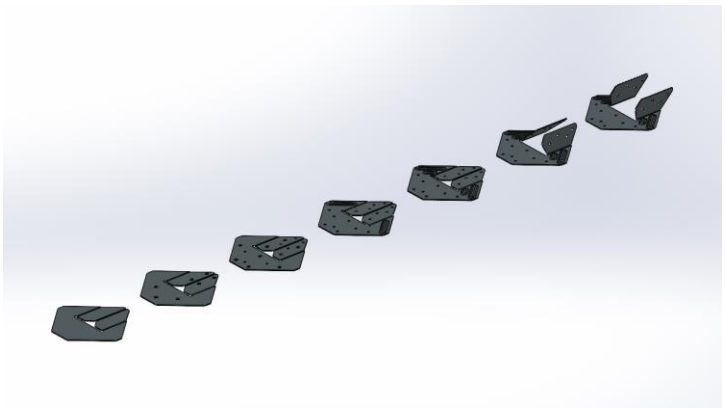


Figura 32. Proceso de mecanizado del herraje

3.2.2 Operaciones presentes en el herraje

3.2.2.1 Punzonado de corte

En primeras instancias el herraje va a ser cortado con la ayuda de los punzones de corte formando así el alma de la pieza



Figura 33. Herraje zona de punzonado

3.2.2.2 Punzonado de perforación (Piercing)

Una vez tenemos la pieza en bruto pasamos a la siguiente etapa del proceso en la matriz, la cual será perforada con un diámetro de 5 milímetros.

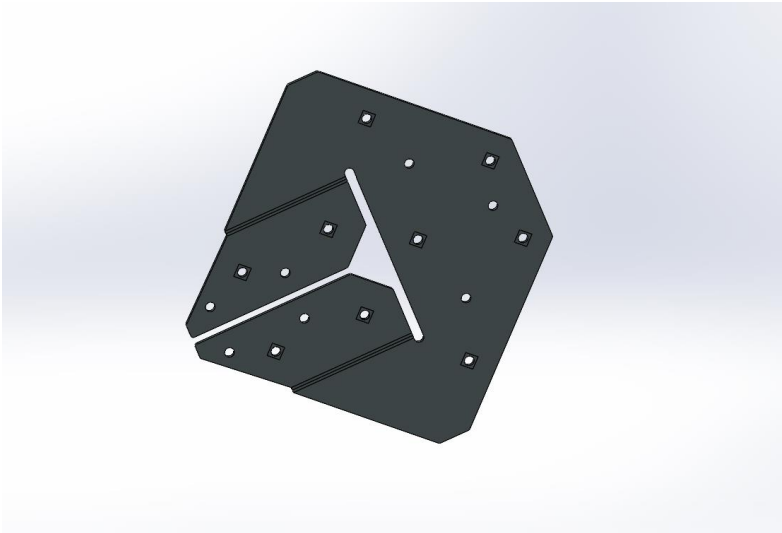


Figura 34. Herraje zona de perforado

3.2.2.3 Estampado o estampación industrial

Una vez tenemos las perforaciones correspondientes podemos observar como a los laterales del herraje formamos dos pares de cordones en el herraje, estos cordones se forman mediante el proceso de estampado industrial.

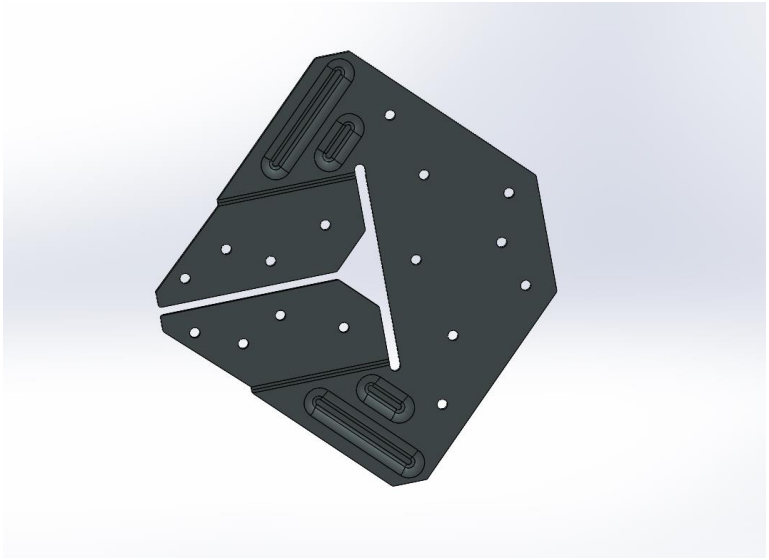


Figura 35. Herraje en proceso de estampado

3.2.2.4 Doblado

Finalmente, en el proceso de la matriz, los troqueles se van a encargar de realizar el doblado establecido en cada una de las pestañas, la matriz cuenta con dos procesos de doblado uno de 45 grados y finalmente el siguiente de 90 grados.

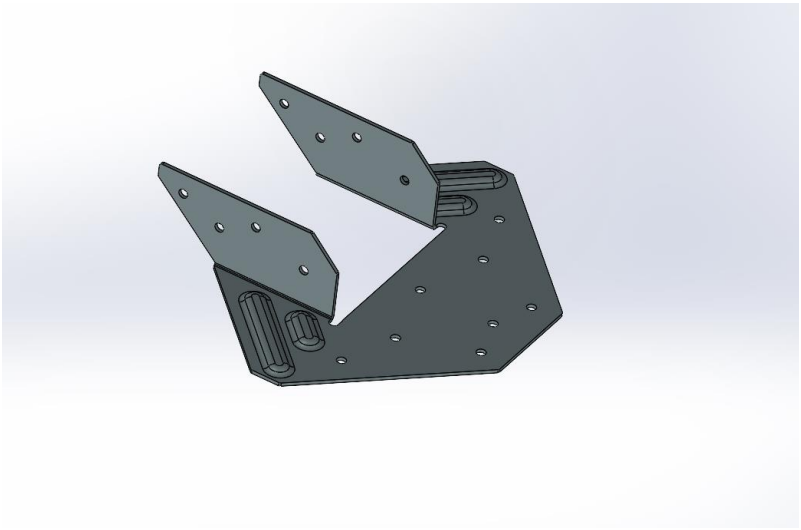


Figura 36. Herraje en proceso de doblado

3.3 Desarrollo de la matriz

Optamos por una matriz progresiva conociendo que el herraje requiere de varios procesos de conformado. Comenzamos por diseñar el espaciado de las placas considerando las cargas y el espacio de trabajo que tendrá la banda.

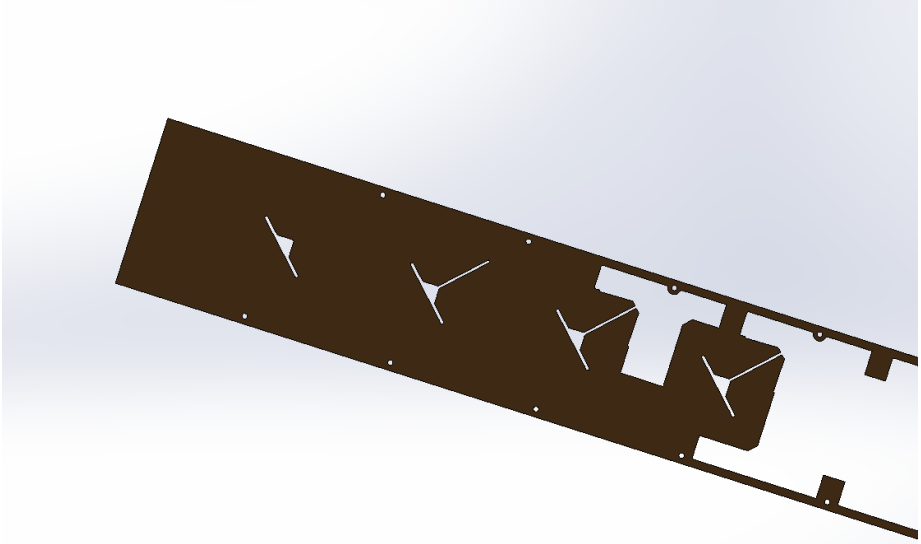


Figura 37. Distribución de la banda

Una vez realizamos la disposición de las piezas y el espaciado pertinente entre cada una para evitar una sobre monta de estas, procedemos a realizar la banda en la cual colocamos cada una de las estaciones pertinentes para el modelado del herraje. En este caso tenemos una banda con 12 estaciones diferentes.

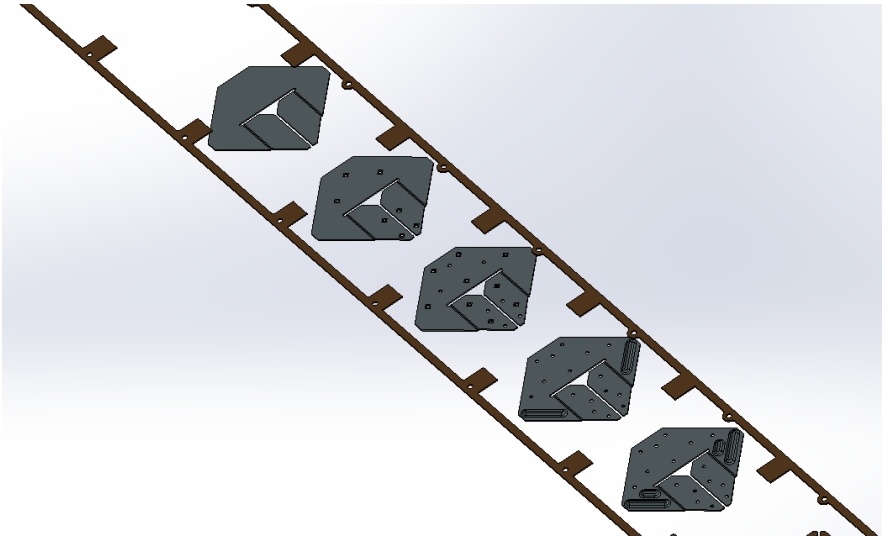


Figura 38. Posicionamiento del herraje en la banda

Una vez tenemos la banda distribuida consideramos comenzar a diseñar las placas de la matriz y sus diferentes estaciones de trabajo. En este caso vamos a realizar una matriz progresiva que consta de 12 placas, con el objetivo de que pueda abarcar cada uno de los procesos de conformado.

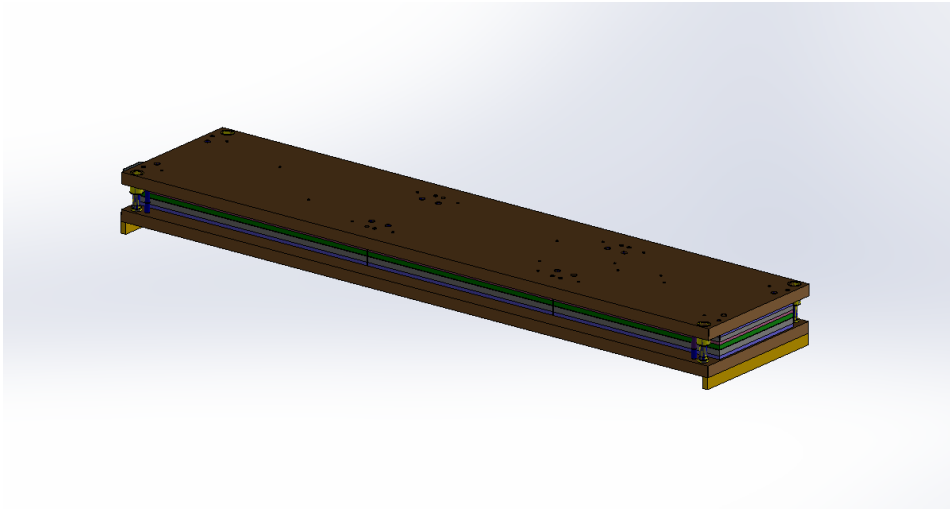


Figura 39. Ensamble de la matriz

Es preciso decir en este punto que la matriz ha sido dividida en 3 partes diferentes esto con la finalidad de tener estaciones de trabajo que se encarguen de un proceso diferente

En la primera etapa vamos a encargarnos de todos los punzonados para poder obtener la pieza en bruto, cada uno de los punzones fue distribuido con la finalidad de tener así una mejor optimización del desperdicio del material.

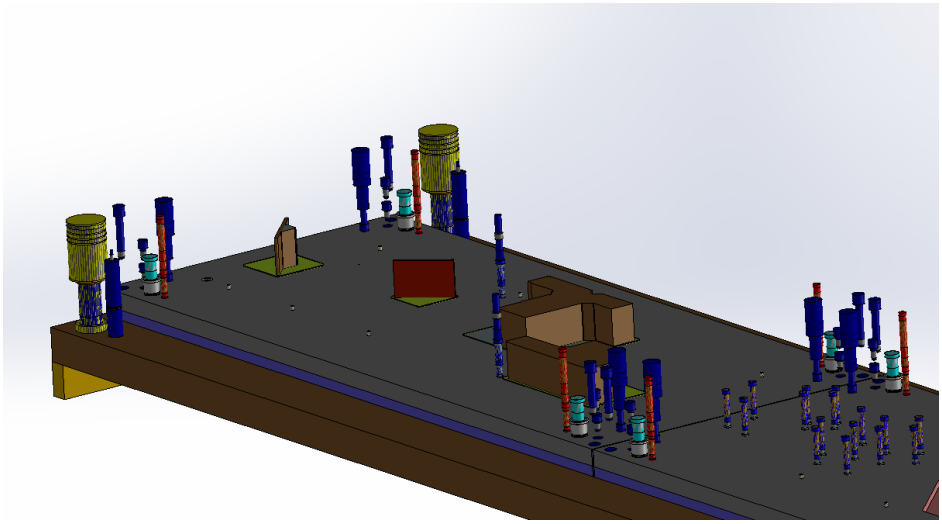


Figura 40. Etapa de punzonado de la matriz

En la segunda etapa vamos a trabajar la parte de las perforaciones y estampado, en ella encontramos los punzones de 5 mm de diámetro los cuales perforaran la pieza y a continuación de esta tenemos los punzones de estampado, estos son los encargados de darle los acabados al herraje.

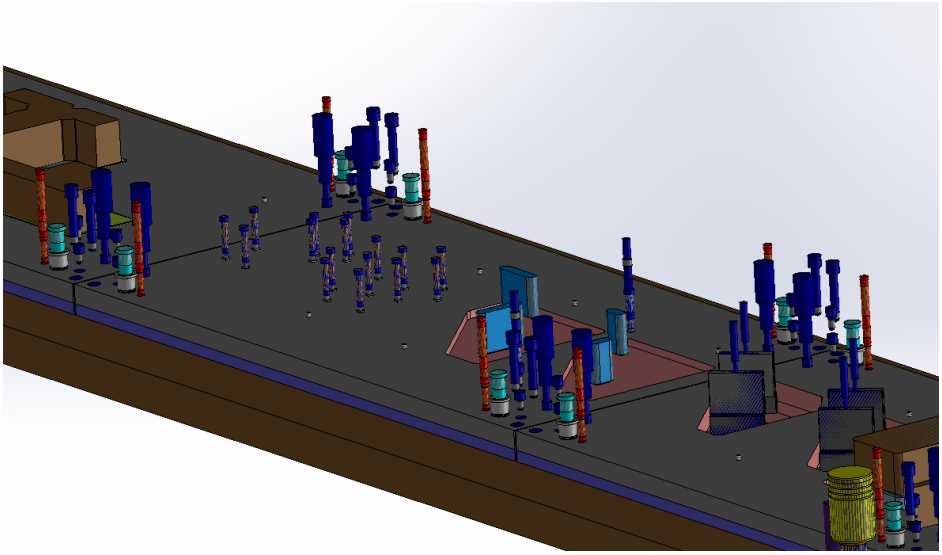


Figura 41. Etapa de perforado y estampado de la matriz

En la tercera etapa y final, el herraje llega a la etapa de doblado y expulsado, la primera etapa de doblado hará un dobles en la brida de 45 grados, ayudado del troquel para luego continuar al doblado de 90 grados y finalmente ser expulsada por el punzón.

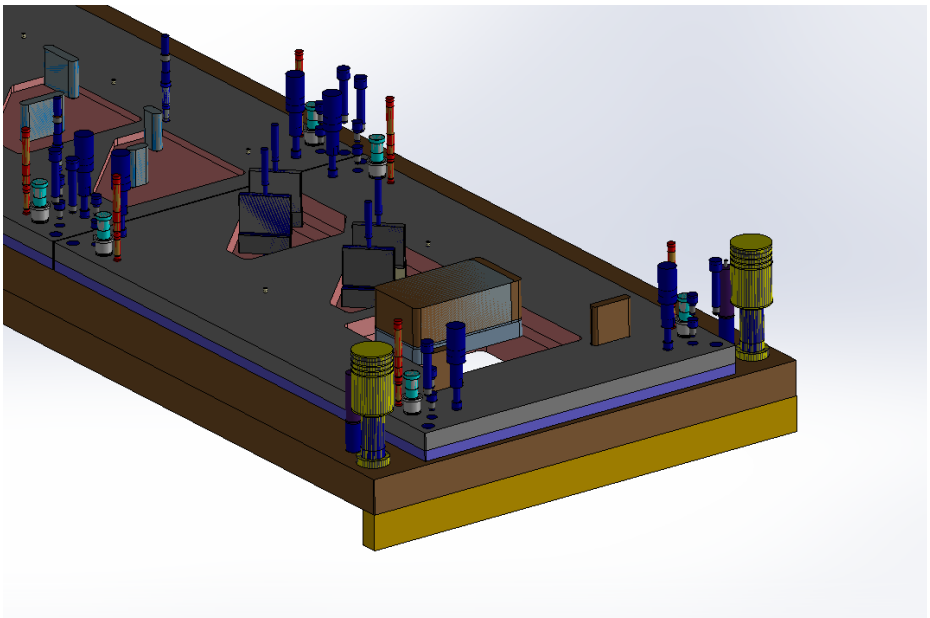


Figura 32. Etapa de doblado de la matriz

3.4 Cálculos

3.4.1 Cálculo de fuerza de corte

Identificamos los punzones de corte de toda la matriz

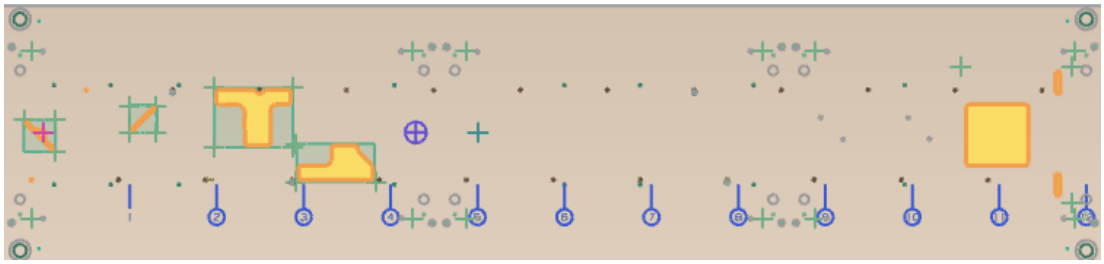


Figura 33. Etapa de doblado de la matriz

Para ello vamos a necesitar los datos de las fuerzas de corte que nos proporciona el software, en la imagen se señalan de color amarillo los diferentes punzones que encontramos en la matriz, enumeradas del de 1 al 9 de izquierda a derecha.

TABLA XV

FUERZAS DE CORTE - SOFTWARE

FUERZAS DE CORTE	
Punzón de corte I (Newtons)	543,435.87
Punzón de corte II (Newtons)	382,508.69
Punzón de corte III (Newtons)	20,319.76
Punzón de corte IV (Newtons)	20,319.76
Punzón de corte V (Newtons)	183,493.76
Punzón de corte VI (Newtons)	141,312.97
Punzón de corte VII (Newtons)	18,959.19
Punzón de corte VIII (Newtons)	19,039.09
Punzón de corte IX (Newtons)	95,318.09
Total (Newtons)	**1424707,17**

La fuerza de corte se refiere al esfuerzo requerido para separar una porción de material de una lámina metálica mediante el proceso de cizalladura [9]. En el contexto del diseño de matrices progresivas para la fabricación de herrajes estructurales en acero galvanizado conformado en frío, esta fuerza juega un papel fundamental en el diseño y dimensionamiento del equipo.

La ecuación viene dada por:

$$F_{corte} = 0.7 S_u t L \qquad (1)$$

Donde:

$S_u =$ Resistencia a la rotura

$L =$ Perímetro de corte

$t =$ Espesor de la chapa

$F_c =$ Fuerza de corte

Para ello entonces realizamos los siguientes cálculos:

Sabemos que la resistencia a la tracción media para el acero ASTM A36 viene dada en un rango entre 400 – 550Mpa entonces, sabiendo esto y teniendo en cuenta que queremos obtener la fuerza de corte, vamos a utilizar el valor de 550 Mpa esto debido a que queremos para garantizar que el cálculo sea conservador y no se subestime la carga de corte que puede resistir el material.

$$S_u = 550\ Mpa$$

El espesor del material en nuestro caso va a ser de 2 mm y el perímetro total de la pieza que tenemos es de 2056,44 mm

$P =$ 2056,44 mm

$e =$ 2 mm

Una vez tenemos todos los datos necesarios procedemos a calcular:

$$F_{corte} = 0.7(550\ MPa)(2)(1762{,}161) = 1356863{,}97\ N$$

El porcentaje de error de la fuerza de corte es del 5%.

3.4.2 Cálculo de fuerza de extracción

La fuerza de extracción se refiere al esfuerzo necesario para separar los punzones de la porción de chapa que permanece adherida a ellos después de realizar el proceso de corte [7]. En el diseño de matrices progresivas para herrajes de unión viga-columna, esta fuerza es un factor crítico para garantizar la eficiencia y precisión en el proceso de fabricación.

Según [9] se estima que la fuerza de extracción equivale a aproximadamente un 10% de la fuerza de corte, lo cual debe considerarse al dimensionar los componentes de la matriz y al seleccionar los materiales de los punzones.

La ecuación viene dada por:

$$F_{ext} = F_c * 0{,}7 \quad (2)$$

Donde:

$F_{ext} =$ Fuerza de extrusión

$F_c =$ Fuerza de corte

Entonces, al conocer ya la fuerza de corte que calculamos anteriormente, comenzamos con los respetivos cálculos:

$F_{ext} =$ Fuerza de extrusión

$F_c = 1583458{,}8\ N$

$$F_{ext} = 1356863{,}97\ \ N * 0{,}7 = 949{,}804.78\ N$$

3.4.3 Cálculo de fuerza de expulsión

Al completar el proceso de corte, las piezas recién cortadas tienden a quedarse adheridas en el interior de la matriz debido a la fricción o a la falta de inclinación en las paredes de la matriz [13]. Este fenómeno ocurre mientras las piezas permanecen en la zona de corte, conocida como "vida de la matriz", que no presenta ningún ángulo que facilite su desplazamiento.

Se estima que esta fuerza equivale aproximadamente a un 1,5% del valor total de la fuerza de corte, y es fundamental tomarla en cuenta para garantizar un funcionamiento eficiente de la matriz y evitar desgastes prematuros o bloqueos en el proceso de producción [9].

La ecuación viene dada por:

$$F_{exp} = F_c * 0{,}015 \quad (3)$$

Donde:

$F_{ext} =$ Fuerza de extrusión

$F_c =$ Fuerza de corte

Entonces seria de la siguiente manera.

$F_c = 1583458{,}8\ N$

$$F_{exp} = 1583458{,}8\ N * 0{,}015 = 20352.96\ N$$

3.4.4 Cálculo de fuerza de doblado

El cálculo de estas fuerzas se ocupa principalmente cuando hay que determinar la fuerza necesaria para transformar la chapa en forma de L en el caso de nuestra matriz y más exactos en el caso de nuestro herraje es necesario ya que como podemos observar en él ocurren dos doblados en forma de L [9].

$$F_d = \frac{k * \sigma_t * a_t * e^2}{L} * 4 \qquad (4)$$

Para ello vamos a utilizar el ancho de doblado, el cual será igual a la sumatoria de todos los lados doblados, en este caso al solo tener dos lados de doblamos $(a_1)\ vamos\ a$ multiplicarlo por 2.

$$a_t = a_1$$

$$a_t = 67{,}49 * 2 = 134{,}89 \text{ mm}$$

La distancia entre sus apoyos

$$L_t = L_1$$

$$L_t = 89{,}98 \text{ mm}$$

La resistencia media a la tracción ya la conocemos

$$\sigma_t = 550\ Mpa$$

Para conocer el factor k de la pieza en este caso vamos a recurrir a la tabla de a continuación:

TABLA XVI

FACTOR K DE ESTIMACIÓN SEGÚN EL MECANIZADO

Tipo de Operación	Relación del Radio con el Espesor	Material Suave	Material Medio	Material Duro
Doblado con aire	0 a espesor (radio menor o igual al espesor del material)	0.33	0.38	0.4
	Espesor a 3× espesor (radio entre 1 y 3 veces el espesor)	0.4	0.43	0.45
	Mayor a 3× espesor (radio mayor a 3 veces el espesor)	0.5	0.5	0.5
Doblado con matriz	0 a espesor (radio menor o igual al espesor del material)	0.42	0.44	0.46
	Espesor a 3× espesor (radio entre 1 y 3 veces el espesor)	0.46	0.47	0.48
	Mayor a 3× espesor (radio mayor a 3 veces el espesor)	0.5	0.5	0.5
Coining (acuñado)	0 a espesor (radio menor o igual al espesor del material)	0.38	0.41	0.4
	Espesor a 3× espesor (radio entre 1 y 3 veces el espesor)	0.44	0.46	0.47
	Mayor a 3× espesor (radio mayor a 3 veces el espesor)	0.5	0.5	0.5

En ella vamos a elegir el factor de k que mejor se adapte a nuestro material, en este caso conocemos que el acero ASTM A36 es un acero medio en relación con los suaves y duros, debido a sus especificaciones mecánicas, conocemos que se va a realizar un doblado con matriz y finalmente en el modelo 3D de la pieza nos ayuda saber que el diámetro es menor igual al espesor del material entonces elegimos 0,44 como nuestro factor k.

$$k = 0{,}44$$

Para concluir, procedemos a realizar el cálculo deducido por la fórmula anteriormente nombrada

$$F_d = \frac{0{,}4 * 550 * 134{,}89 * 2^2}{89{,}98} * 4 = 5276{,}870\ N$$

3.4.5 Cálculo de fuerza de expulsión de doblado

Este cálculo de fuerzas viene dado por el movimiento continuo que lleva la chapa, una vez avanza está sujeta a un proceso de doblado [7].

$$F_{expulsion} = 0{,}0125 * F_d \quad (5)$$

Al tener ya la fuerza de doblado, la ecuación nos quedaría de la siguiente manera

$$F_{expulsion} = 0{,}0125 * 5276{,}870 = 65{,}960875\ N$$

3.4.6 Cálculo de fuerza total del proceso

Calculamos las fuerzas totales del proceso dentro de la matriz teniendo en cuenta los diferentes punzonados, cortes, cizallamientos que esta posee [9].

$$F_{total} = (F_c + F_d) \quad (6)$$

Finalmente, al haber calculo previamente sus respectivas fuerzas procedemos a sustituir los datos y obtener el resultado final de fuerzas totales

$$F_{total} = (1583458{,}8 + 5276{,}870)1{,}2 = 1906482{,}804\ N$$

Al concluir tenemos que la fuerza total viene siendo dada por $1906482{,}804\ N$ o lo que vendría siendo igual a 194 toneladas fuerza.

3.4.7 Cálculo de la potencia

$$P = \frac{F_{Operación} * c}{t} \quad (7)$$

Donde:

$F_{Operación}$= Fuerza de operación (corte, doblado).

c= Carrera efectiva, está dada en función del espesor: $c = 0.5 * e$

t= Tiempo que tarda el punzón en completar un ciclo.

3.4.8 Cálculo de potencia absorbida en el corte

$$F_{ext} = 1583458{,}8\ N * 0{,}7 = 1108421{,}16\ N$$

$$F_{\text{Operación}} = F_c + F_{\text{Extracción}} = 1583458{,}8 + 1108421{,}16 = 2691879{,}96\ N$$

$$c = 0.5 * e = 0.5(2) = 1\ mm$$

$$t = 1\ s$$

$$P_c = \frac{F_{Operación} * c}{t} \quad (8)$$

$$P_c = \frac{(2691879{,}96\ N) * (1\ mm)}{1\ s}$$

$$P_c = 2691879{,}96\ W$$

3.4.9 Cálculo de potencia absorbida en el doblado

$$F_{\text{Extracción}} = 0.08 * F_d = 0.08 * 5276{,}870 = 422{,}1496\ N$$

$$F_{\text{Operación}} = F_d + F_{\text{Extracción}} = 5276{,}870 + 422{,}1496 = 5699{,}0196\ N$$

$$c = 0.5 * e = 0.5(2) = 1\ mm$$

$$t = 1\ s$$

$$P_d = \frac{F_{Operación} * c}{t}$$

$$P_d = \frac{(5699{,}0196\ N) * (1\ mm)}{1\ s}$$

$$P_d = 5699{,}0196W$$

3.4.10 Cálculo de potencia total

$$P_{total} = P_c + P_d \quad (9)$$

$$P_{total} = 2691879{,}96 + 5699{,}0196 = 2697578{,}97W$$

3.4.11 Juego entre punzón y matriz

El proceso de doblado genera significativos niveles de fricción en la superficie de las partes activas de los utillajes. Esta fricción surge debido a los esfuerzos requeridos para conformar la chapa, al deslizamiento del material entre los componentes activos y al desplazamiento molecular inducido durante su deformación [6].

La ecuación viene dada por:

$$D = 1{,}1 * e \quad (10)$$

Donde:

e = Espesor de la chapa

Conocemos que el espesor del material es de 2 mm, entonces quedaría de la siguiente manera

$$D = 1{,}1 * 2 = 2{,}2$$

3.4.12 Resistencia de los punzones al pandeo

Los punzones, debido a su función en el proceso de corte, experimentan un esfuerzo de pandeo directamente relacionado con la fuerza de cizalladura que ejercen durante la operación. Este esfuerzo es crucial en el diseño y funcionamiento del punzón, ya que determina su estabilidad estructural y su capacidad para resistir deformaciones no deseadas [7].

La ecuación viene dada por:

$$F = \frac{\pi^2 * E * I}{l^2} \quad (11)$$

Donde:

$l =$ Longitud máxima del punzón

$E =$ Modulo de elasticidad

$F =$ Fuerza de aplicación

$I =$ Momento de inercia

Para establecer la longitud máxima del punzón, se seleccionó el punzón de posicionamiento, que es el más crítico y delgado en comparación con los otros punzones:

$F = 104230.6$ N

$D_{medio} = 16\ mm$

$$E = 200\ GPa$$

Entonces:

$$I = \frac{\pi * {D_{medio}}^4}{64} \quad (12)$$

$$I = \frac{\pi * 16^4}{64} = (3.217 * 10^{-9})m^4$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I}{F}} \quad (13)$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\pi^2 * 200 * 3.217 * 10^{-9}}{104230.6}}$$

$$I_{max} = 246.827\ mm$$

3.4.13 Determinación de la fibra neutra

Cuando una pieza doblada se obtiene a partir de una geometría plana, se puede considerar que, en teoría, si no ocurriera un desplazamiento molecular después de la deformación, sería posible aplanarla nuevamente y recuperar su longitud original.

Este fenómeno, generado por los esfuerzos de presión y fricción ejercidos por los elementos activos del utillaje sobre la chapa, provoca que la longitud inicial de la pieza plana no coincida con la longitud final de la pieza doblada [12].

Datos

$y = 1\ mm\ (mitad\ del\ espesor)$

$R_i = 2\ mm$

$e = 2\ mm$

$$\frac{R_i}{e} = \frac{2}{2} \leq 5, por\ tanto \rightarrow K = 0.65 + 0.5 \log\left(\frac{R_i}{e}\right)$$

$$K = 0.65 + 0.5 \log\left(\frac{2}{2}\right) = 0.65$$

Durante el doblado, las fibras exteriores del material se estiran, mientras que las interiores se comprimen, alterando permanentemente la distribución molecular de la pieza, como se muestra en la imagen (Fig. 69).

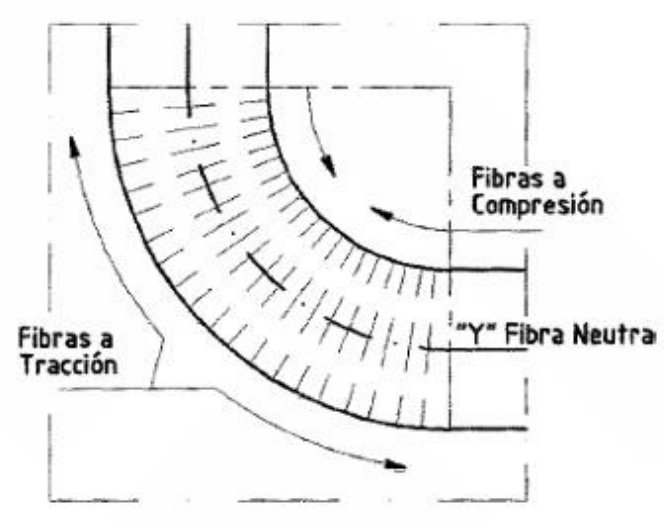


Figura 34. Fibra neutra [10]

Cálculo de la recuperación elástica

$R_i = 2\ mm; S_y = 250\ MPa; e = 2\ mm; E = 200\ GPa$

$$\frac{R_i}{R_f} = 4\left(\frac{R_i * S_y}{E * e}\right) - 3\left(\frac{R_i * S_y}{E * e}\right) + 1$$

$$\frac{3.2}{R_f} = 4\left(\frac{2\ mm * 250\ MPa}{200\ GPa * 2\ mm}\right) - 3\left(\frac{2\ mm * 250\ MPa}{200\ GPa * 2\ mm}\right) + 1$$

$$R_f = 2{,}25\ mm$$

El ángulo para el doblado es de 90°, por tanto:

$\alpha_i = 90$

$$\alpha_i * \left(R_i + \frac{e}{2}\right) = \alpha_f * \left(R_f + \frac{e}{2}\right)$$

$$90 * \left(2 + \frac{2}{2}\right) = \alpha_f * \left(2{,}25 + \frac{2}{2}\right)$$

$$\alpha_f = 90.075°$$

Cálculo de la deflexión en la parte inferior de la matriz

Para determinar la deflexión máxima en la matriz, se toma en cuenta la parte inferior de la esta, que incluye la placa base inferior, la sufridera porta matriz y porta matriz (Fig. 70).

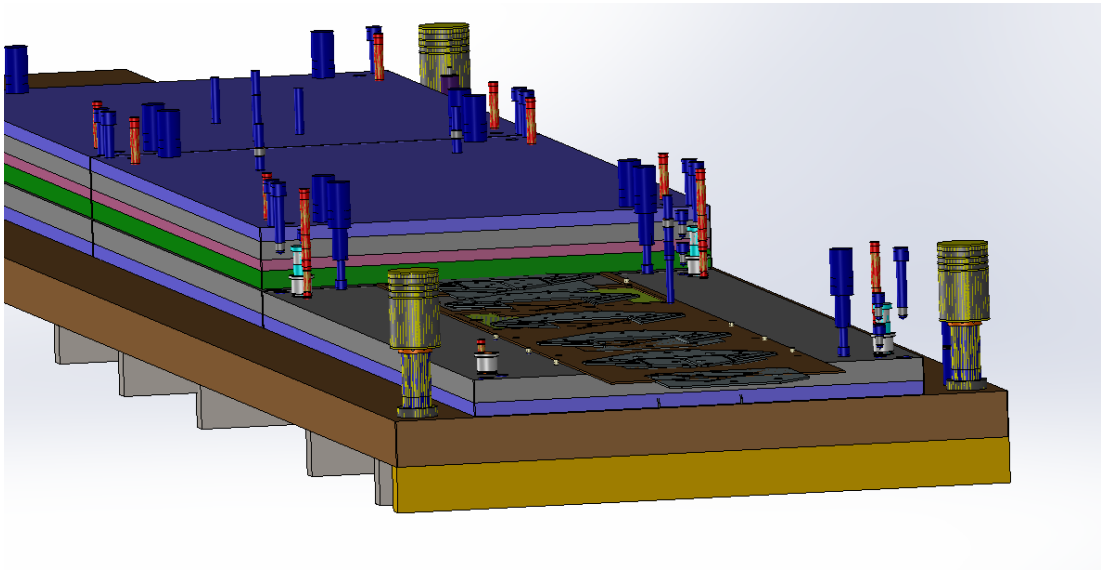


Figura 35. Parte inferior de la matriz

$$Y_{max} = \frac{\left(\frac{1}{100}\right) * P * b^4}{\left(\frac{E * h^3}{12 * (1 - \nu)}\right)}$$

Donde:

Y_{max}: La deflexión máxima

P: La carga uniformemente distribuida

b: El ancho de la placa

h: Espesor de la placa

E: Modulo elástico del material

ν: Coeficiente de Poisson

Datos:

$F_{T=}144668.0\ N;\ b = 679\ mm;\ h = 128\ mm;\ \nu = 0.26;\ E = 200\ GPa;$

$S = 1308730.437 mm^2$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{144668.0\ N}{1308730.437\ mm^2} = 0.11\ MPa$$

$$Y_{max} = \frac{\left(\frac{1}{100}\right) * (0.11) * 679^4}{\left(\frac{200 * 128^3}{12 * (1 - 0.26)}\right)}$$

$$Y_{max} = 0.0535\ mm$$

Cálculo del esfuerzo resultante a flexión

$$\sigma_{Max} = \frac{M * C}{I}$$

Donde:

M: Momento flector

C: Distancia de la fibra neutra a la fibra más alejada

I: Momento de inercia de la placa

Datos:

$F_{T=}144668.0\ N$; $b = 679\ mm$; $h = 128\ mm$; $\vartheta = 0.26$; $E = 200\ GPa$;

$S = 1308730.437\ mm^2$; $L = 3904\ mm$; $C = 64\ mm$; $Y_{s=}350\ MPa$

$$I = \frac{b * h^3}{12} = \frac{679 * 128^3}{12} = (1{,}186 * 10^{-8})\ m^4$$

$$Q = \frac{F}{L} = \frac{144668.0\ N}{3904\ mm} = 1004298.88 \frac{N}{m}$$

$$M = \frac{Q * L/2}{2}\left(L - \frac{L}{2}\right)$$

$$M = \frac{1004298.88 * 4303/2}{2} * \left(4303 - \frac{4303}{2}\right) = 4648851.562\ N * m$$

$$\sigma_{Max} = \frac{M * C}{I} = \frac{4648851.562\ N * m * 45\ mm}{(4.423 * 10^{-5})\ m^4}$$

$$\sigma_{Max} = 233.33\ MPa$$

Sabiendo que Y_s toma el valor del límite elástico del material, por tanto

$$F_s = \frac{Y_s}{\sigma_{Max}} = \frac{350\ MPa}{233.33\ MPa}$$

$$F_s = 1{,}5$$

3.5 Tolerancias y acabados

En los planos técnicos de los componentes se especificarán los acabados que se obtendrán a través de los procesos de fresado, taladrado y rectificado, los cuales han sido seleccionados cuidadosamente para cumplir con los requisitos funcionales y de precisión establecidos en el diseño.

Para garantizar la calidad y adecuación de las superficies, se ha definido una clase de rugosidad N6 para las operaciones de fresado y taladrado, mientras que para el rectificado se ha seleccionado una clase de rugosidad N4, que ofrece un nivel superior de suavidad y precisión. Estas especificaciones estarán claramente detalladas en los planos, indicando las áreas específicas donde se aplicarán dichos acabados, de modo que se asegure la correcta interpretación por parte de los operadores y se facilite el control de calidad durante la fabricación.

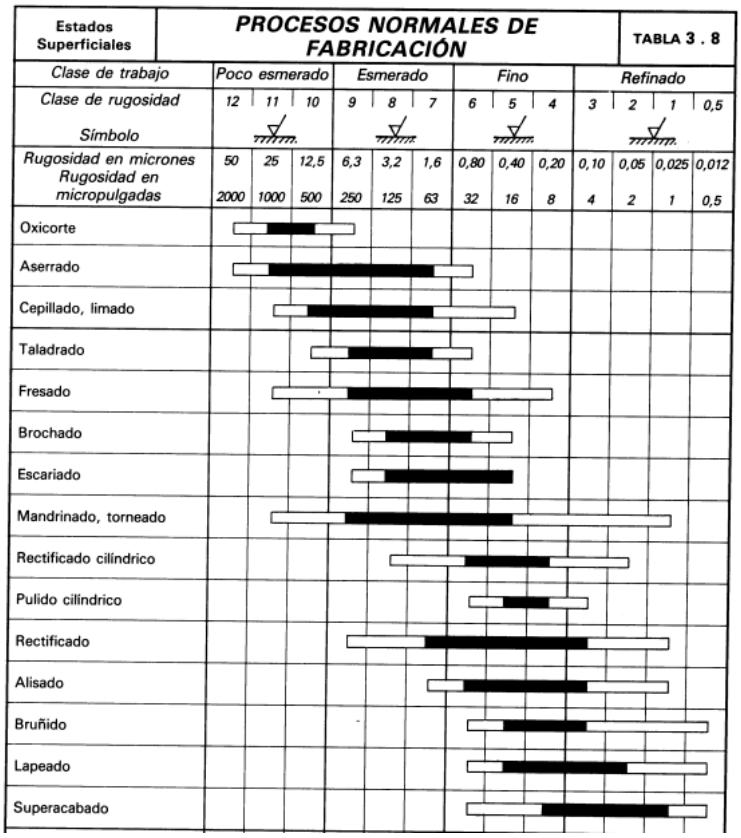


Figura 36. Procesos de fabricación [25].

3.6 Costos de materia prima

TABLA XVII

COSTOS ACERO AISI D2

MATERIA PRIMA			
Componente	**Material**	**Peso (Kg)**	**Costo (USD)**
Sufridera Superior I 1146*500*15 mm	ACERO AISI D2	67.32	1,334.73
Sufridera Superior II 922*498*15 mm	ACERO AISI D2	54.02	1,070.52
Sufridera Superior III 826*498*15 mm	ACERO AISI D2	48.37	958.66
Sufridera Inferior I 1148*498*15 mm	ACERO AISI D2	64.34	1,275.85
Sufridera Inferior II 922*498*15 mm	ACERO AISI D2	54.03	1,071.61
Sufridera Inferior III 826 * 498 * 15 mm	ACERO AISI D2	35.3	699.88
Porta Matriz Superior I 1146*498*25 mm	ACERO AISI D2	99.61	1,974.19
Porta Matriz Superior II 922*498*25 mm	ACERO AISI D2	84.45	1,674.38
Porta Matriz Superior III 826*498*25 mm	ACERO AISI D2	59.97	1,188.87
Porta Matriz Superior I 1148*498*12 mm	ACERO AISI D2	51.24	1,015.44
922*498*12 mm	ACERO AISI D2	42.31	839.85
Porta Matriz Superior III 826*498*12 mm	ACERO AISI D2	36.72	727.77
Punzón de corte I	ACERO ASISI D2	0.77	15.25
Punzón de corte II	ACERO AISI D2	0.31	6.14
Punzón de corte III	ACERO ASISI D2	13.21	261.45
Punzón de corte IV	ACERO AISI D2	10.52	208.24
Punzón de corte V	ACERO ASISI D2	14.57	288.91
Punzón de corte VI	ACERO AISI D2	0.68	13.47

Punzón de corte VII	ACERO AISI D2	0.68	13.47
Punzón de Embutido I	ACERO AISI D2	0.79	15.65
Punzón de Embutido II	ACERO AISI D2	0.79	15.65
Componente	**Material**	**Peso (Kg)**	**Costo (USD)**
Punzón de Embutido III	ACERO AISI D2	0.34	6,47
Punzón de Embutido IV	ACERO AISI D2	0.34	6,47
TOTAL		740.68	**14,676.70**

TABLA XVIII

COSTOS ACERO AISI 1045

MATERIA PRIMA			
Componente	**Material**	**Peso (Kg)**	**Costo (USD)**
Placa Superior 2920 * 678 * 50 mm	ACERO AISI 1045	777.26	2,608.27
Porta Punzón I 1148*498*20 mm	ACERO AISI 1045	85.87	288.02
Porta Punzón II 922*498*20 mm	ACERO AISI 1045	71.45	239.48
Porta Punzón III 826 * 498*20 mm	ACERO AISI 1045	61.46	205.99
Prensa Chapa I 1148*498*20 mm	ACERO AISI 1045	85.36	286.26
Prensa Chapa II 922*498*20 mm	ACERO AISI 1045	71.48	239.58
Prensa Chapa III 826*498*20 mm	ACERO AISI 1045	61.64	206.63
Placa Inferior 2920*678*500 mm	ACERO AISI 1045	748.21	2,507.84
Bloque de Apoyo Transversal	ACERO AISI 1045	6.67	2,507.84
Bloque de Apoyo Transversal	ACERO AISI 1045	6.67	22.36
TOTAL		1976.07	**6,626.79**

TABLA XIX

COSTOS MATERIA PRIMA TOTAL

MATERIA PRIMA TOTAL	
Descripción	**Costo (USD)**
ACERO AISI D2	14,676.70
ACERO AISI 1045	6,626.79
TOTAL	**21,303.49**

TABLA XX

COSTOS ELEMENTOS NORMALIZADOS

ELEMENTOS NORMALIZADOS		
Descripción	**Cantidad**	**Costo (USD)**
Punzones de perforación	12	600
Casquillos de corte	8	240
Pilotos de posicionamiento	6	150
Columnas y casquillos de guía	4	400
Elevadores de banda	3	120
Guías de banda	4	140
Bloques de seguridad	6	360
Columnas guía para placas de parte móvil	4	360
Elementos elásticos	8	160
Elementos de unión	12	120
Pernos limitadores	20	100
TOTAL		**2,750.00**

TABLA XXI

COSTOS PROCESOS DE MECANIZADO

PROCESOS DE MECANIZADO			
Descripción	**Tiempo (horas)**	**Costo por hora (USD)**	**Costo total (USD)**
Fresado	50	60	3,000
Torneado	40	55	2,200
Taladrado	30	50	1,500
Rectificado	20	65	1,300
Pulido	10	45	450
TOTAL	150		8,450

TABLA XXII

COSTOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

TRATAMIENTOS TERMICOS				
Descripción	**Cantidad**	**Precio - Hora**	**Horas**	**Costo (USD)**
Placa base superior	1	45	5	225
Placa sufridera de punzones	3	40	4	480
Placa porta punzones	3	42	4	504
Placa guía punzones	3	43	3	387
Placa pisadora	3	44	3	396
Placa porta matrices	3	41	4	492
Placa sufridera	3	39	4	468
Placa base inferior	1	45	5	225
Punzones de corte	7	50	3	875
Punzones de embutido	4	48	2	384
TOTAL				**4,436.00**

TABLA XXIII

COSTOS DE INGENIERÍA

COSTOS DE INGENIERÍA		
Descripción	**Cantidad**	**Costo (USD)**
Análisis del proyecto	1	2,000.00
Diseño de la matriz	1	4,000.00
TOTAL		**6,000.00**

TABLA XXIV

COSTOS INDIRECTOS

COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	**Costo mensual (USD)**	**Proporción asignada al proyecto**	**Costo asignado (USD)**
Alimentación	1,000	20%	200
Electricidad	2,500	30%	750
Herramientas	1,500	50%	750
Mantenimiento	800	25%	200
Seguridad	600	15%	90
TOTAL			1,990

TABLA XXV

COSTOS DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO			
Descripción	**Cantidad de pruebas**	**Costo por prueba (USD)**	**Costo total (USD)**
Prueba de carga	5	150	750
Prueba de resistencia	5	200	1,000
Prueba de ajuste	3	100	300
TOTAL			2,050

TABLA XXVI

COSTOS DE MAQUINARIA PARA UTILIZAR

MAQUINARIA PARA UTILIZAR				
Descripción	**Cantidad**	**Costo de alquiler por hora (USD)**	**Horas de uso**	**Costo total (USD)**
Fresadora	1	50	40	2,000
Torno	1	45	30	1,350
Taladro	2	30	25	1,500
Rectificadora	1	60	15	900
Pulidora	1	25	10	250
TOTAL				6,000

TABLA XXVII

COSTOS TOTALES

RUBRO	
Descripción	**Costo (USD)**
Materia prima	21,303.49
Elementos normalizados	2,750.00
Procesos de mecanizado	8,450.00
Tratamientos térmicos	4,436.00
Costos de ingeniería	6,000.00
Costos indirectos	1,990.00
Pruebas de funcionamiento	2,050.00
Maquinaria para utilizar	6,000.00
TOTAL	**52,979.49**

3.7 Viabilidad económica

3.7.1 Número de piezas

Para tener un mejor enfoque de lo que queremos conseguir y por donde nos queremos encaminar vamos a tener que empezar con el anidamiento de las piezas, tenemos que volver al diseño de la matriz y dimensionar las piezas que se pueden producir diariamente.

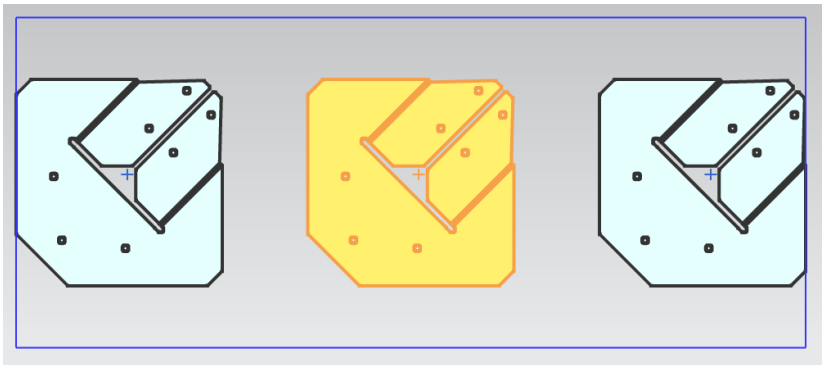


Figura 37. Distribución del herraje en banda

Para ello vamos a utilizar la formula correspondiente:

$$n = \frac{L - d_{minima}}{P}$$

d_{minima} = Distancia mínima de separación del herraje

P = Distancia de paso del herraje

L = Longitud de la plancha de acero

En este caso la distancia mínima de separación que tiene el herraje es de 70,26 mm, su distancia de paso por otro lado es de 230,44 mm y vamos a utilizar 6 planchas de acero ASTM A36 de 2440 mm de largo cada una, lo que nos daría un total de 18000 mm

$$n = \frac{14640 - 70{,}26}{230{,}44} = 63\ piezas$$

Para determinar la viabilidad económica del diseño y fabricación de la matriz de embutido, se realiza un análisis detallado de los costos y el tiempo necesario para alcanzar la rentabilidad. Este análisis se basa en el costo total del proyecto y el precio de venta por unidad de la pieza fabricada.

3.7.2 Costo total del proyecto

El costo total del proyecto se compone de los siguientes elementos

TABLA XXVIII

COSTOS FIJOS DEL PROYECTO

Descripción
Materia prima
Elementos normalizados
Procesos de mecanizado
Tratamientos térmicos
Costos de ingeniería
Costos indirectos
Pruebas de funcionamiento
Maquinaria para utilizar

Sumando estos valores obtenemos el costo total del proyecto, nos da como resultado 52,979.49 $.

3.7.3 Precio de venta por unidad

De cada plancha de acero ASTM A36 se pueden sacar 10 piezas, entonces vamos a sacar el costo por unidad de cada herraje teniendo en cuenta que la plancha de acero ASTM A36 cuesta 26 USD en las medidas requeridas.

$$CU = \frac{\text{Costo de la plancha}}{Piezas\ por\ cada\ plancha} = \frac{21}{10} = 2{,}1\ USD$$

2,1 USD el costo unitario de cada herraje sin tener en cuenta el costo total de la maquinaria, para ello vamos a calcular el costo total por unidad que vendría siendo;

$$CTU = \frac{52{,}979.49}{1638} = 26{,}47\ USD$$

El precio de fabricación de cada herraje fabricado es de 26,49 USD**,** para conocer el precio de venta al público debemos conocer los gatos variables por herraje.

TABLA XXIX

COSTOS VARIABLES DEL PROYECTO

COSTOS VARIABLES	
Descripción	**Costo por unidad (USD)**
Materia prima	2,6
energía	1,17
Mano de obra	1,34

Mantenimiento	0,79
Consumos	0,32
TOTAL	**6,22**

$$PVP = CTU + \%\, utilidad$$

$$PVP = 34\,,79 + \%15 = 40\, USD$$

El punto de equilibrio es el número de piezas que deben venderse para cubrir el costo total del proyecto. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Punto\ de\ Equilibrio = \frac{Costo\ Total}{Precio\ de\ Venta\ por\ unidad}$$

$$Punto\ de\ Equilibrio = \frac{52979.49}{40} = 1324\ piezas$$

Esto indica que se deben vender 1409 piezas para cubrir los costos totales del proyecto.

3.7.4 Tiempo para el punto de equilibrio

En base a diseños estructurales podemos corroborar que una construcción estándar en un solo piso puede llegar a albergar cerca de 70 herrajes en sus uniones viga – viga y viga – columna.

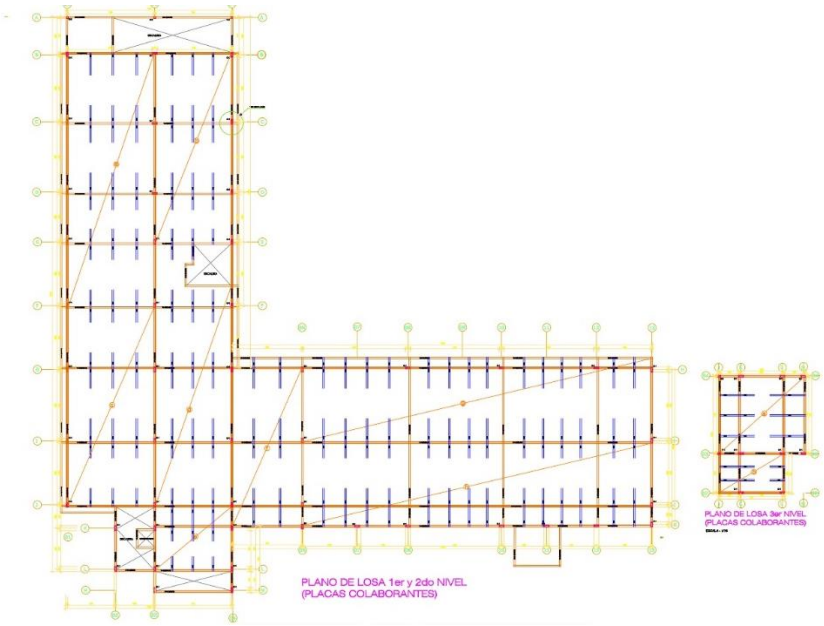


Figura 38. Plano estructural de juntas [26].

$$Meses\ punto\ de\ equilibrio = \frac{Punto\ de\ Equilibrio}{Produccion\ Mensual} = \frac{1324}{1638} = 0{,}80\ meses$$

Según datos el INEC en el tercer trimestre de 2024 las construcciones en el país llegaron a la cantidad de 3467, de este mercado vamos a capturar el 5% y nos daría un resultado de 183 aproximadamente [27].

Teniendo en cuenta que por casa de 2 pisos podemos llegar a la cifra de 130 herrajes tenemos un mercado potencial de 23 mil herrajes que se pueden legar a vender

Esto indica que el proyecto alcanzará el punto de equilibrio antes de finalizar el primer mes de producción, específicamente en 0,80 meses. El proyecto será viable en menos de un mes, ya que se alcanza el punto de equilibrio después de producir y vender aproximadamente 1324 piezas. A partir del segundo mes, el proyecto generará una ganancia mensual aproximada que dependerá de la producción establecida de 1638 piezas por mes y el precio de venta de $40 por unidad.

En el caso de Ecuador, las viviendas de hasta dos pisos, suelen requerir perfiles y conexiones más simples que edificaciones mayores, lo que reduce los requerimientos técnicos de los herrajes. Esto hace que la fabricación estandarizada sea más eficiente y económica, beneficiándose de la producción de herrajes iguales que optimiza costos, reduce desperdicios y asegura calidad en diseño y fabricación.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El análisis detallado de los procesos que intervienen en el conformado de herrajes es fundamental para entender las variables críticas que afectan tanto la calidad del producto como la eficiencia de la producción. En este trabajo, se ha considerado el impacto de factores como las variaciones de temperatura, las dilataciones térmicas, la humedad ambiental y la combinación de esfuerzos durante el proceso de fabricación. Cada una de estas variables puede generar distorsiones o defectos en el herraje, lo que subraya la necesidad de un control riguroso y constante del proceso.
- El diseño de matrices para la conformación de herrajes es un proceso complejo que no solo requiere de conocimientos técnicos sobre materiales, sino también de una simulación precisa que permita prever posibles fallos en el diseño antes de su implementación. Aunque el diseño de la matriz progresiva ha sido optimizado teóricamente para cada una de las etapas del proceso, la simulación es una herramienta crucial para evaluar su eficacia y precisión.
- El diseño de la matriz de embutido ha demostrado ser técnicamente viable para la fabricación precisa de herrajes. El uso de materiales como el acero AISI D2 y AISI 1045, junto con elementos normalizados y tratamientos térmicos adecuados, garantiza la durabilidad y precisión necesarias para un funcionamiento eficiente. El diseño cumple con los estándares industriales, optimizando el proceso de fabricación y minimizando el desgaste de las herramientas.
- El análisis económico demuestra que el proyecto es rentable. Con un costo total de 34,489.49 USD y un precio de venta de 35 USD por pieza, el punto de equilibrio se alcanza tras la venta de aproximadamente 986 piezas. La producción diaria de 50 piezas permitirá recuperar la inversión inicial en menos de 20 días, lo que confirma la rentabilidad y la viabilidad económica del proyecto a corto plazo.

- Este proyecto tiene un gran potencial en el mercado de fabricación de herrajes, no solo por su rentabilidad a corto plazo, sino por su capacidad de expansión. El diseño optimiza la producción, reduce costos y mejora la capacidad de fabricación. Con el éxito de este proyecto, se abre la oportunidad de diversificar y atender una mayor demanda, posicionando a la empresa como líder en el sector y aumentando su competitividad en la industria.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para controlar las variables críticas como la temperatura, la humedad y los esfuerzos aplicados durante el proceso de fabricación. Este sistema debería incluir sensores de temperatura y humedad, así como dispositivos para medir la deformación y vibraciones en la maquinaria. Un control más preciso y constante de estas variables permitirá reducir la aparición de defectos en los herrajes y mejorar la calidad del producto final, lo que se traducirá en una mayor eficiencia y menor tasa de rechazos.
- Dado que las simulaciones han demostrado ser una herramienta clave para evaluar la eficacia de las matrices, se recomienda continuar perfeccionando las simulaciones y realizar pruebas adicionales bajo diferentes condiciones operativas. Además, sería beneficioso integrar simulaciones más avanzadas que consideren factores como el envejecimiento del material o el desgaste progresivo de las herramientas.
- Aunque el diseño de la matriz de embutido ha demostrado ser viable, se recomienda explorar el uso de nuevos materiales o tratamientos térmicos que puedan mejorar aún más la durabilidad y la precisión de las matrices. Esto incluye evaluar alternativas al acero AISI D2 y AISI 1045, así como estudiar otros procesos de fabricación, como la manufactura aditiva o el uso de recubrimientos especiales.

- Aunque el análisis económico actual demuestra que el proyecto es rentable, se recomienda realizar un seguimiento constante de los costos operativos y la eficiencia de la producción para asegurar que se mantenga la rentabilidad a medida que el proyecto escala. Esto incluye analizar la variabilidad en los costos de materiales, energía, mantenimiento y mano de obra.
- Con el potencial de expansión identificado en el proyecto, se recomienda desarrollar una estrategia de marketing y ventas para posicionar el producto en nuevos mercados. Esto podría incluir la diversificación en otros sectores industriales que requieran herrajes, como el sector de la construcción o la manufactura de maquinaria pesada.

BIBLIOGRAFIA

[1] R. G. C. Dannemann, “Manual de Ingeniería de Steel Framing”, 2008.

[2] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, “NEC - Guía práctica para el diseño de estructuras de acero”, pp. 1–68, 2015.

[3] I. Fredy, I. A. Cárdenas, I. Xavier, y R. Sánchez Sánchez, “Análisis de los elementos estructurales utilizados en el diseño de una edificación de dos pisos con un sistema estructural liviano (Steel Framing)”, Ambato, 2022.

[4] SIMPSON, “Conectores para la construcción con madera 2024–2025”, pp. 1–72, 2024.

[5] Mario Gabriel Ortiz Escobar, “Diseño y fabricación de una matriz de embutido y corte para producir un casquillo bipolar de resistencias eléctricas industriales en la empresa REDANSE S.A.”, Ambato, nov. 2018.

[6] Mikell P. Groover, “Introducción a los procesos de manufactura”, *McGrawHill Education*, pp. 1–697, 2014.

[7] D. Martínez Orna Eugenio Eladio Martínez Asensio, “Diseño de una Matriz”, 2018.

[8] BOHLER, “Cold work steel”, Millennium Drive, jul. 2013.

[9] Ridouane Ghardache, “Diseño de una matriz progresiva para corte y doblado de un componente mecánico”, pp. 1–233, oct. 2020.

[10] JR Paquin, “Diseño de matrices”, *Montaner y Simon*, pp. 1–269, 1967.

[11] Pedro Soria Martínez-Alcocer, “Diseño de útiles matriz progresiva”, España, mar. 2016.

[12] Àngels Cardús Andreu, “Diseño del proceso de fabricación de una matriz progresiva”, Barcelona, abr. 2021.

[13] Marcos Ferreiro López, “Diseño de una matriz progresiva para chapa”, Barcelona, jun. 2011.

[14] American Iron and Steel Institute, “AISI S400-15”, dic. 2015.

[15] V. Hugo y V. Galarza, “Diseño de una Estructura de Acero Formado en Frío por El Método LRFD para un Galpón Industrial”, Guayaquil, 2009.

[16] “Online Materials Information Resource - MatWeb”. Consultado: el 15 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.matweb.com/

[17] “EUROPER”. Consultado: el 3 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://europer.cl/wp-content/uploads/2021/10/INFORMACION-TECNICA-SAE-1045.pdf

[18] American Society for Testing and Materials, “ASTM A153”, el 1 de febrero de 2016, *ASTM International, West Conshohocken, PA*. doi: 10.1520/A0153_A0153M-16.

[19] Mario Rossi, “Estampado en frío de la chapa”, *Editorial Dossat S.A.*, pp. 1–739, 1979.

[20] Antonio Florit, “Tratado de matricería”, *Tecnofisis*, pp. 1–644, 2008.

[21] PAULO, “Procesamiento térmico para herramientas y matrices | Paulo”. Consultado: el 3 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.paulo.com/es/mercados-57/herramienta-matriz/

[22] “Zinc Níquel - GHSA”. Consultado: el 3 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.gonzalezhermanos.com/acabados/zinc-niquel/

[23] J. C. Choi, B. M. Kim, y C. Kim, “An Automated Progressive Process Planning and Die Design and Working System for Blanking or Piercing and Bending of a Sheet Metal Product”, 1999.

[24] A. Frankel, “Progressive Die Design”, 2007. [En línea]. Disponible en: www.ugs.com

[25] Nicolás Larburur Arrizabalaga, “Prontuario de maquinas”, *Paraninfo*, pp. 1–625, 2003.

[26] Irving Rafael Sangama, “Encuentro vigas metálicas y anclaje de columna y viga”. Consultado: el 15 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/encuentro-vigas-metalicas-y-anclaje-de-columna-y-viga_120477/#google_vignette

[27] INEC, “Estadísticas de Edificaciones trimestra”. Consultado: el 15 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/esed-encuesta-edificaciones-trimestral/

ANEXOS Y PLANOS

FICHAS TECNICAS

Anexo 1. Catalogo del grupo SERVIACERO para el acero AISI D2

HOJA TÉCNICA



serviacero especiales

AISI D2

Equivalencia:	ASTM A681-08: D2		DIN 1.2379 (X153CrMoV12)			JIS ~ SKD 11		
Composición Química:	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Mo	%V	%P	%S
	1.40 – 1.60	0.10 – 0.60	0.10 – 0.60	11.0 – 13.0	0.70 – 1.20	0.50 – 1.10	≤ 0.030	≤ 0.030
Condición de Suministro:	Recocido a una dureza máxima de 269 HB (~ 28 HRC)							
Propiedades físicas:	Conductividad térmica				Coeficiente de expansión térmica			
	0 – 200°C		0 – 400°C		0 – 200°C		0 – 400°C	
	21.0 W / m °C		23.0 W / m °C		11.2 x 10-⁶ / °C		12.0 x 10-⁶ / °C	
	146 BTU in / ft² h °F		159 BTU in / ft² h °F					
Propiedades mecánicas (apróx. a temperatura ambiente):	Dureza		60 HRC		55 HRC			
	Límite elástico MPa (Lb / in²):		2,150 (312,000)		1,900 (276,000)			

• Los valores señalados son resultado de varias evaluaciones y no son mandatorios, ya que dependen de las condiciones de tratamiento térmico que sean aplicadas, y se presentan solo como información general.

CARACTERÍSTICAS

El acero **AISI D2**, corresponde a un acero grado herramienta para trabajo en frío de alto cromo (aceros del 12 %), con aleación de molibdeno y vanadio, y es el más ampliamente usado en operaciones de estampado y conformado; se caracteriza por:

- Alta **resistencia al desgaste.**
- Alta **resistencia a la compresión.**
- Alta **templabilidad.**
- Buena estabilidad dimensional durante su tratamiento térmico.
- Buena **resistencia al revenido.**
- De baja **tenacidad** en comparación con otros aceros, que lo hace sensible a despostillamiento o fractura.

POSIBILIDAD DE SUSTITUCIÓN (mejor desempeño en función de la aplicación)

Kind & Co	AISI	DIN	Resistencia al desgaste	Tenacidad	Resistencia a la deformación plástica
----	01	1.2510			
----	S7	----			
CH5M	A2	1.2363			
CH16V	D2	1.2379			
CHW	----	1.2436			
PM823 ESR	----	----			
----	M2	1.3343			

serviacero especiales

AISI D2

TRATAMIENTO TÉRMICO (Recomendaciones generales)

RECOCIDO COMPLETO:

- Calentar uniformemente a una temperatura entre 820 y 850 °C por 4 - 6 hr y enfriar lento (preferentemente en horno) a una velocidad entre 10 - 20 °C / hr., hasta 650 °C, y posteriormente al aire. Proteger la herramienta contra la descarburización.

RECOCIDO DE LIBERACIÓN DE TENSIONES:

- Calentar la herramienta a una temperatura de 650 °C y mantener por un tiempo de 2 hr; enfriar lento en el horno hasta temperatura de 500 °C y posterior enfriamiento al aire hasta temperatura ambiente. Recomendable efectuarlo cuando la herramienta ha sufrido un desbaste severo por maquinado. Proteger la herramienta contra descarburización.

ENDURECIMIENTO

PRECALENTAMIENTO:

- Proteger la herramienta contra descarburización; el rango de temperatura es de 650 a 850 °C, con posterior calentamiento a la temperatura de austenización.

AUSTENIZACIÓN:

- El rango de austenización es de 1020 a 1040 °C, por un tiempo que asegure una temperatura uniforme en toda la masa de la herramienta.

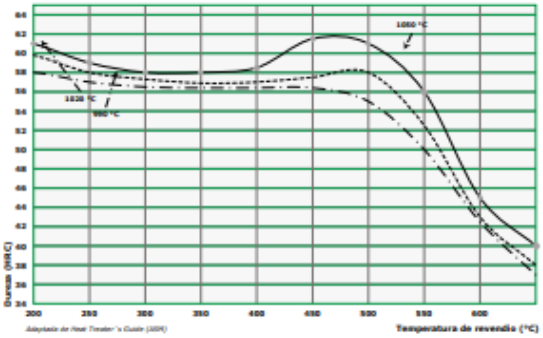
TEMPLE:

- Aire o gas en movimiento (use ventilador).
- Vacío con gas inerte con suficiente sobrepresión positiva (> 4 bar).
- Baño martensítico entre 350 a 450 °C, por el tiempo que asegure una temperatura uniforme; y posterior enfriamiento al aire.
- Aceite tibio (piezas pequeñas).

REVENIDO:

- Revenir inmediato al temple y cuando la herramienta alcance una temperatura entre 50 a 70°C.
- Seleccione la temperatura de revenido en función de la dureza deseada conforme al gráfico siguiente.
- Se requieren como mínimo 2 revenidos con enfriamiento intermedio a temperatura ambiente; el tiempo mínimo es de 2 hr., para cada uno.
- La mínima temperatura de revenido será de 200°C.

Gráfica de revenido AISI D2



TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS:

NITRURACIÓN:

La nitruración genera una capa superficial dura, muy resistente al desgaste y erosión; debe considerarse que la misma es frágil y puede agrietarse o exfoliarse si se expone a esfuerzos mecánicos o térmicos; el riesgo aumenta con el incremento de la profundidad de capa o una incorrecta difusión de la misma (capa blanca).

Debe tenerse la precaución de haber revenido la herramienta cuando menos 50 °C por arriba de la temperatura de nitruración (~ 525 a 550 °C). Es recomendable usar una temperatura de austenización entre 1060 a 1080 °C cuando vaya a ser aplicado este proceso.

Los datos aquí proporcionados están basados en conocimientos actuales y tienen por objetivo dar una información y guía general, así como sus campos de aplicación; por lo que no se debe considerar sea una garantía de la funcionalidad en cualquier tipo de aplicación.

Anexo 2. Catalogo del grupo CGA para el acero ASTM A36

ACEROS ESPECIALES
Para aplicaciones Industriales

Cía. General de Aceros

Acero Grado Estructural

Referencia:
Lámina A36

Norma:
ASTM: A36

Composición Química:
(Análisis en %)

C	Mn	Si	S	P
Máx. 0.29	Máx. 1.20	Máx. 0.40	Máx. 0.04	Máx. 0.05

Características:



El acero estructural A36 se produce bajo la especificación ASTM A36 y cumpliendo los lineamientos de la norma ASTM A6.

ASTM A36 es una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono de máximo 0.29 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso y silicio, para mejorar su resistencia a la tracción y buena influencia en la soldadura. Entre sus ventajas está la buena resistencia a la tracción.

Aplicaciones:



El acero A36 es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es conocido como un acero de fácil soldabilidad, por lo que se utiliza en la construcción de estructuras como construcciones de puentes, edificios y estructuras atornilladas y/o soldadas.

A continuación, se presentan algunas de las ventajas clave del uso del acero ASTM A36:

* Ductilidad y Homogeneidad.
* Soldabilidad.
* Relación resistencia / precio.
* Apto para ser cortado por llama, sin endurecimiento.

Características físicas:



Estado de Suministro: Laminado en Caliente (HR)

Propiedades Mecánicas			
Resistencia a la tracción	Límite Elástico, min	Alargamiento %, min	
		200 mm	50 mm
41 - 56 Kg /mm²	23 - 25 Kg / mm²	20	23
400 - 550 Mpa	250 Mpa.		
58 – 80 ksi.	36 ksi		

Anexo 3. Catalogo del grupo SERVIACERO para el acero AISI 1045

HOJA TÉCNICA



serviacero especiales

AISI 1045

Equivalencia:	ASTM A 29/A29M - 16: 1045		DIN 1.1191		JIS S45C / S48C	
Composición Química:	%C	%Mn	%P	%S	----	----
	0.43 - 0.50	0.60 - 0.90	0.040 máx.	0.050 máx.	----	----
Condición de Suministro:	Recocido con una dureza estimada (SAE J414a) 179 HBN (~ 89 HRB) como Estirado en frío.					

Propiedades mecánicas (apróx. a temperatura ambiente):	Resistencia a la tensión MPa (Lb/in²)	Límite elástico MPa (Lb/in²)	% Elongación en 2.0"	Reducción de área %
	630 (91,000)	530 (77,000)	12	35

• Los valores señalados son estimados mínimos y en acabado de estirado en frío, no son mandatorios, y deben tomarse solo como referencia en las características generales de estos aceros (SAE J414a).
• Valores especiales deben ser consultados y acordados con el fabricante.

CARACTERÍSTICAS

- Acero de medio carbono con muy buena forjabilidad en caliente.
- Buena soldabilidad, pero deben de tomarse precauciones para evitar la fractura alrededor de la zona soldada.
- Responde fácilmente a endurecimiento por temple y revenido convencional, sea total o superficial (inducción o flama).
- Su maquinabilidad es regular de acuerdo a SAE J414a, corresponde a 55 % con respecto al acero 1212 AISI (100 % como referencia).
- Como acabado de laminado en caliente, sus propiedades mecánicas y dureza, están por debajo de las anteriormente señaladas.
- Como acabado de laminado en caliente, puede presentar defectos inherentes de laminación (proceso de conformado en caliente), tales como, grietas, traslapes, descarburización, ovalamiento, picaduras, oxidación, etc.; mismas que de no eliminarse, pueden afectar el uso final del producto.
- Como acabado de estirado en frío (directo de la laminación en caliente), puede presentar los mismos defectos que como laminado en caliente, salvo en una menor profundidad; referirse a la norma ASTM A108-13.
- Como pelado y enderezado, los defectos inherentes al proceso de laminación en caliente, pueden haberse eliminado, sin que esto sea una garantía, a menos que, de esta manera haya sido expresado y acordado.
- El proceso de estirado en frío, confiere un nivel de endurecimiento superficial, además de mejorar ligeramente su maquinabilidad.
- Como acabado de maquinado burdo o rectificado (flechas para bomba de pozo profundo), se encuentra libre de defectos superficiales.

APLICACIONES

- Sus principales aplicaciones están destinadas a la elaboración de partes de transmisión y aplicaciones mecánicas como flechas, pernos, impulsores, rotulas, tornillería, flechas para pozo profundo, entre otros.
- Con amplias aplicaciones en la manufactura de partes y componentes para maquinaria, sector automotriz y agroindustrial.
- Al ser empleado como anclaje de sujeción en la industria de la construcción u horquilla de sujeción en la industria de autotransportes, debe tomarse en consideración que el proceso de doblado en frío se haga de forma lenta, uniforme y en un solo evento, colocando como mandril guía de doblez una barra que tenga al menos dos veces el diámetro de la barra a ser doblada, de lo contrario, se corre el riesgo de generar fisuras o fracturas en la parte exterior del doblez.
- Puede sustituir al acero 1018 AISI, siempre y cuando, no sea sometido a procesos de soldadura, y de hacerlo, deben tomarse en consideración las recomendaciones de esta práctica.
- Puede sustituir a un acero grado maquinaria (baja aleación) del tipo 4140 o 4340, siempre y cuando, no existan exigencias mecánicas elevadas.

serviacero especiales

AISI 1045

PROCESO DE SOLDADURA
(Recomendaciones generales)

OBSERVACIONES:
- El proceso de soldadura es una operación no deseable y no recomendable en aceros de medio carbono y superiores debido a la alta posibilidad de sufrir fractura en la zona soldada y su alrededor; sin embargo, y de ser necesario, deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

PRECALENTAMIENTO:
- La zona a ser soldada deberá calentarse uniformemente a una temperatura que oscile entre 150 y 250 °C.
- Aplique el cordón de soldadura de manera convencional.

ENFRIAMIENTO:
- Debe protegerse la zona soldada a fin de evitar un enfriamiento rápido que promueva el endurecimiento de la zona soldada; puede utilizarse cal, bentonita o algún otro material que proporcione aislamiento térmico.

POST-CALENTAMIENTO:
- Calentar uniformemente a una temperatura de 250°C en la zona soldada y su alrededor, si la pieza está en condición de recocido, o 50°C por debajo de la temperatura de revenido si la pieza está en condición de temple y revenido.

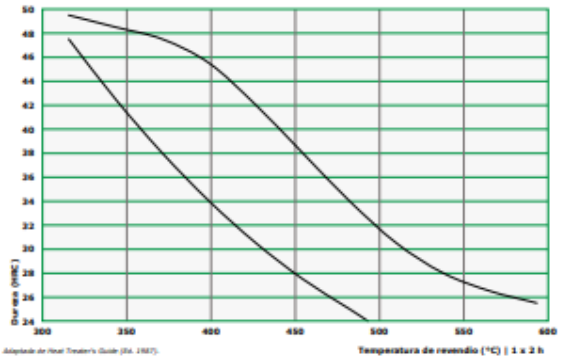
TRATAMIENTO TÉRMICO
(Recomendaciones generales)

RECOCIDO COMPLETO:
- Proteger contra descarburización, entonces calentar a 845 °C y enfriar lento, preferentemente en horno a una velocidad de 25°C / h, hasta 650°C, después enfriar al aire.

ENDURECIMIENTO
- Austenizar entre 820 - 845 °C, templar preferentemente en aceite, sobre todo en secciones delgadas (menores a ¼" (6.3 mm)). También puede ser templado en agua, pero considere el riesgo de deformación o fractura de pieza, sobre todo en geometrías complejas.

REVENIDO
- Si fue adecuadamente templado, la dureza de temple sin revenir será de al menos 55 HRC; es necesario aplicar proceso de revenido; seleccione la temperatura de la siguiente gráfica para establecer la dureza requerida.

Gráfica de revenido AISI 1045



ANEXOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

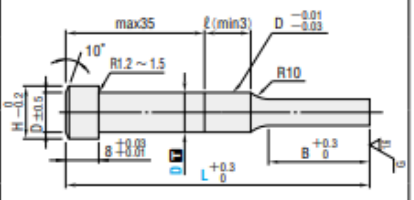
Anexo 4. Punzón

PUNCHES FOR HEAVY LOAD
—FINISHED FOR RETAINERS—

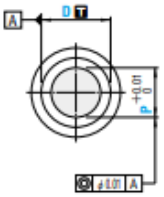
PRODUCTS DATA P.1611

Type	Shank diameter D T tolerance	M H	Catalog No. Type	Tip shape	B Tip length
RoHS  For shank diameter tolerance D T, select either m5 or $^{+0.005}_{0}$.	D_{m5}	Equivalent to SKH51 61—64HRC	AP	A D R E G	S L Tip length (B) L>S
		Powdered high-speed steel 64—67HRC	APH		
	$D^{+0.005}_{0}$	Equivalent to SKH51 61—64HRC	A—AP		
		Powdered high-speed steel 64—67HRC	A—APH		

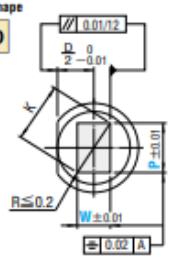
The tip shape can be selected from Tip shape A~G in the figure below.



Tip shape A

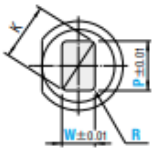


Tip shape D



P≧W
R=0 can be selected.
$K=\sqrt{P^2+W^2}$

Tip shape R



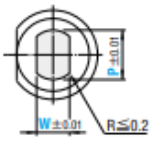
P≧W
0.15≦R<W/2
$K=\sqrt{(P-2R)^2+(W-2R)^2+2R}$

Tip shape E



P>W

Tip shape G



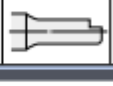
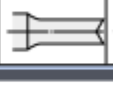
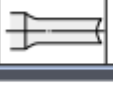
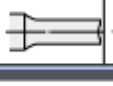
P>W

Catalog No. Type	Tip shape	B Tip length	D	L	0.01mm increments Ⓐ min. P max.	0.01mm increments D R E G P-Kmax.	0.01mm increments D R E G P-Wmin.	0.01 mm R	B	H
(D_{m5}) AP APH	A D R E G	S	5	50 60 70 80 90 100	2.00~ 4.99	4.97	1.20	0.15≦R<W/2 (Ⓡ only)	8	10
			6	50 60 70 80 90 100	2.00~ 5.99	5.97	1.50			11
			8	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	3.00~ 7.99	7.97	2.00		13	13
			10	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	3.00~ 9.99	9.97	2.50			15
			13	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	6.00~ 12.99	12.97	3.00			18
			16	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	10.00~ 15.99	15.97	4.00		19	21
			20	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	13.00~ 19.99	19.97	5.00			25
			25	(50) 60 70 80 90 100 110 120 130	18.00~ 24.99	24.97	6.00			30
($D^{+0.005}_{0}$) A—AP A—APH		L	5	60 70 80 90 100	2.00~ 4.99	4.97	1.20		13	10
			6	60 70 80 90 100	2.00~ 5.99	5.97	1.50			11
			8	60 70 80 90 100 110 120 130	3.00~ 7.99	7.97	2.00		19	13
			10	60 70 80 90 100 110 120 130	3.00~ 9.99	9.97	2.50			15
			13	60 70 80 90 100 110 120 130	6.00~ 12.99	12.97	3.00			18
			16	70 80 90 100 110 120 130	10.00~ 15.99	15.97	4.00		25	21
			20	70 80 90 100 110 120 130	13.00~ 19.99	19.97	5.00			25
			25	70 80 90 100 110 120 130	18.00~ 24.99	24.97	6.00			30

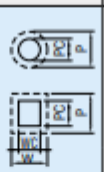
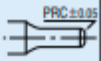
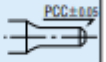
Ⓨ L(50)→B=8 If the full length is (50), the tip length is 8mm in all cases.
Ⓨ Ⓐ: P>D−0.03→ℓ=0 If P>D−0.03 for a round punch, $D^{-0.01}_{-0.03}$ (press-in lead) is not included.
Ⓨ D R E G: P-K>D−0.05→ℓ=0 If P-K>D−0.05 for a shaped punch, $D^{-0.01}_{-0.03}$ (press-in lead) is not included.

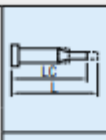
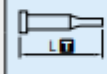
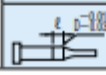
Order: Catalog No. — L — P — W — R(Ⓡ only)
APAS 20 — 80 — P15.00

Days to Ship: Quotation

Punch tip shear angle alterations P.232	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F
							

Alterations ☎ Catalog No. — L(LC) — P(PC) — W(WC) — R — (BC・KC, etc.)
APAS 20 — LC02 — PC12.00 — BC13

Alteration		Code	Ⓐ	D R E G	1Code
Alterations to tip		PC WC	Tip dimension change PC≧Pmin./2 ▼ For D5・6, PC≧1.50 0.01mm increments (If combined with PKC, 0.001mm increments can be selected.) P(PC) / Bmax. 1.500—1.999 / 20 2.000—3.999 / 35 4.000—5.999 / 45 6.000— / 60	Tip dimension change PC−P・Wmin./2 WC ▼ For D5・6, PC/WC≧1.00 0.01 mm increments P(PC)−W(WC) / Bmax. 1.00—1.49 / 8 1.50—1.99 / 13 2.00—2.49 / 20 2.50—4.99 / 25 5.00— / 30	Quotation
		BC	Tip length change 2≦BC≦Bmax. 0.1 mm increments ▼ Full length L must be at least 35mm longer than tip length BC.	Tip length change 2≦BC≦Bmax. 0.1 mm increments ▼ Full length L must be at least 40mm longer than tip length BC.	
		PRC	Rounding of tip side edge 0.3≦PRC≦1 0.1 mm increments ▼ PRC≦(P−0.2)/2 ⊗ Cannot be combined with PCC.	——	
		PCC	Chamfering to tip side edge 0.3≦PCC≦1 0.1 mm increments ▼ PCC≦(P−0.2)/2 ⊗ Cannot be combined with PRC.	——	
		PKC	Tip tolerance change P +0.01 0 ⇨ +0.005 0 ▼ P dimension can be selected in 0.001 mm increments.)	Tip tolerance change P・W±0.01 ⇨ +0.01 0	

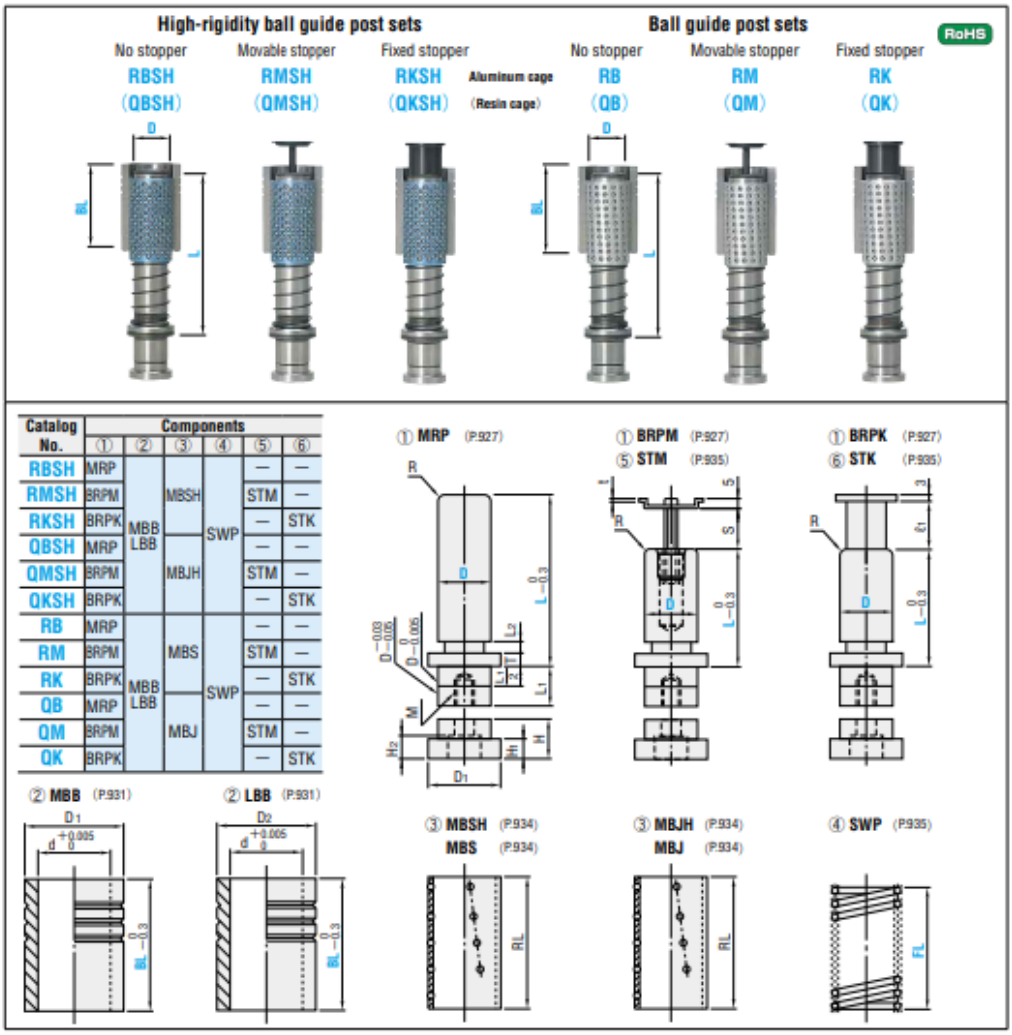
Alteration		Code	Ⓐ	D R E G	1Code
Alterations to full length		LC	Full length change 35+B(BC)≦LC<L 0.1 mm increments ▼ If difference between full length and tip length is 35mm or less, tip length is adjusted to 'Full length−35mm'. (If combined with LKC・LKZ, 0.01 mm increments can be selected.)	Full length change 40+B(BC)≦LC<L 0.1 mm increments ▼ If difference between full length and tip length is 40mm or less, tip length is adjusted to 'Full length−40mm'.	
		LKC	Full length tolerance change L +0.3 0 ⇨ +0.05 0		
		LKZ	Full length tolerance change L +0.3 0 ⇨ +0.01 0		
Alterations to head		KC	Addition of single key flat to head	Key flat position change 1° increments	Quotation
		WKC	Addition of double key flats in parallel	Double key flats in parallel Can be combined with KC.	
		KFC	Double key flats at 0° and a selected angle 1° increments ⊗ Cannot be combined with KC・WKC.	Double key flats at 0° and a selected angle 1° increments ⊗ Cannot be combined with KC・WKC.	
		NKC	——	No key flat	
Alterations to shank		SKC	Single key flat on shank Ⓐ -D5・6 P≦D−1.2 W≦D−1.2 (Machining width 0.5) -D8— P≦D−2.2 W≦D−2.2 (Machining width 1) ⊗ Cannot be combined with KC・WKC・KFC.	D R E G	
		NDC	No press-in lead ℓ≧3 ⇨ ℓ=0		

Price Quotation

Anexo 5. Postes guía

BALL GUIDE POST SETS FOR DIE SETS

—DETACHABLE POST TYPE—



Catalog No.	Components ①	②	③	④	⑤	⑥
RBSH	MRP	MBB LBB	MBSH	SWP	—	—
RMSH	BRPM				STM	—
RKSH	BRPK				—	STK
QBSH	MRP		MBJH		—	—
QMSH	BRPM				STM	—
QKSH	BRPK				—	STK
RB	MRP	MBB LBB	MBS	SWP	—	—
RM	BRPM				STM	—
RK	BRPK				—	STK
QB	MRP		MBJ		—	—
QM	BRPM				STM	—
QK	BRPK				—	STK

① **MRP** (P.927)

① **BRPM** (P.927)
⑤ **STM** (P.935)

① **BRPK** (P.927)
⑥ **STK** (P.935)

② **MBB** (P.931)

② **LBB** (P.931)

③ **MBSH** (P.934)
MBS (P.934)

③ **MBJH** (P.934)
MBJ (P.934)

④ **SWP** (P.935)

MRP·BRPM·BRPK

D		D_1	L_1	L_2	H	H_1	H_2	T	t	M	R	Provided bolt
20	+0.020 +0.015	28	15	10	14	7	8.5	5	1.6	8 × 18	2.0	CB8—25
22		30	16					8			3.0	
25		35	18									
28	+0.025	36	20	12	16	8	10.5	10		10 × 22	3.5	CB10—30
32	+0.020	40	23									
38	+0.030	49	27		18	10	12.5	12	2.0	12 × 27	4.0	CB12—35
45	+0.025	55	32	15								
50	+0.035	62	35		20	12	14.5	15		14 × 31	4.5	CB14—40
60	+0.030	72	42									

MBB·LBB

d	D_1·D_2	D_1 T	D_2 T
26	37	+0.5 +0.3	0 −0.007
28	40		
31	45		
36	50		
40	55		0 −0.008
48	64		
55	74		
60	83		0 −0.010
70	95		

RL	S	ℓ_1
50	0 ~ 19	15
60	0 ~ 23	20
75	0 ~ 30	25
90	0 ~ 37	30
110	0 ~ 47	35

■Installing the bushing (Adhesives P.940)

MBB	Devcon adhesive	—
LBB	Loctite adhesive	Loctite No.638 (LOC638)

■About high-rigidity ball guide post sets

These products utilize a high-rigidity ball cage (MBSH, MBJH) containing approximately 1.6 times more balls, achieving rigidity that is nearly equivalent to that of a plain guide at low cost.

RELATED PRODUCTS P.927-929

※When ordering by set, only the standard dimensions are available.
If dimensions other than standards are required, order alterations (P.927 ~ 929) to individual parts.

Catalog No. Type	D	L							②MBB·LBB Type	②MBB·LBB BL	RL	FL 10mm increments
RBSH	20	80	90	100	110	120			M (MBB) L (LBB)	50	50	40 ~ 140
RMSH	22	80	90	100	110	120				50	50	40 ~ 140
RKSH										60	60	
QBSH	25	80	90	100	110	120	130			60	60	40 ~ 150
QMSH	28	100	110	120	130	140	150	160		80	75	
QKSH										60	60	50 ~ 150
RB	32	120	130	140	150	160				80	75	
RM	38	140	150	160	170	180				80	75	70 ~ 190
RK	45	140	150	160	170	180				100	90	80 ~ 190
QB										100	90	
QM	50	160	170	180	200					120	110	80 ~ 190
QK	60	160	170	180	200					100	90	80 ~ 190
										120	110	

Order

Catalog No.	L	②	④FL
RM 25	120	L80	80
Ordering code RM25	12	L8	8

Days to Ship Quotation

Price Quotation

Type	M H S
MRP MRPM MRPK	M SUJ2 M S45C (Cap) H 58HRC ~ (Induction hardening)
STM	M S45C S Black oxide (Fe_3O_4)
STK	M S45C S Black oxide (Fe_3O_4) Accessories CB

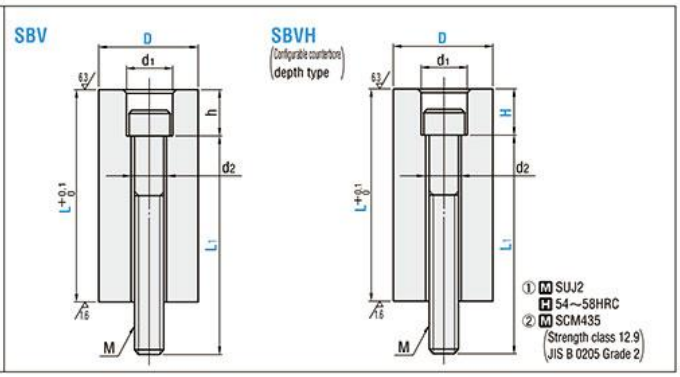
Type	M H
MBB LBB	M SUJ2 H 58HRC ~
MBSH MBS	M A5056 (Aluminum)

Type	M
MBJH MBJ	M Polyacetal resin (POM)
SWP	M SWP-B

Anexo 6. Bloques

STROKE END BLOCKS
—HARDENED TYPE—





M×P	d1	d2	h	Catalog No. Type	D	① L 0.1mm increments	Color	② L1 5mm increments	Base unit price 1~9 pieces ~L50.0	L50.1~70.0	L70.1~100.0	L100.1~
M 3×0.5	6	4	5	SBV	10	10.0 ~ 40.0	R (Red) Y (Yellow) N (Normal)	10 ~ 40	Quotation			
					12							
M 4×0.7	8	5	8		14	15.0 ~ 50.0		10 ~ 50				
					16							
M 5×0.8	9.5	6	10		18	20.0 ~ 70.0		15 ~ 70				
M 6×1.0	11	7	13		20	20.0 ~ 80.0		15 ~ 85				
M 8×1.25	14	9	15		25	22.0 ~ 100.0		15 ~ 100				
					32	22.0 ~ 120.0		15 ~ 120				
M10×1.5	17	11	18		38	25.0 ~ 120.0		20 ~ 120				
					50							
M12×1.75	20	13	21		60	30.0 ~ 150.0		25 ~ 150				

(?) N (Normal) ··· S Black oxide (Fe_3O_4)
(?) About products with D size of 20 or more of SBV/SBWH/SBVN, We offer products larger 0.3 mm than the notation.

M×P	d1	d2	Catalog No. Type	D	① L 0.1mm increments	H 1mm increments	Color	② L1 5mm increments	Base unit price 1~9 pieces ~L50.0	L50.1~70.0	L70.1~
M 6×1.0	11	7	SBVH	20	15.0 ~ 100.0	10 ~ 40	R (Red) Y (Yellow) N (Normal)	15 ~ 85	Quotation		
M 8×1.25	14	9		25	15.0 ~ 120.0	10 ~ 40		15 ~ 120			
				32							
M10×1.5	17	11		38	20.0 ~ 120.0	15 ~ 40		20 ~ 120			
				50							

(?) N (Normal) ··· S Black oxide (Fe_3O_4) (?) L−H≧5 (Full length-Counterbore depth) must be 5 mm or more.

Order

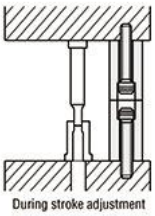
Catalog No.	—	①	—	②
Type	D	— L	— H	— Color	— L1
SBV	38	— 100.0		— Y	— 100
SBVH	38	— 80.0	— 40	— Y	— 60

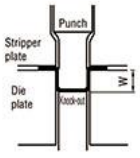
Catalog No.	—	①	—	②	— (LKC·LKP)
Type	D	— L	— H	— Color	— L1	
SBV	38	— 100.00		— Y	— 100	— LKC
SBVH	38	— 80.00	— 40	— Y	— 60	— LKP

Days to Ship Quotation

Price Quotation

Example


During stroke adjustment



● Because these are hardened products, they are ideal for precision dies which gently contact the stroke end block in order to maintain the correct bending or drawing depth (W).

Alteration	Code	Spec.	1Code
L	LKC	L dimension tolerance change $L^{+0.1}_{0} \Rightarrow \pm 0.01$ (?) When LKC is used, L dimension can be selected in 0.01mm increments. (?) Resulting in variation of the finished L dimension of 0.005 or less.	Quotation
L	LKP	L dimension tolerance change $L^{+0.1}_{0} \Rightarrow {}^{+0.01}_{0}$ (?) When LKP is used, L dimension can be selected in 0.01mm increments. (?) Resulting in variation of the finished L dimension of 0.005 or less.	

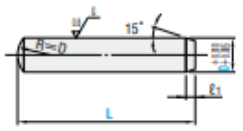
Anexo 5. Pasadores cilíndricos

DOWEL PINS

RoHS

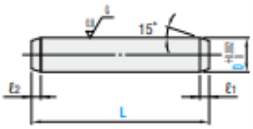


MS (Straight type)



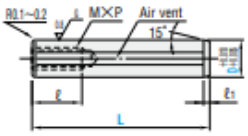
M SUJ2
H 58HRC—

MSV (High precision type)



M SUJ2
H 58HRC—

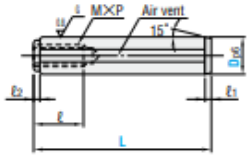
MSTP (Tapped precision type)



※L dimension is 10 with D5-6, the pilot hole for the tap may go all the way through.

M SUJ2
H 58HRC—

MST (Tapped p6 type)



※L dimension is 10 with D5-6, the pilot hole for the tap may go all the way through.



M SUJ2
H 45—50HRC

※ℓ1・ℓ2 dimensions are values for reference only. The actual values at the outer diameter grinding process may be larger than the catalog values.

ℓ1	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~99 pcs.	Volume discount unit price 100~499	500~1999	2000~4000
0.4	MS	1	6 8 10				
0.6		1.5	6 8 10				
1.0		2	10 15 / 6 8 20				
		2.5	8 10 15 20 / 6 25 30				
		3	10 15 20 / 6 8 25 30 35 40				
1.5		4	10 15 20 / 8 25 30 35 40 45 50				
		5	10 15 20 25 30 / 8 35 40 45 50				
2.0		6	15 20 25 30 / 8 10 35 40 45 50 55 60				
2.5		8	30 40 50 / 10 15 20 25 35 45 55 60 65 70 80				
3.0		10	40 50 60 / 15 20 25 30 35 45 55 65 70 80				
		12	40 50 60 / 20 25 30 35 45 55 70 80				
3.5		13	40 50 60 / 30 70 80				

Quotation

ℓ1	ℓ2	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~99 pcs.	Volume discount unit price 100~499	500~1999	2000~4000
1.0	0.2	MSV	2	6 8 10				
	0.5		3	8 10 15 20 25 30				
1.5			4	10 15 20 25 30				
2.0			5	10 15 20 25 30				
			6	10 15 20 25 30				
2.5			8	20 30 40				
3.0			10	30 40 50 60				

Quotation

The high-precision dowel pins are measured in a constant temperature chamber.

ℓ1	M×P	ℓ	D	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~99 pcs.	Volume discount unit price 100~499	500~1999	2000~4000
1.5	3×0.5	*6	+0.010 +0.005	MSTP	5	10 15 20 25 30				
2.0	4×0.7	*8	10		6	20 30 / 10 15 25 35 40 50				
	5×0.8				8	30 / 15 20 25 35 40 45 50 60 70 80				
2.5	6×1.0				10	40 / 15 20 25 30 35 45 50 60 70 80				
					12	20 30 40 50 60 70 80				
3.0	8×1.25	15			13	50 / 40 60 70 80				
					16	40 50 60 70				

Quotation

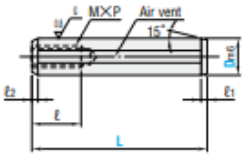
※If D=5, then ℓ=6 is a value for reference only. ※Only if D=6 and L=10, then ℓ=6.

ℓ1	ℓ2	M×P	ℓ	Dp6	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~99 pcs.	Volume discount unit price 100~499	500~1999	2000~4000
1.5	0.5	3×0.5	*6	+0.020 +0.012	MST	5	10 15 20 25 30				
2.0		4×0.7				6	20 30 / 10 15 25 35 40 50				
	0.7	5×0.8	*8	+0.024 +0.015		8	30 / 15 20 25 35 40 45 50 60 70 80				
2.5		6×1.0	10			10	40 / 15 20 25 30 35 45 50 60 70 80				
	1.0					12	20 30 40 50 60 70 80				
3.0		8×1.25	15	+0.029 +0.018		13	50 / 40 60 70 80				
						16	60 / 40 50 70 80				
		10×1.5	18	+0.035 +0.022		20	50 60 70 80				

Quotation

※If D=5, then ℓ=6 is a value for reference only. ※Only if D=6 and L=10, then ℓ=6.

MSTM (Tapped m6 type)

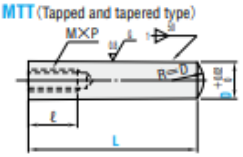


※ℓ1 dimension is 10 with D8-6, the pilot hole for the tap may go all the way through.



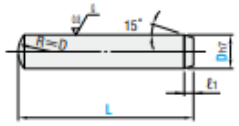
M SUJ2
H 45—50HRC

MTT (Tapped and tapered type)



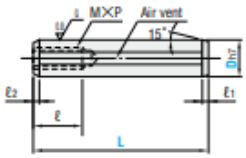
M SUJ2
H 45—50HRC

MSSH (Straight h7 type)



M SUJ2
H 45—50HRC

MSTH (Tapped h7 type)



※ℓ1 dimension is 10 with D8-6, the pilot hole for the tap may go all the way through.

M SUJ2
H 45—50HRC

Order — Catalog No. — L
MS2 — 10

Days to Ship — Quotation

※ℓ1·ℓ2 dimensions are values for reference only. The actual values at the outer diameter grinding process may be larger than the catalog values.

ℓ1	ℓ2	M×P	ℓ	Dm6	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~299 pcs.	Volume discount unit price 300~499	500~1999	2000~4000
1.5	0.3	3×0.5	*6	+0.012 +0.004	MSTM	5	10 15 20 25 30				
		4×0.7				6	10 15 20 25 30				
2.0	0.5	5×0.8	*8	+0.015 +0.006		8	15 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80				
		6×1.0	10			10	15 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80				
2.5	1.0	8×1.25	15	+0.018 +0.007		12	20 30 40 50 60 70 80				
						13	40 50 60 70 80				
3.0	1.5	10×1.5	18	+0.021 +0.008		16	40 50 60 70 80				
						20	50 60 70 80				

Quotation

※ If D=5, then ℓ=6 is a value for reference only. ✱ Only if D=6 and L=10, then ℓ=6.

M×P	ℓ	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~299 pcs.	Volume discount unit price 300~499	500~1999	2000~4000
5×0.8	9	MTT	8	30 40				
6×1.0	10		10	40 50				
8×1.25	14		12	40 50				
10×1.5	16		13	50 60				
			16	60 70				

Quotation

ℓ1	Dh7	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~299 pcs.	Volume discount unit price 300~499	500~1999	2000~4000
1.0	0 −0.010	MSSH	2	6 8 10 15				
			3	8 10 15 20				
1.5	0 −0.012		4	10 15 20				

Quotation

ℓ1	ℓ2	M×P	ℓ	Dh7	Catalog No. Type	D	L	Base unit price 1~299 pcs.	Volume discount unit price 300~499	500~1999	2000~4000
1.5	0.3	3×0.5	*6	0 −0.012	MSTH	5	10 15 20 25 30				
		4×0.7				6	10 15 20 25 30 35 40 50				
2.0	0.5	5×0.8	*8	0 −0.015		8	15 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80				
		6×1.0	10			10	15 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80 180 120				
2.5	1.0	8×1.25	15	0 −0.018		12	20 30 40 50 60 70 80 180 120				
						13	40 50 60 70 80 180 120				
3.0	1.5					16	40 50 60 70 80 180 120 150				
		10×1.5	18	0 −0.021		20	60 70 80 180				

Quotation

※ If D=5, then ℓ=6 is a value for reference only. ✱ Only if D=6 and L=10, then ℓ=6. ※ MSTH economy packs P.803

Depth of air vent 0.15
※ Because these products are finished by barrel polishing, this value is for reference only.
Same for all D dimensions
Subject products: MSTP MST MSTM MSTH

Anexo 7. Elevadores guía

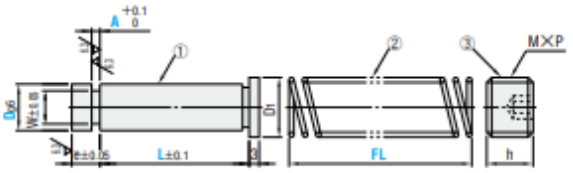
GUIDE LIFTER SETS

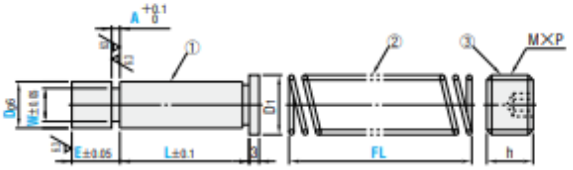
RoHS



Type	Catalog No.	Components ① Pin	② Spring	③ Screw
Standard	GLS	○	○	○
Configurable L-A dimensions	GLSH			
Standard	GLP	○		
Configurable L-A dimensions	GLH			

Type	Catalog No.	Components ① Pin	② Spring	③ Screw
Configurable L-A-E-W dimensions	GLSK	○	○	○
	GLK	○		





M SK4
H 53—58HRC (Annealing of head to max. 45HRC)

■Standard type

①GLP Dg6		e	W	D1	③MSW M×P	h	Catalog No. Type	D	L	A	②Spring Type	FL	Base unit price 1—19 pieces GLS	GLP
4	−0.004 −0.012	5	2.0	6	8×1.25	8	GLS ①②③	4	10 15 20 22 25 28 30 33 35 36 40 45 50	0.5 0.8 1.0	WR	20 25	Quotation	
6		7	3.6	8	10×1.5	10		6	10 15 20 22 25 28 30 33 35 36 40 45 50	0.5 0.8 1.0 1.6	WF	30 35		
8	−0.005 −0.014		5.0	10	12×1.5			8	10 15 20 22 25 28 30 33 35 36 40 45 50 55 60	1.0 1.6 2.0	WL	40 45		
10			6.0	13	16×1.5			10	20 22 25 28 30 33 35 36 40 45 50 55 60	1.6 2.0 2.5	WT	50 55		
13	−0.006 −0.017		7.0	16	20×1.5	12	GLP ①	13	20 22 25 28 30 33 35 36 40 45 50 55 60	2.0 2.5 3.6	WM	60 65		
16		12	8.0	19	22×1.5			16	30 33 35 36 40 45 50 55 60 70	2.0 2.5 4.0	WH	70 80		
20	−0.007 −0.020		10.0	23	27×1.5			20	33 35 36 40 45 50 55 60 70	3.6 5.0	WL-WT WM-WH	90 100		

Springs ② are unavailable in certain types and sizes. Check the "Combinations of guide lifter pin and spring" table on the page at right.

■Configurable L-A dimension type

①GLH Dg6		e	W	D1	③MSW M×P	h	Catalog No. Type	D	0.1mm increments L	A	②Spring Type	FL	Base unit price 1—19 pieces GLSH	GLH
4	−0.004 −0.012	5	2.0	6	8×1.25	8	GLSH ①②③	4	10.0~ 55.0	0.5~2.0	WR	20 25	Quotation	
6		7	3.6	8	10×1.5	10		6	10.0~ 75.0	0.5~3.0	WF	30 35		
8	−0.005 −0.014		5.0	10	12×1.5			8	10.0~ 75.0	0.7~4.5	WL	40 45		
10			6.0	13	16×1.5			10	10.0~ 90.0	0.7~4.5	WT	50 55		
13	−0.006 −0.017		7.0	16	20×1.5	12	GLH ①	13	10.0~ 90.0	1.0~6.0	WM	60 65		
16		12	8.0	19	22×1.5			16	10.0~ 100.0	1.0~6.0	WH	70 80		
20	−0.007 −0.020		10.0	23	27×1.5			20	15.0~ 100.0	1.0~6.0	WL WT WM WH	90 100		
25			13.0	28	33×1.5			25	15.0~ 100.0	1.0~6.0				

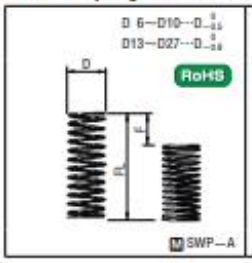
Springs ② are unavailable in certain types and sizes. Check the "Combinations of guide lifter pin and spring" table on the page at right.

■Configurable L-A-E-W dimension type

①GLK Dg6		D1	③MSW M×P	h	Catalog No. Type	D	0.1mm increments L	A	E	W	②Spring Type	FL	Base unit price 1—19 pieces GLSK	GLK
4	−0.004 −0.012	6	8×1.25	8	GLSK ①②③	4	15.0~45.0	0.5~2.0	5.0~10.0	1.5~ 2.2	WR	20 25	Quotation	
6		8	10×1.5	10		6	15.0~72.0	0.5~3.0	5.0~10.0	2.5~ 4.6	WF	30 35		
8	−0.005 −0.014	10	12×1.5			8	15.0~72.0	0.7~4.5	5.0~10.0	3.5~ 6.0	WL	40 45		
10		13	16×1.5			10	15.0~82.0	0.7~4.5	5.0~15.0	5.0~ 8.0	WT	50		
13	−0.006 −0.017	16	20×1.5	12	GLK ①	13	20.0~82.0	1.0~6.0	5.0~15.0	6.0~11.0	WM	55 60		
16		19	22×1.5			16	20.0~82.0	1.0~6.0	10.0~20.0	6.0~14.0	WH	65 70		
20	−0.007 −0.020	23	27×1.5			20	20.0~82.0	1.0~6.0	10.0~20.0	10.0~18.0	WL WT WM WH	80 90 100		
25		28	33×1.5			25	20.0~82.0	1.0~6.0	10.0~20.0	13.0~22.0				

E≧A+2
Springs ② are unavailable in certain types and sizes. Check the "Combinations of guide lifter pin and spring" table on the page at right.

■②Coil springs (T) For detailed specifications, refer to P.1399～.



■Spring constant table

① Pin Catalog No. Type	D	② Spring D	WR	WF	WL	WT	WM	WH
GLS GLSH GLSK	4	6	N/mm 0.3 (kgf/mm) (0.03)	N/mm 0.5 (kgf/mm) (0.05)	N/mm 1.0 (kgf/mm) (0.1)	N/mm 2.0 (kgf/mm) (0.2)	N/mm 2.9 (kgf/mm) (0.3)	N/mm 5.9 (kgf/mm) (0.6)
	5	8						9.8 (1.0)
	8	10						
	10	13			2.9 (0.3)	3.9 (0.4)	4.9 (0.5)	14.7 (1.5)
	13	16						
	16	18	0.5(0.05)	1.0(0.1)				
	20	22						
	25	27						
Maximum allowable deflection Fmax.			FmL×60%	FmL×45%	FmL×40%	FmL×40%	FmL×35%	FmL×30%

●Load calculation method Load N (kgf)=Spring constant N/mm (kgf/mm)×Deflection Fmm ● Tolerance for spring constant: ±10%

■Combinations of guide lifter pins and springs (○ indicates an available set.)

Type・D / FL	GLS4・GLSH4・GLSK4						GLS6・GLSH6・GLSK6						GLS8・GLSH8・GLSK8						GLS10・GLSH10・GLSK10					
	WR5	WF5	WL5	WT5	WM5	WH5	WR6	WF6	WL6	WT6	WM6	WH6	WR8	WF8	WL8	WT8	WM8	WH8	WR10	WF10	WL10	WT10	WM10	WH10	WR13	WF13	WL13	WT13	WM13	WH13
20～40 5mm increments	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
45	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
50	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
55	○	○	○	○*	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
60	○	○	○	○*	○*	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
65	○	○	○	○*	○*	○*	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
70	○	○	○	○*	○*	○*	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
80	○	○	○	○*	○*		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
90																									○	○	○		○	

Type・D / FL	GLS13・GLSH13・GLSK13						GLS16・GLSH16・GLSK16						GLS20・GLSH20・GLSK20				GLSH25・GLSK25			
	WR16	WF16	WL16	WT16	WM16	WH16	WR19	WF19	WL19	WT19	WM19	WH19	WL22	WT22	WM22	WH22	WL27	WT27	WM27	WH27
20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
25	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
30～70 5mm increments	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
80	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○*	○	○	○	○	○	○	○	○
90	○	○	○		○				○		○	○*	○		○	○*	○		○	○
100									○		○	○*	○		○	○*	○		○	○

(T) ＊---Maximum allowable deflection Fmax. is smaller than the above spring constant. For details P.1399 ～.

Order

Catalog No.	L	A	E	W	②(Type-FL)
GLS 8	30	2.0			WH40
GLP 6	25	1.6			
GLSH 6	25.0	2.4			WL35
GLH 13	60.0	3.0			
GLSK16	50.0	1.2	E15.0	W12.0	WM60
GLK20	45.5	1.5	E18.0	W14.0	

Days to Ship Quotation

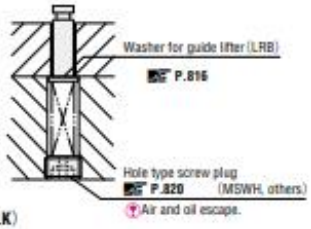
Price Quotation

Alterations

Catalog No.	L	A	E	W	②	(KRC, etc.)
GLSH 8	30	2.0			WH40	KRC GC
GLSK 10	35	0.8	E10	W7.0	WM45	KRC WA

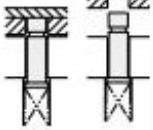
Alteration	Code	Spec.	1Code
R	KRC	Chamfering of head upper and lower surfaces to R indicated at right (T) Can be used for GLSH・GLH・GLSK・GLK. (D: R) 4～6: 0.3; 8～13: 0.5; 16～20: 1.0; 25: 1.5	
W	GC	Head taper (15°) machining (T) Can be used for GLSH・GLH・GLSK・GLK.	Quotation
(MSWA) M×P	WA	Change of provided screw plug to MSWA (through hole type) (T) Can be used for GLSH・GLSK. For detailed dimensions P.819	
(MSWZH) M×P	WZH	Change of provided screw plug to MSWZH (washer face type) (T) Can be used for GLSH・GLSK. Can be used for D6—25. MSW MSWZH D6～10 t=10→t1=12; D13～25 t=12→t1=15 For detailed dimensions P.819	

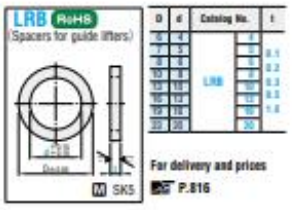
Example



■Features (GLSK・GLK)

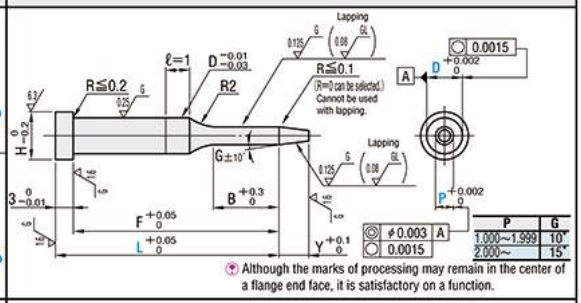
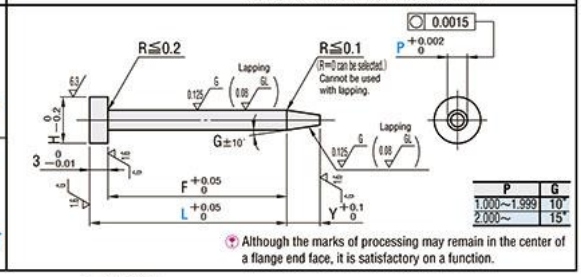
・Adjusting the E dimension makes it possible to machine a stripper plate through-hole.





Anexo 8. Pernos de elevación

PRECISION CARBIDE PILOT PUNCHES FOR FIXING TO STRIPPER PLATE

Type	M H	Catalog No.	Shape
RoHS —Lapping—	V30 (HIP) 88~89HRA	VTPTP Lapping L—VTPTP	
	Super fine grain (HIP) 90~92HRA	VXTPTP Lapping L—VXTPTP	
—Straight— RoHS —Straight·Lapping—	V30 (HIP) 88~89HRA	VTPT Lapping L—VTPT	
	Super fine grain (HIP) 90~92HRA	VXTPT Lapping L—VXTPT	

Although the marks of processing may remain in the center of a flange end face, it is satisfactory on a function.

P	G
1.000~1.999	10°
2.000~	15°

Catalog No. Type	D	0.1mm increments L	0.001mm increments min. P max.	B	Y	H
VTPTP VXTPTP	2.0	12.0 ~ 32.0	0.500 ~1.990	4	1	3
	2.5		1.000 ~2.490		2	3.5
	3		1.000 ~2.990			5
Lapping L—VTPTP	4		2.000 ~3.990			7
	5		2.000 ~4.990		3	8
L—VXTPTP	6		2.500 ~5.990			9

P>D−0.03··· ℓ=0 If P>D−0.03, $D^{-0.01}_{-0.03}$ (press-in lead) is not included.

■Straight

Catalog No. Type	No.	0.1mm increments L	0.001mm increments min. P max.	Y	H
VTPT VXTPT	2.0	12.0 ~ 23.0	1.000 ~2.000	2	3
	2.5		1.500 ~2.500		3.5
	3	12.0 ~ 32.0	2.000 ~3.000		5
Lapping L—VTPT	4		3.000 ~4.000		7
	5		4.000 ~5.000	3	8
L—VXTPT	6		5.000 ~6.000		9

Order Catalog No. — L — P — (R)

VTPTP3 — 23.0 — P1.998

VTPT2.5 — 23.0 — P1.998 — R0

Only R=0 can be selected (except lapping).

Price Quotation

Days to Ship Quotation

Alterations Catalog No. — L — P(PC) — (R) — (BC·YC·HC·TC, etc.)

VTPTP 3 — 18 — PC0.900 — YC1.0

Alteration		Code	Spec.	1Code
Alterations to tip		PC	Tip diameter change PC≧Pmin./2≧0.5 0.001mm increments ⊗ Cannot be used for straight types. Y is Ymax.	Quotation
		BC	Tip length change 2≦BC≦Bmax. 0.1mm increments Full length L must be at least 8mm longer than tip length BC. ⊗ Cannot be used for straight types.	
		YC	Tip taper length change 1≦YC≦Ymax. 0.1mm increments	

P	Bmax	Ymax
0.500~0.799	6	1
0.800~0.999	8	1
1.000~1.499	13	2
1.500~1.999	13	3
2.000~2.499	19	3
2.500~	19	4

P	Ymax
1.000~1.499	2
1.500~2.499	3
2.500~	4

Alteration		Code	Spec.	1Code
Alterations to head		HC	Head diameter change D·P≦HC<H 0.1mm increments	Quotation
		TC	Head thickness change 2≦TC<3 0.1mm increments The full length remains as specified.	
		KC	Addition of single key flat to head	
		WKC	Addition of double key flats in parallel	
Shank		NDC	No press-in lead ℓ=1 ⇨ ℓ=0 ⊗ Cannot be used for straight types.	

Anexo 9. Pernos separadores

STRIPPER BOLTS, BUSHING TYPE
—HALF-MADE TYPE—

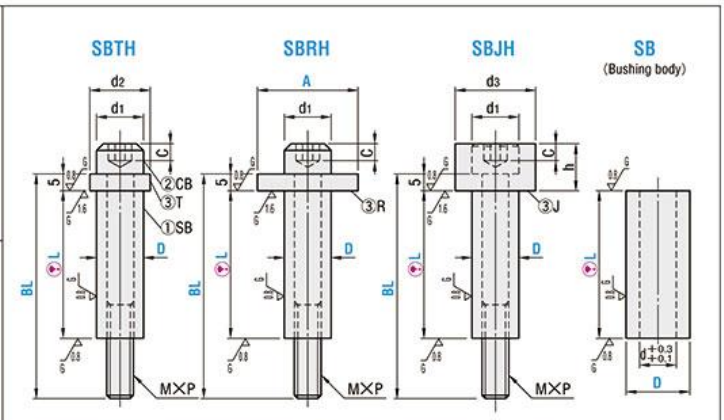


SBTH, SBRH, and SBJH are combinations of the bushing ①+bolt ②+spacer ③.



■List of bushing type stripper bolt (half-made) combinations

Set name	Bushing body	Hexagon socket head cap screw	Spacer
①②③	①	②	③
SBTH	SB	CB (P.675)	T (P.815)
SBRH			R (P.815)
SBJH			J (P.815)



If orders are placed in units of the quantity used for a single die (40 or less), they will all be ground at the same time.
In this way, although the L dimension tolerance is ±0.05, the variation in the finished L dimension will be 0.01 or less.

② M SCM435 (Strength class 12.9)

①③ M S45C H 48 ~ 52HRC

Dea		d1	SBTH d2	SBRH A	SBJH h	SBJH d3	SB d	M×P	C min. depth	Catalog No. Type	Catalog No. D	L 0.1mm increments	BL 5mm increments	BL 10mm increments	(SBRH only) A	Base unit price 1 ~ 19 pieces SBTH	SBRH	SBJH	SB
6.5		7	11.5	16·18	9	12	4	4×0.7	2	SBTH SBRH SBJH SB	6.5	10.0 ~ 70.0 70.1 ~ 80.0	20 ~ 95	—	16·18	Quotation			
8	−0.025 −0.061	8.5	13	18·20·22	10	14	5	5×0.8	2.5		8	10.0 ~ 70.0 70.1 ~ 80.0	20 ~ 95	—	18·20·22				
10		10	15	20·22·25·27	11	18	6	6×1.0	3		10	10.0 ~ 100.0 100.1 ~ 150.0	20 ~ 95	100 ~ 170	20*·22·25·27				
13	−0.032 −0.075	13	18	25·27·30	13	24	8	8×1.25	4		13	10.0 ~ 100.0 100.1 ~ 150.0	20 ~ 95	100 ~ 170	25*·27·30				
16		16	21	30·35·40	15	27	10	10×1.5	5		16	10.0 ~ 100.0 100.1 ~ 150.0	20 ~ 95	100 ~ 180	30*·35·40				
20	−0.040 −0.092	18	23	35·40	17	32	12	12×1.75	6		20	10.0 ~ 100.0 100.1 ~ 150.0	20 ~ 95	100 ~ 180	35*·40				

The head diameter d_1 of bolts marked with * is ground so that it does not interfere with the inner diameter of the spring.

Order

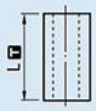
Catalog No.	—	L	—	BL	—	A
SBTH 13	—	34.5	—	50		
SBRH 10	—	27.8	—	45	—	22
SB 13	—	34.5				

Days to Ship Quotation

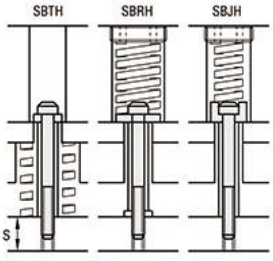
Price Quotation

Alterations

Catalog No.	—	L	—	BL	—	A	— (LKC·LKP)
SBRH 10	—	27.8	—	45	—	22	— LKC
SBTH 16	—	55.65	—	90			— LKP

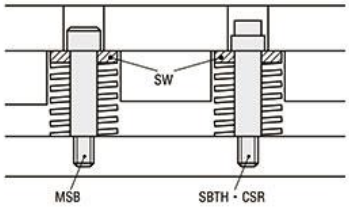
Alteration	Code	Spec.	1Code
	LKC	L dimension tolerance change $L_{\pm 0.05} \Rightarrow L^{+0.02}_{0}$ When LKC is used, L dimension can be selected in 0.01 mm increments.	Quotation
	LKP	L dimension tolerance change $L_{\pm 0.05} \Rightarrow L^{+0.01}_{0}$ When LKP is used, L dimension can be selected in 0.01 mm increments.	

Example



BL<S+L+5

When spacer is used



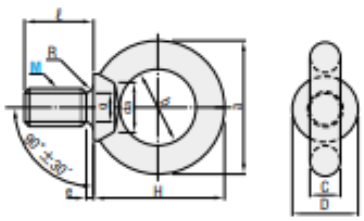
Anexo 10. Anilla de elevación

LIFTING EYE BOLTS / CAST-IN BUSH

Lifting eye bolts —For vertical lifting— RoHS



CHI



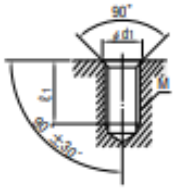
M×P	a	b	C	D	H	ℓ	e	g	R	da	Max. allowable load N {kgf} A: Vertical, 1 bolt		B: 45°, 2 bolts		Catalog No. Type	M	Base unit price 1 ~ 19 pieces	Volume discount unit price 20 ~ 49	50 ~ 99	100 ~ 200
6×1.0	24.9	14.5	5.2	12.8	28.5	15	3	4.7	1.0	7.9	392	40	392	40		6				
8×1.25	32.6	20	6.3	16	33.3	15	3	6	1.0	9.2	785	80	785	80		8				
10×1.5	41	25	8	20	41.5	18	4	7.7	1.2	11.2	1471	150	1471	150		10				
12×1.75	50	30	10	25	51	22	5	9.4	1.4	14.2	2157	220	2157	220		12				
16×2.0	60	35	12.5	30	60	27	5	13	1.6	18.2	4413	450	4413	450		16				
20×2.5	72	40	16	35	71	30	6	16.4	2	22.4	6178	630	6178	630	CHI	20	Quotation			
24×3.0	90	50	20	45	90	38	8	19.6	2.5	26.4	9316	950	9316	950		24				
30×3.5	110	60	25	60	110	45	8	25	3	33.4	14710	1500	14710	1500		30				
36×4.0	133	70	31.5	70	132	55	10	30.3	3	39.4	22555	2300	22555	2300		36				
42×4.5	151	80	35.5	80	151	65	12	35.6	3.5	45.6	33342	3400	33342	3400		42				
48×5.0	170	90	40	90	170	70	12	41	4	52.6	44130	4500	44130	4500		48				

•Load {kgf} = Load (N) ×0.101972

Installation

Tighten the lifting eye bolt lightly by hand so that the seat of the bolt is firmly in contact with the plate.

Catalog No.		d1	E1
CHI	6	9	17
	8	11	17
	10	13	20
	12	16	24
	16	20	30
	20	24	34
	24	28	42
	30	36	50
	36	42	60
	42	48	70
	48	56	76

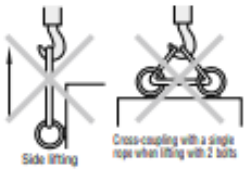


When 2 lifting eye bolts are used for lifting, install the bolts so that they face in the same direction.



Caution

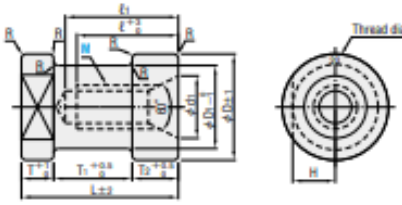
Never attempt the types of lifting shown in the diagram.



Cast-in bush RoHS



CSN



Max. allowable load N {kgf} Lifting bolt 2 bolts	Lifting eye bolt Vertical, 1 bolt	Lifting eye bolt 45°, 2 bolts	M×P	D	D1	d1	ℓ	ℓ1	L	T	T1	T2	H	R	Catalog No. Type	M	Base unit price 1 ~ 19 pieces
3730 {380}	2160 {220}	2160 {220}	12×1.75	38	28	18	30	40	55	10	30	15	14	2		12	
6620 {675}	4410 {450}	4410 {450}	16×2.0	46	36	22	35	45	55	10	30	15	18	2		16	
8830 {900}	5880 {600}	5880 {600}	20×2.5	48	38	28	45	55	70	15	35	20	19	2		20	
13340 {1360}	9810 {1000}	9810 {1000}	24×3.0	55	45	36	55	65	85	20	45	20	22.5	2	CSN	24	Quotation
19810 {2020}	16670 {1700}	16670 {1700}	30×3.5	65	52	42	65	75	95	25	50	20	26	3		30	
58450 {5960}	22560 {2300}	22560 {2300}	36×4.0	85	70	48	75	90	110	30	55	25	35	3		36	

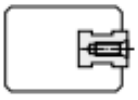
•Load {kgf} = Load (N) ×0.101972

Order — Catalog No. CHI 10, CSN 24

Price — Quotation

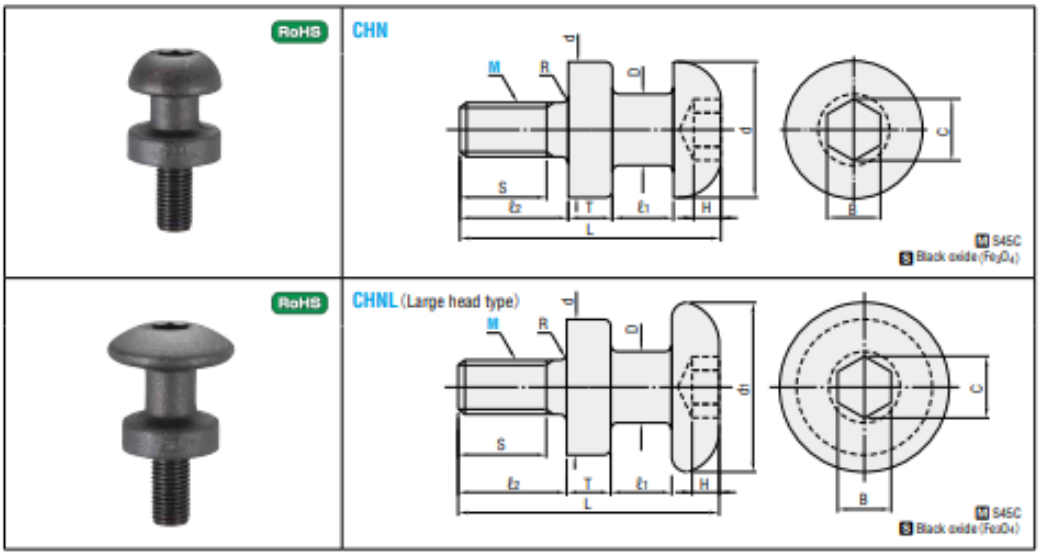
Days to Ship — Quotation

Example



Anexo 11. Ganchos

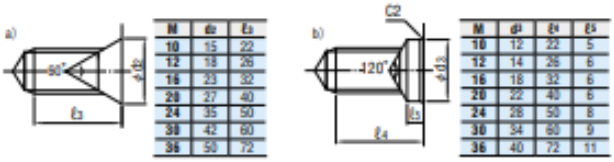
HOOKS
—BOLT TYPE / LARGE HEAD BOLT TYPE—



M×P	D	d	d1	ℓ1 CHN	ℓ1 CHNL	ℓ2	S	T	L CHN	L CHNL	R	H	B	C	kg/piece kgf/piece (For steel, safety factor 10)	Catalog No. Type	Catalog No. M	Base unit price 1~19 pieces CHN	Base unit price 1~19 pieces CHNL
10×1.5	13	32	42	10	18	20	16	8	46	54	1.5	5	8	9.2	2452 | 250	CHN CHNL	10		
12×1.75	16	36	48	13	20	24	20	10	57	64	1.5	6	10	11.7	3530 | 360		12		
16×2.0	20	40	52	18	25	30	25	13	75	82	2	9	14	16.3	6669 | 680		16		
20×2.5	25	48	62	20	28	37	32	16	90	98	2	12	17	19.8	10395 | 1060		20	Quotation	
24×3.0	32	58	76	25	33	47	40	20	111	119	2.5	13	19	22.1	15004 | 1530		24		
30×3.5	36	68	88	30	40	56	48	22	131	141	3	16	22	25.6	23830 | 2430		30		
36×4.0	40	78	100	30	40	68	58	25	148	158	3	18	27	31.4	34814 | 3550		36		

•Load [kgf] =Load [N]×0.101972

■Installation The bolt holes for installation should be machined as shown in figure a) or b) below. The head of CHN and CHNL should be in tight contact with the side surface of the die set when the bolts are used.



M	d2	ℓ3
10	15	22
12	18	26
16	23	32
20	27	40
24	35	50
30	42	60
36	50	72

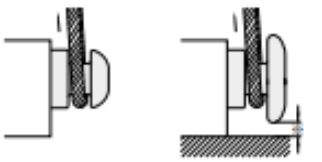
M	d3	ℓ4	ℓ5
10	12	22	5
12	14	26	6
16	18	32	6
20	22	40	6
24	28	50	8
30	34	60	9
36	40	72	11

Order — Catalog No. CHNL 20

Days to Ship — Quotation

Price — Quotation

Example



※Install so that the wire can be passed under the hook without contacting the bottom surface.
<Large head type>

COMPONENTS FOR LIFTING AND DE-STUDDING

Anexo 12. Guías de matrices

GUIDE POSTS FOR DIE SETS

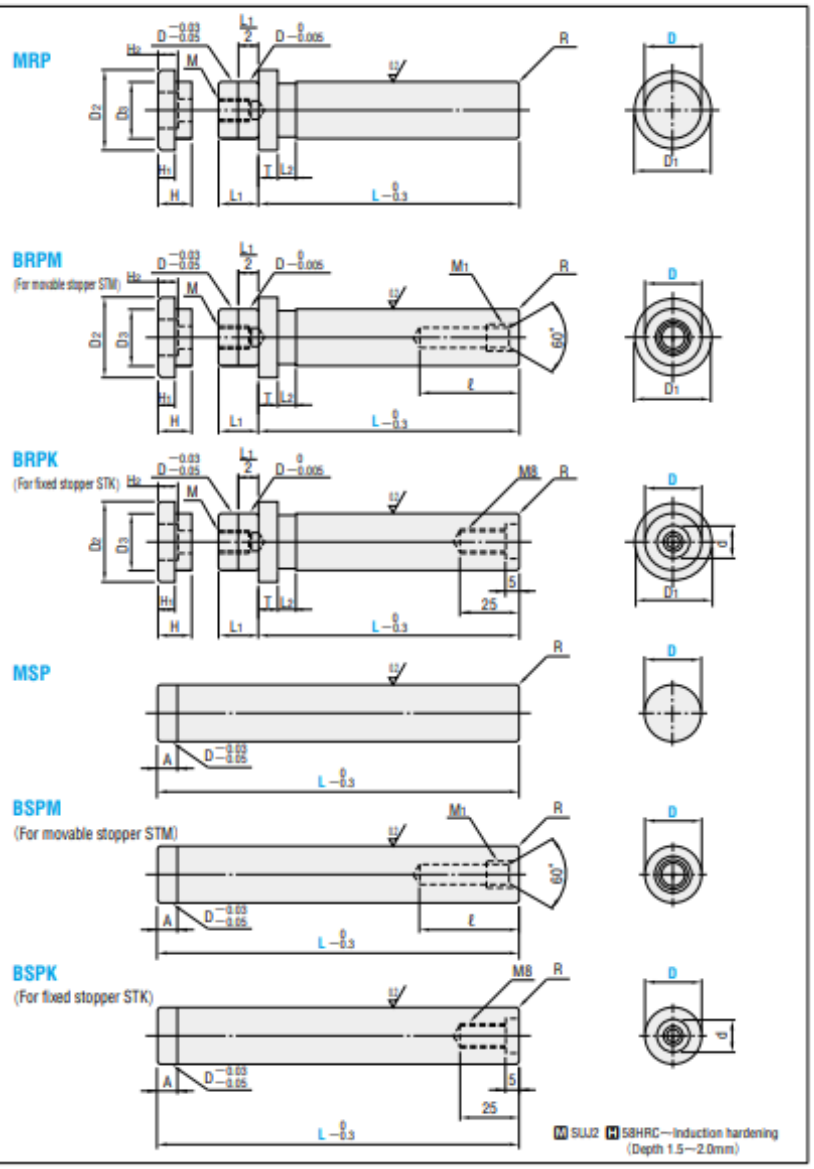
RoHS

—Detachable post type—



—Press-fit post type—





D		D_1	T	L_1	L_2	ℓ	$M_1 \times P$	d	A	M	R	D_2	D_3	H	H_1	H_2	Provided bolt
20	+0.020 +0.015	29	5	15	10	38	M10×1.5	14	4	M8×18	2.0	28	19.5	14	7	8.5	CB 8—25
22		31	8	16		42					3.0	30	21.5				
25		36		18		50	M12×1.5					35	24.5				
28	+0.025 +0.020	39	10	20		50			5	M10×22	3.5	36	27.5	16	8	10.5	CB10—30
32		44		23	12	60						40	31.5				
38	+0.030 +0.025	53	12	27		60	M16×1.5	20	6	M12×27	4.0	49	37.5	18	10	12.5	CB12—35
45		59		32	15	70						55	44.5				
50	+0.035 +0.030	69	15	35		70			7	M14×31	5.0	62	49.5	20	12	14.5	CB14—40
60		79		42		70						72	59.5				

Catalog No. Type	D	L													Base unit price 1~9 pieces MRP	Base unit price 1~9 pieces BRPM-BRPK
MRP BRPM BRPK	20	80	90	100	110	120									Quotation	
	22	80	90	100	110	120										
	25	80	90	100	110	120	130									
	28			100	110	120	130	140	150	160						
	32					120	130	140	150	160						
	38							140	150	160	170	180				
	45							140	150	160	170	180				
	50									160	170	180	200			
	60									160	170	180	200			

Catalog No. Type	D	L													Base unit price 1~9 pieces MSP	Base unit price 1~9 pieces BSPM-BSPK
MSP BSPM BSPK	20	100	110	120	130	140	150	160	170	180					Quotation	
	22			120	130	140	150	160	170	180						
	25			120	130	140	150	160	170	180						
	28					140	150	160	170	180	190	200				
	32							160	170	180	190	200	220	240		
	38									180	190	200	220	240	260	
	45									180	190	200	220	240	260	
	50											200	220	240	260	
	60											200	220	240	260	

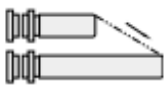
Order: Catalog No. — L (BSPM 32 — 180)

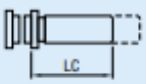
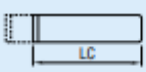
Days to Ship: Quotation

Price: Quotation

Alterations: Catalog No. (MRP 20) — L (LC) (LC77); Quotation

Ⓨ Long type guide posts with configurable full length are listed on P.929.



Alteration	Code	Spec.	1Code D	1Code MRP-MSP BSPM-BSPK	1Code BRPM BRPK
MRP-BRPM-BRPK  MSP-BSPM-BSPK 	LC	L dimension change 1mm increments		Quotation	

D	LC MRP	LC BRPM-BRPK	LC MSP	LC BSPM-BSPK
20	60 — 119	70 — 119	70 — 179	80 — 179
22	60 — 119	70 — 119	70 — 179	80 — 179
25	60 — 129	80 — 129	70 — 179	80 — 179
28	60 — 159	80 — 159	70 — 199	80 — 199
32	60 — 159	100 — 159	70 — 239	80 — 239
38	60 — 179	100 — 179	70 — 259	80 — 259
45	60 — 179	120 — 179	70 — 259	90 — 259
50	60 — 199	120 — 199	70 — 259	90 — 259
60	60 — 199	120 — 199	70 — 259	90 — 259

Anexo 13. Tornillo de cabeza hexagonal

Hex Socket Head Cap Screws / Nuts / Washers

Titanium, Aluminum

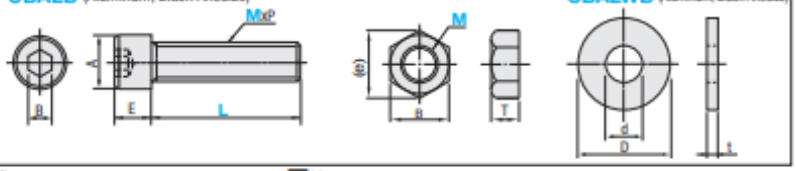


Type	Material	Surface Treatment
CBT, CBT	Pure Titanium Class 2 (JIS H4650)	-
CBAL, CBAL	A2017 / A5056 (Nut)	-
CBALB, CBALWB		Black Anodize

CBT (Titanium)
CBAL (Aluminum)
CBALB (Aluminum, Black Anodize)

CBTN (Titanium)
CBALN (Aluminum)

CBTW (Titanium)
CBALW (Aluminum)
CBALWB (Aluminum, Black Anodize)



RoHS 10

Hex Socket Head Cap Screws

Part Number Type	M-L	M x P	A	E	B	CBT Unit Price (Less than)	CBT Volume Discount Rate (or More)	CBAL Unit Price (Less than)	CBAL Volume Discount Rate (or More)	CBALB Unit Price (Less than)	CBALB Volume Discount Rate (or More)	Quantity
CBT CBAL CBALB	3- 6 8 10 12 15 20	3 x 0.5	5.5	3	2.5					-	-	100
	4- 6 8 10 12 15 20	4 x 0.7	7	4	3	-	-			-	-	
	5- 8 10 12 15 20 25	5 x 0.8	8.5	5	4					-	-	
	6- 8 10 12 15 20 25	6 x 1.0	10	6	5	-	-			-	-	
	8- 15 20 25 30	8 x 1.25	13	8	6							50
	10- 20 25 30 35	10 x 1.5	16	10	8					-	-	

Sizes with no price listings are not available.

Nuts

Part Number Type	M	B	(e)	T	CBTN Unit Price (Less than)	CBTN Volume Discount Rate (or More)	CBALN Unit Price (Less than)	CBALN Volume Discount Rate (or More)	Quantity
CBTN CBALN	3	5.5	6.4	2.4					100
	4	7	8.1	3.2					
	5	8	9.2	4					
	6	10	11.5	5					
	8	13	15	6.5					50
	10	17	19.6	8					

Washers

Part Number Type	No.	D	d	t	CBTW Unit Price (Less than)	CBTW Volume Discount Rate (or More)	CBALW Unit Price (Less than)	CBALW Volume Discount Rate (or More)	CBALWB Unit Price (Less than)	CBALWB Volume Discount Rate (or More)	Quantity
CBTW CBALW CBALWB	3	7	3.2	0.5							100
	4	10	4.3	0.8							
	5	12	5.5	0.8							
	6	13	6.5	1.0							
	8	18	8.5	1.5							50
	10	22	10.5	1.5							

Ordering Example

Part Number
CBT5-12
CBTN8
CBTW10

Characteristics of Titanium (JIS H4650 Pure Titanium Class 2)

- Strength of titanium is comparable to low-carbon steel, yet the specific gravity is 60% of steel.
- It can be used in low to high temperatures.
- It has better chemical resistance than that of stainless steel.

Typical Physical Properties of Titanium

Item	Unit	Data
Purity	%	99.5 or More
Tensile Strength	N/mm²	340~510
Yield Stress	N/mm²	215 or More
Operating Temp.	°C	-200~350

Chemical Resistance of Titanium

Chemical Solution	Concentration [%]	Temperature [°C]	Titanium	SUS316
Hydrochloric Acid	10	30	◎	×
Sulfuric Acid	20	30	○	×
Sodium Hydroxide	50	120	◎	○

◎: Corrosion resistant enough for use.
○: Corrosive but usable depending on conditions.
×: Unusable due to insufficient corrosion resistance.

Changes in Mechanical Characteristics of Titanium by Temperature

Item	Unit	Data -200°C	Data Ambient Temperature	Data 350°C
Tensile Strength	N/mm²	994	421	167
Elongation	%	25.7	46	54

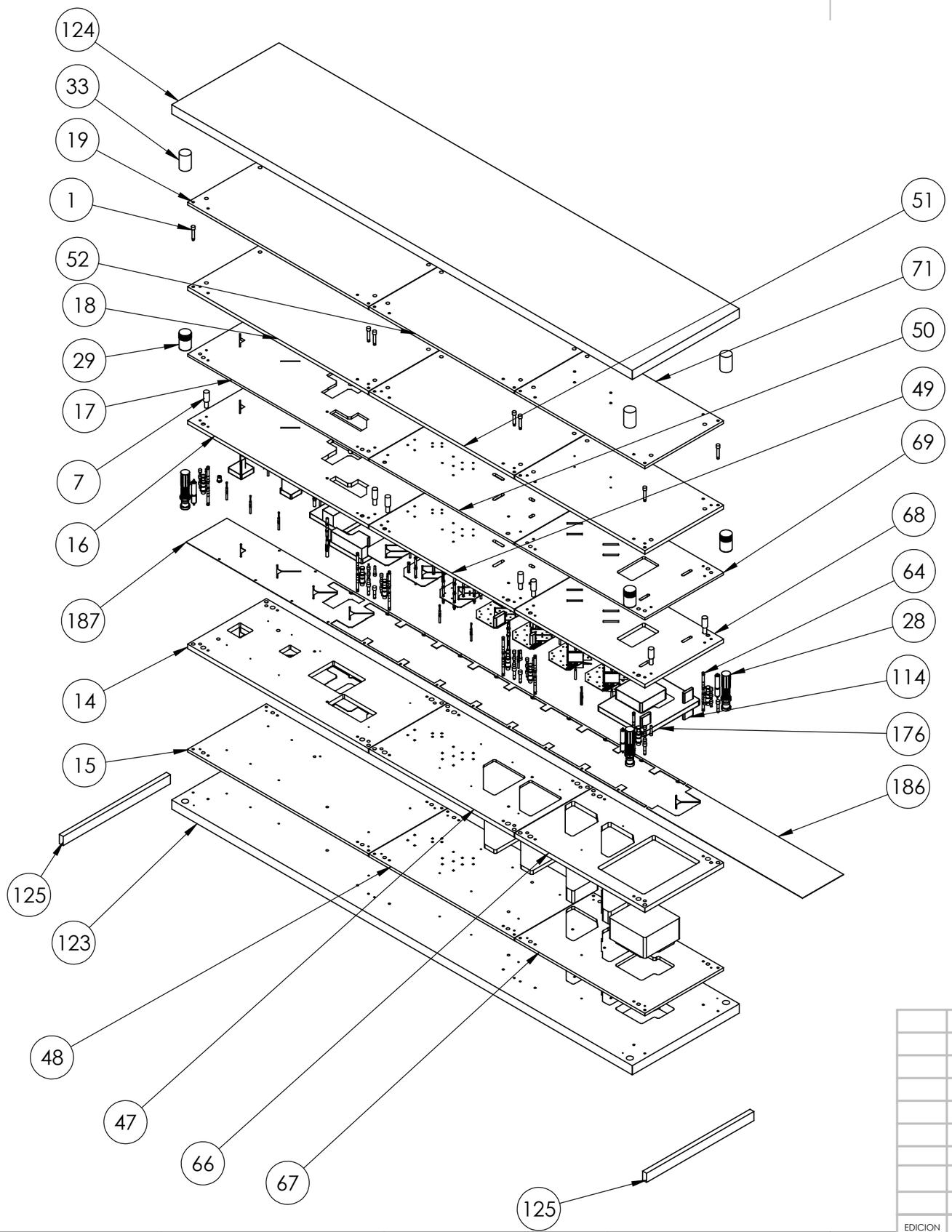
Comparison by Metals

Item	Unit	Titanium	Aluminum	Steel
Specific Gravity	g/cm³	4.5	2.7	7.9
Tensile Strength	N/mm²	377	78	315
Thermal Conductivity	cal/cm · sec · °C	0.041	0.487	0.145
Young's Modulus	kN/mm²	106	69	205

Mechanical Characteristics of Hex Socket Cap Screws (Reference)

	Tensile Breaking Load N		Torsional Breaking Torque N•m	
	Titanium	Aluminum	Titanium	Aluminum
M3	3210	1650	2.4	1.0
M4	5610	2890	4.7	2.5
M5	9080	4680	9.8	6.7
M6	12800	6630	11.3	11.0
M8	23400	12000	22.8	30.0
M10	37100	23560	61.5	48.0

- Shown above are reference values and not guaranteed.
- Recommended tightening torque is torsional shear torque x50%.
- Use torque driver or torque wrench for tightening.
- Values of black anodized products are approx. 80% of values above.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	prj_shcs_1_046	4
7	prj_SBT1_034	4
14	PLACA PORTAMATRIZ	1
15	SUFRIDERA INFERIOR	1
16	PLACA PRENSACHAPA	1
17	PORTAMATRIZ	1
18	PLACA PORTAPUNZON	1
19	SUFRIDERA SUPERIOR	1
29	prj_lbb_005	4
33	prj_rguide_002-5	4
46	prj_mi_ms_down_3_segment_023_2_0	4
47	PLACA PORTAMATRIZ II	1
48	SUFRIDERA INFERIOR II	1
49	PLACA PRENSA CHAPA	1
50	PORTAMATRIZ II	1
51	PLACA PORTAPUNZON II	1
52	SUFRIDERA SUPERIOR II	1
64	prj_mi_ms_up_3_segment_025_2_3_0	4
66	PLACA PORTAMATRIZ III	1
67	SUFRIDERA INFERIOR III	1
68	PLACA PRENSA CHAPA III	1
69	PORTAMATRIZ III	1
71	SUFRIDERA SUPERIOR III	1
114	prj_pdi_408-23	1
123	PLACA INFERIOR	1
124	PLACA SUPERIOR	1
125	BLOQUE APOYO TRANSVERSAL	2
176	prj_uddie_436	1
186	prj_simulation_002-35	1

EDICION	MODIFIC.	FECHA	NOMBRE
4			

TOLERANCIA: +/- 2

(PESO): 2445,95 Kg

MATERIALES: VARIOS

	FECHA	NOMBRE
DIBUJA	14/01/25	LAlaleo A.
REVISA	14/01/25	Ing. Peña F. Msc.
APRUEBA	14/01/25	Ing. Peña F. Msc.

UTA
Ingenieria Mecanica

DENOMINACION: Vista general

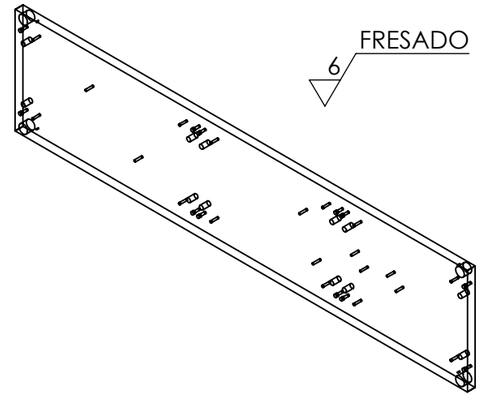
ESCALA: 1: 20

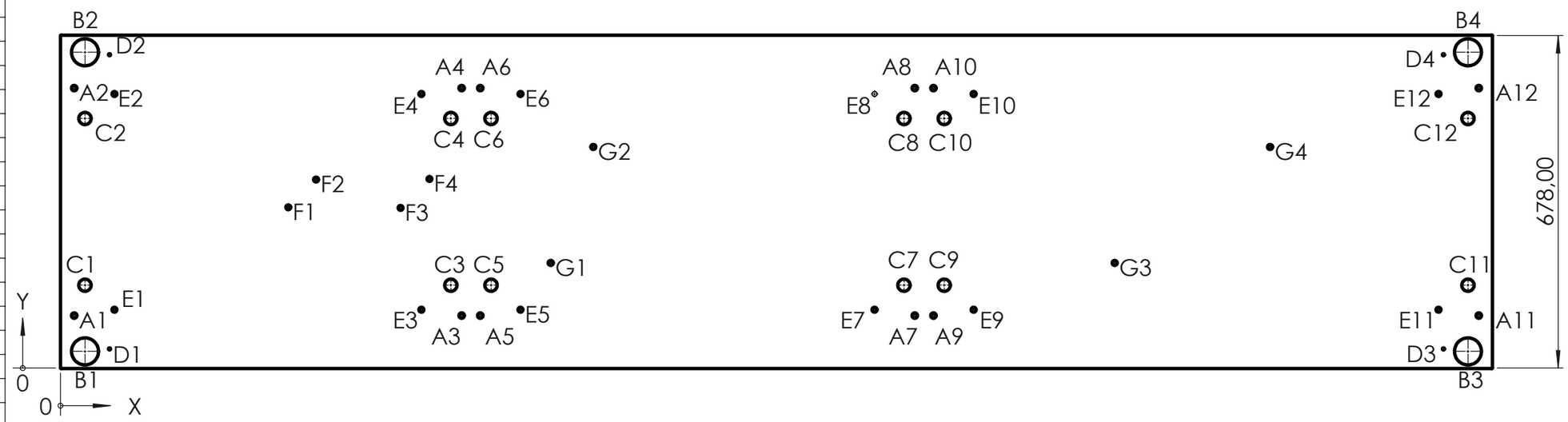
NUMERO DE DIBUJO

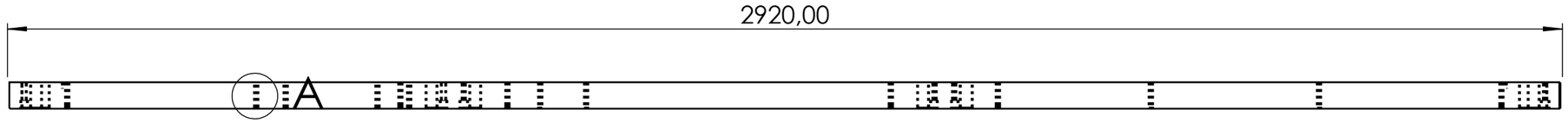
SUSTITUCION

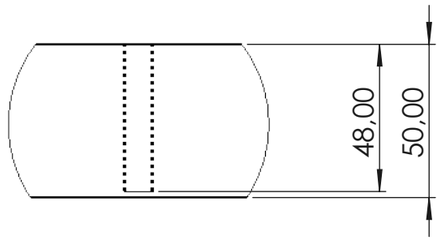
3 2 1

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	28	107	Ø11,00 POR TODO
A2	28	571	Ø11,00 POR TODO
A3	818	107	Ø11,00 POR TODO
A4	818	571	Ø11,00 POR TODO
A5	856	107	Ø11,00 POR TODO
A6	856	571	Ø11,00 POR TODO
A7	1742	107	Ø11,00 POR TODO
A8	1742	571	Ø11,00 POR TODO
A9	1780	107	Ø11,00 POR TODO
A10	1780	571	Ø11,00 POR TODO
A11	2892	107	Ø11,00 POR TODO
A12	2892	571	Ø11,00 POR TODO
B1	50	34	Ø55,00↧48,00
B2	50	644	Ø55,00↧48,00
B3	2870	34	Ø55,00↧48,00
B4	2870	644	Ø55,00↧48,00
C1	50	169	Ø25,00↧48,00
C2	50	509	Ø25,00↧48,00
C3	796	169	Ø25,00↧48,00
C4	796	509	Ø25,00↧48,00
C5	878	169	Ø25,00↧48,00
C6	878	509	Ø25,00↧48,00
C7	1720	169	Ø25,00↧48,00
C8	1720	509	Ø25,00↧48,00
C9	1802	169	Ø25,00↧48,00
C10	1802	509	Ø25,00↧48,00
C11	2870	169	Ø25,00↧48,00
C12	2870	509	Ø25,00↧48,00
D1	100	39	Ø4,20↧13,00
D2	100	639	Ø4,20↧13,00
D3	2820	39	Ø4,20↧13,00
D4	2820	639	Ø4,20↧13,00
E1	110	119	Ø10,00 POR TODO
E2	110	559	Ø10,00 POR TODO
E3	736	119	Ø10,00 POR TODO
E4	736	559	Ø10,00 POR TODO
E5	938	119	Ø10,00 POR TODO
E6	938	559	Ø10,00 POR TODO
E7	1660	119	Ø10,00 POR TODO
E8	1660	559	Ø10,00 POR TODO
E9	1862	119	Ø10,00 POR TODO
E10	1862	559	Ø10,00 POR TODO
E11	2810	119	Ø10,00 POR TODO
E12	2810	559	Ø10,00 POR TODO
F1	464,57	327,86	Ø9,75↧48,00
F2	521,14	384,43	Ø9,75↧48,00
F3	693,33	326,61	Ø9,75↧48,00
F4	752,39	385,67	Ø9,75↧48,00
G1	999,69	214,45	Ø10,20↧48,00
G2	1086,52	450,95	Ø10,20↧48,00
G3	2149,69	214,45	Ø10,20↧48,00
G4	2466,52	450,95	Ø10,20↧48,00









DETAIL A

SCALE 1 : 2

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	777.26 Kg	ACERO AISI 1045

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

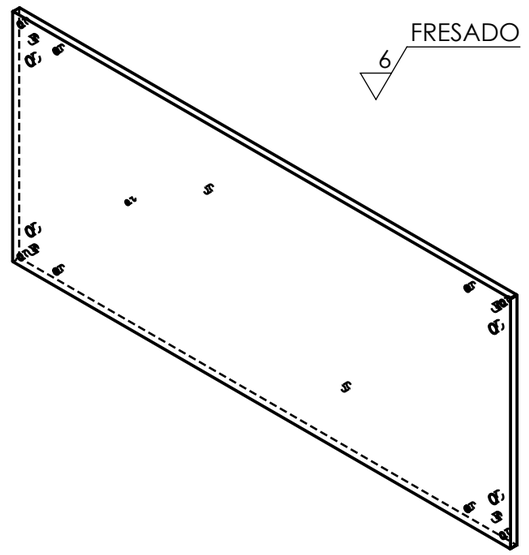
Denomicación: Placa Superior I

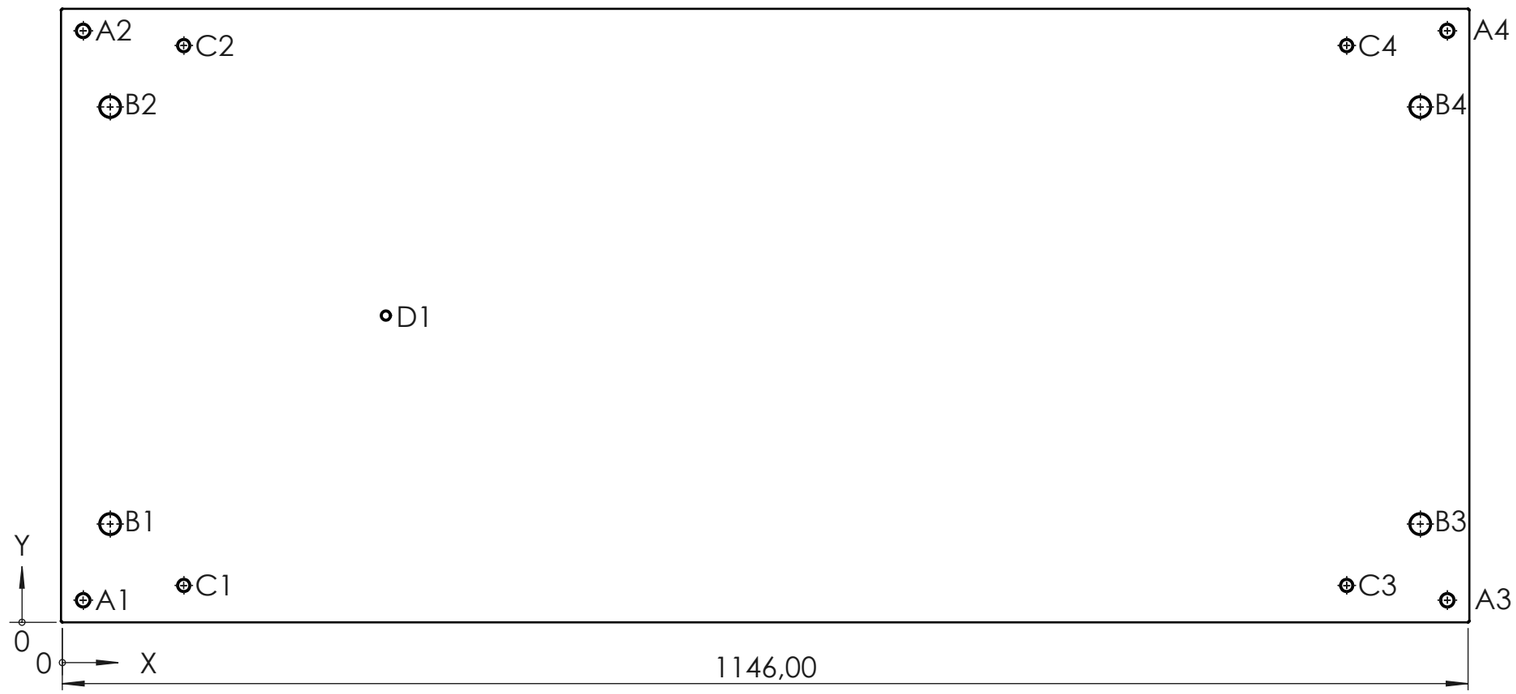
Escala: 1:10

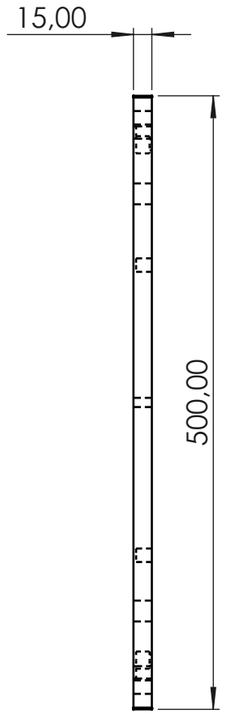
Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	17	18	∅11,00 POR TODO
A2	17	482	∅11,00 POR TODO
A3	1129	18	∅11,00 POR TODO
A4	1129	482	∅11,00 POR TODO
B1	39	80	∅17,00 POR TODO
B2	39	420	∅17,00 POR TODO
B3	1107	80	∅17,00 POR TODO
B4	1107	420	∅17,00 POR TODO
C1	99	30	∅10,00
C2	99	470	∅10,00
C3	1047	30	∅10,00
C4	1047	470	∅10,00
D1	263,72	250	⌴ ∅ 7,54 ↧ 3,96 ⌴ ∅ 7,54 ↧ 11,04, FAR SIDE







Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	67.32 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

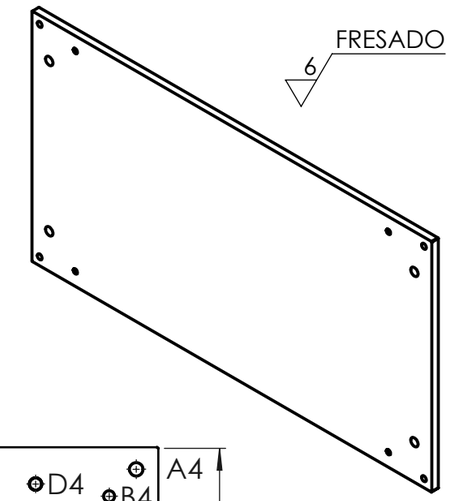
Denomicación:
Sufridera Superior I

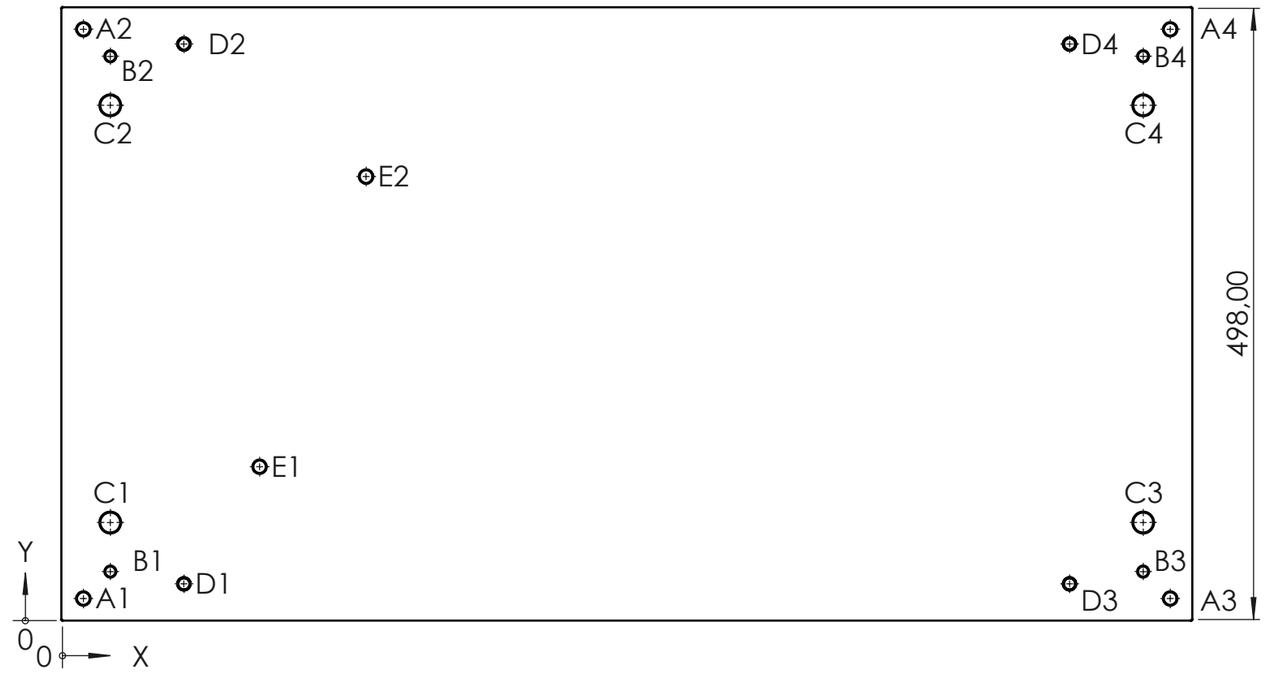
Escala: 1:5

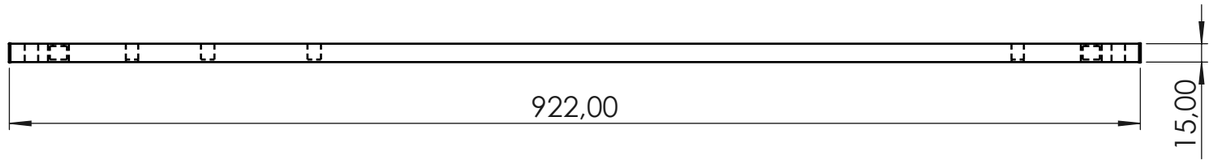
Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	17	18	∅11,00 POR TODO
A2	17	482	∅11,00 POR TODO
A3	903	18	∅11,00 POR TODO
A4	903	482	∅11,00 POR TODO
B1	39	40	∅9,00 POR TODO
B2	39	460	∅9,00 POR TODO
B3	881	40	∅9,00 POR TODO
B4	881	460	∅9,00 POR TODO
C1	39	80	∅17,00 POR TODO
C2	39	420	∅17,00 POR TODO
C3	881	80	∅17,00 POR TODO
C4	881	420	∅17,00 POR TODO
D1	99	30	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D2	99	470	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D3	821	30	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D4	821	470	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
E1	160,69	125,45	∅11,00↧13,00
E2	247,52	361,95	∅11,00↧13,00



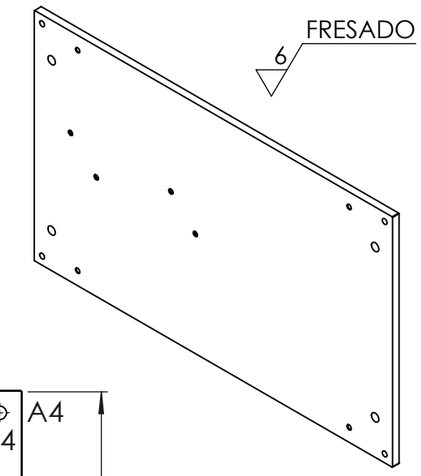


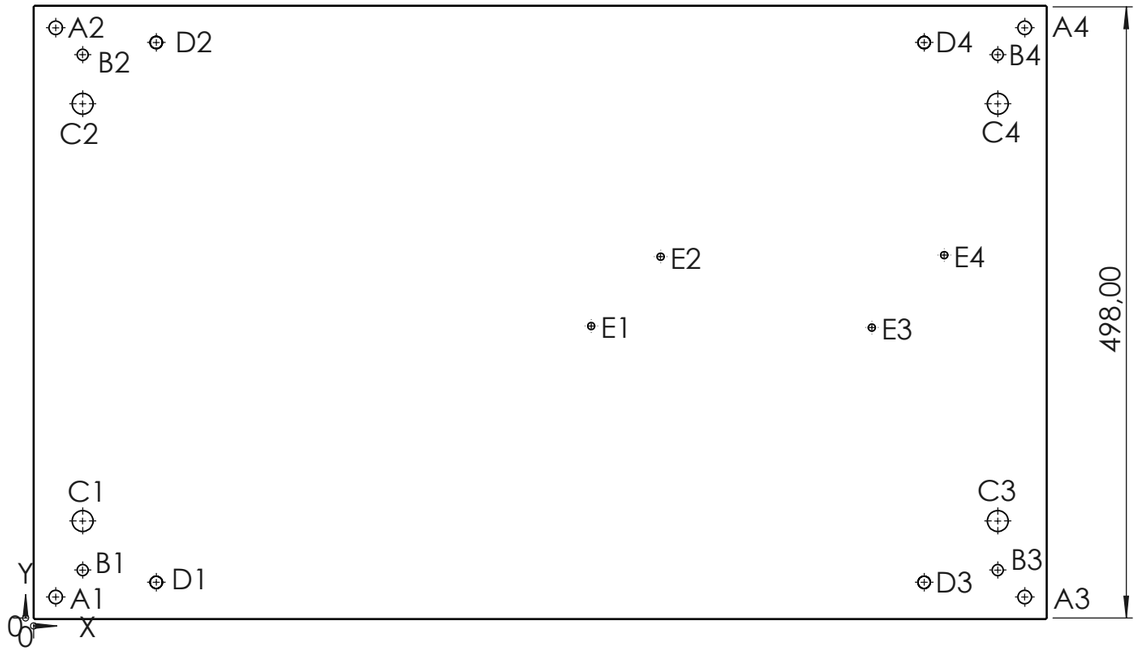


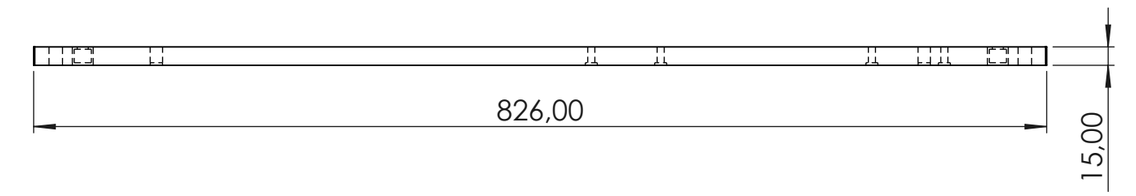
Tolerancia		(Peso)	Materiales:			
± 0.1		54.02 Kg	ACERO AISI D3			
				Fecha	Nombre	
Dibujó:				23/12/24	Ramírez F.	
Revisó:				23/12/24	Ing. Peña F.	
Aprobó:				23/12/24	Ing. Peña F.	
UTA Ingeniería Mecánica			Denomicación: Sufridera Superior II			Escala: 1:5
			Número del dibujo: 01 de 10			
			(Sustitución)			

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	∅11,00 POR TODO
A2	18	481	∅11,00 POR TODO
A3	808	17	∅11,00 POR TODO
A4	808	481	∅11,00 POR TODO
B1	40	39	∅9,00 POR TODO
B2	40	459	∅9,00 POR TODO
B3	786	39	∅9,00 POR TODO
B4	786	459	∅9,00 POR TODO
C1	40	79	∅17,00 POR TODO
C2	40	419	∅17,00 POR TODO
C3	786	79	∅17,00 POR TODO
C4	786	419	∅17,00 POR TODO
D1	100	29	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D2	100	469	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D3	726	29	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
D4	726	469	∅10.00 THRU ⌴ ∅10,10↧13.00
E1	454,57	237,86	∅5,80 POR TODO
E2	511,14	294,43	∅5,80 POR TODO
E3	683,33	236,61	∅5,80 POR TODO
E4	742,39	295,67	∅5,80 POR TODO







				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	48.37 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

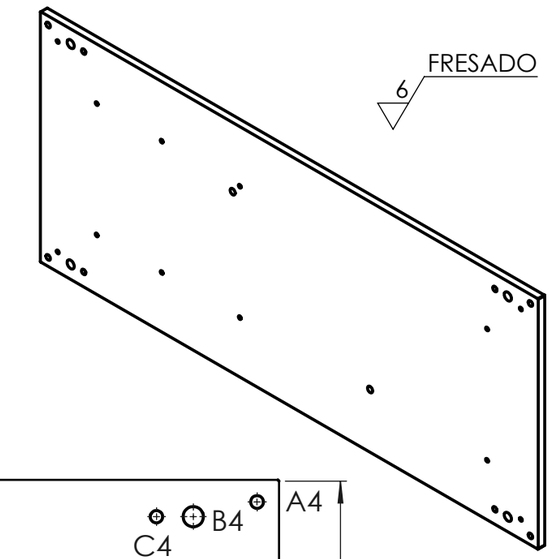
Denomicación:
Sufridera Superior III

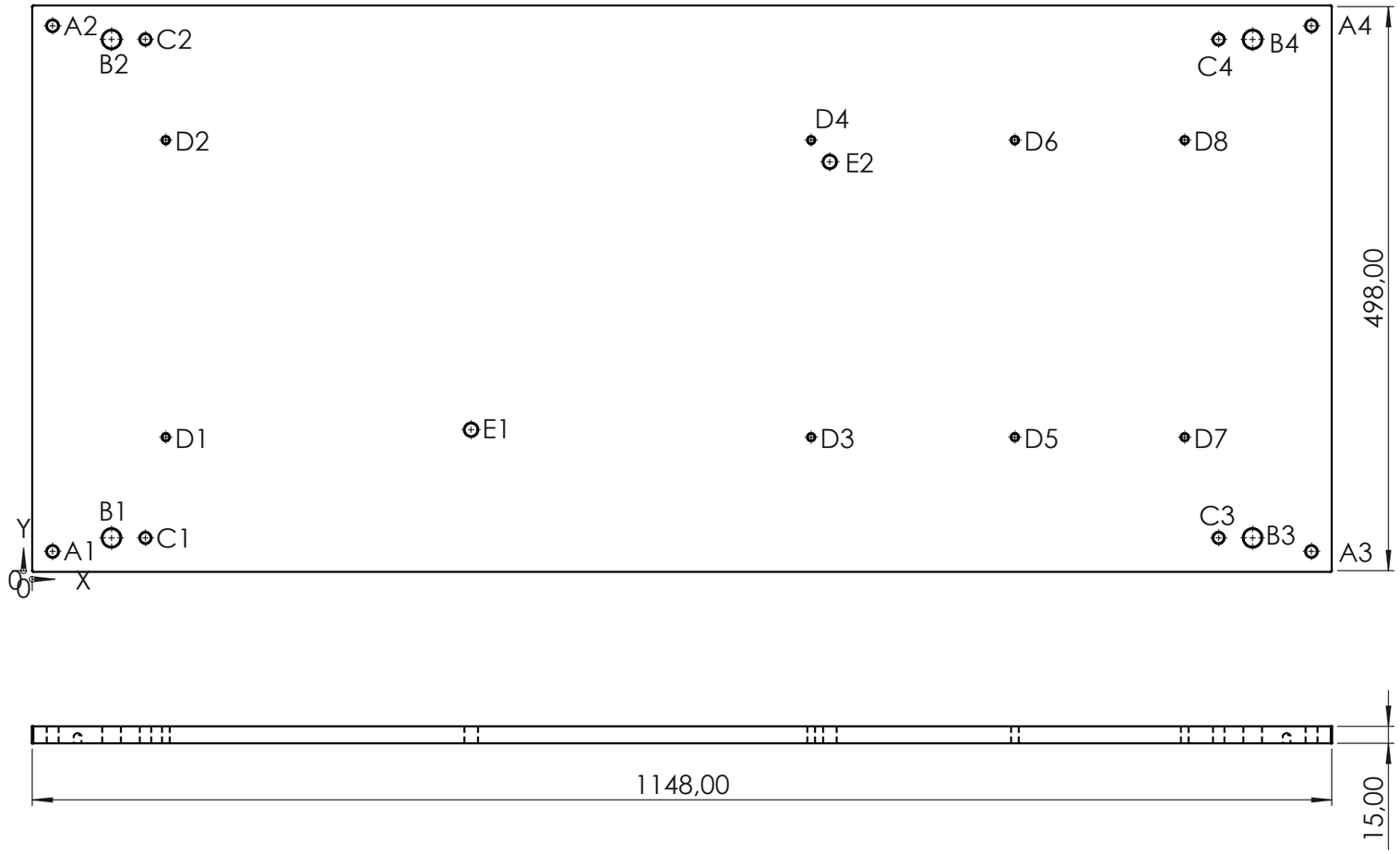
Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	∅10,50 POR TODO
A2	18	481	∅10,50 POR TODO
A3	1130	17	∅10,50 POR TODO
A4	1130	481	∅10,50 POR TODO
B1	70	29	∅16,50 POR TODO
B2	70	469	∅16,50 POR TODO
B3	1078	29	∅16,50 POR TODO
B4	1078	469	∅16,50 POR TODO
C1	100	29	∅10,10 POR TODO
C2	100	469	∅10,10 POR TODO
C3	1048	29	∅10,10 POR TODO
C4	1048	469	∅10,10 POR TODO
D1	118	117,90	∅6,80 POR TODO
D2	118	380,10	∅6,80 POR TODO
D3	688	117,90	∅6,80 POR TODO
D4	688	380,10	∅6,80 POR TODO
D5	868	117,90	∅6,80 POR TODO
D6	868	380,10	∅6,80 POR TODO
D7	1018	117,90	∅6,80 POR TODO
D8	1018	380,10	∅6,80 POR TODO
E1	387,69	124,45	∅12,00 POR TODO
E2	704,52	360,95	∅12,00 POR TODO





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	67.34 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

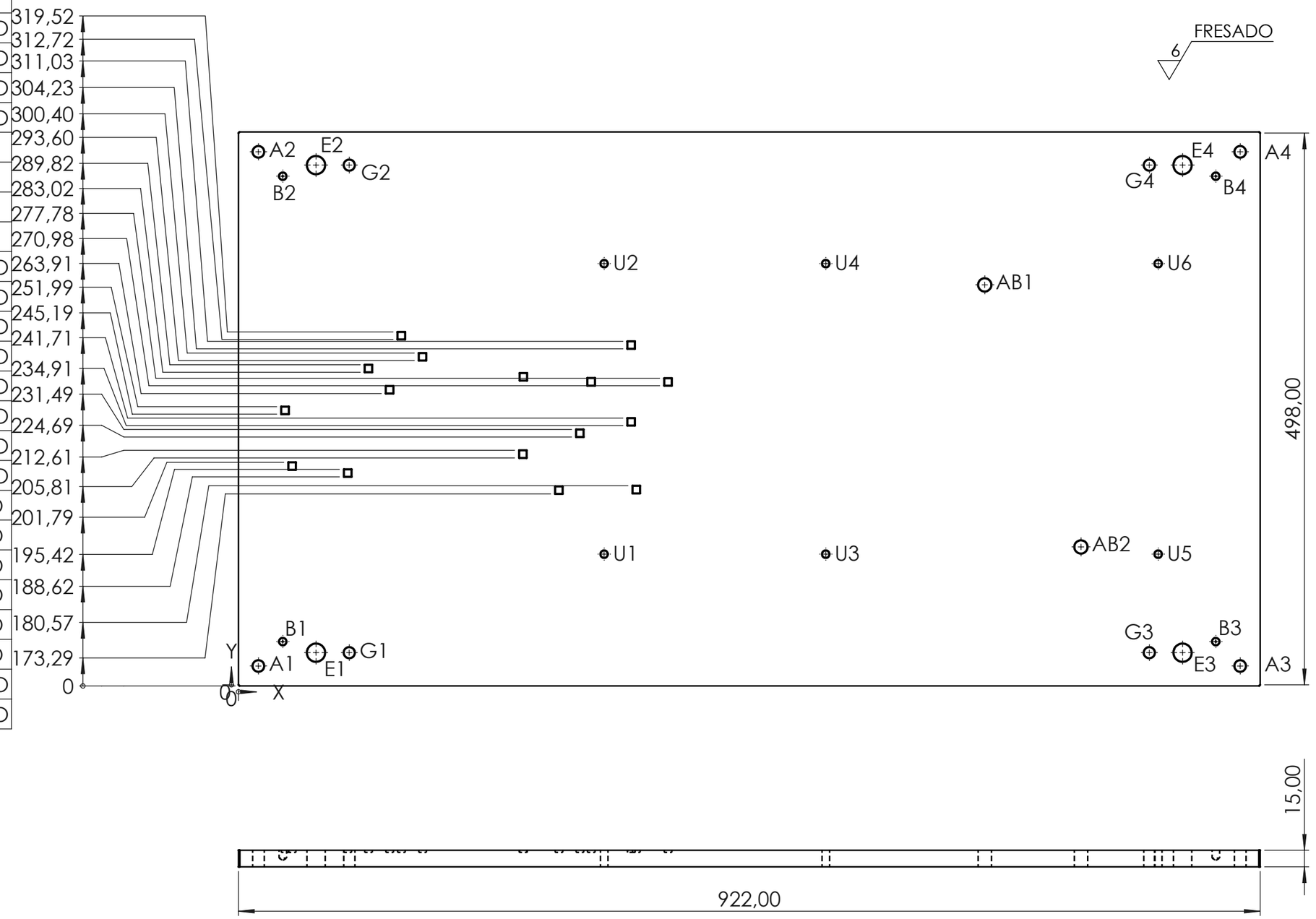
Denomicación: Sufridera Inferior I

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	∅10,50 POR TODO
A2	18	481	∅10,50 POR TODO
A3	904	17	∅10,50 POR TODO
A4	904	481	∅10,50 POR TODO
B1	40	39	⌴ ∅6,80↧7.20
B2	40	459	⌴ ∅6,80↧7.20
B3	882	39	⌴ ∅6,80↧7.20
B4	882	459	⌴ ∅6,80↧7.20
E1	70	29	∅16,50 POR TODO
E2	70	469	∅16,50 POR TODO
E3	852	29	∅16,50 POR TODO
E4	852	469	∅16,50 POR TODO
G1	100	29	∅10,10 POR TODO
G2	100	469	∅10,10 POR TODO
G3	822	29	∅10,10 POR TODO
G4	822	469	∅10,10 POR TODO
U1	330	117,90	∅6,80 POR TODO
U2	330	380,10	∅6,80 POR TODO
U3	530	117,90	∅6,80 POR TODO
U4	530	380,10	∅6,80 POR TODO
U5	830	117,90	∅6,80 POR TODO
U6	830	380,10	∅6,80 POR TODO
AB1	673,48	360,95	∅12,00 POR TODO
AB2	760,31	124,45	∅12,00 POR TODO



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 54.03 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

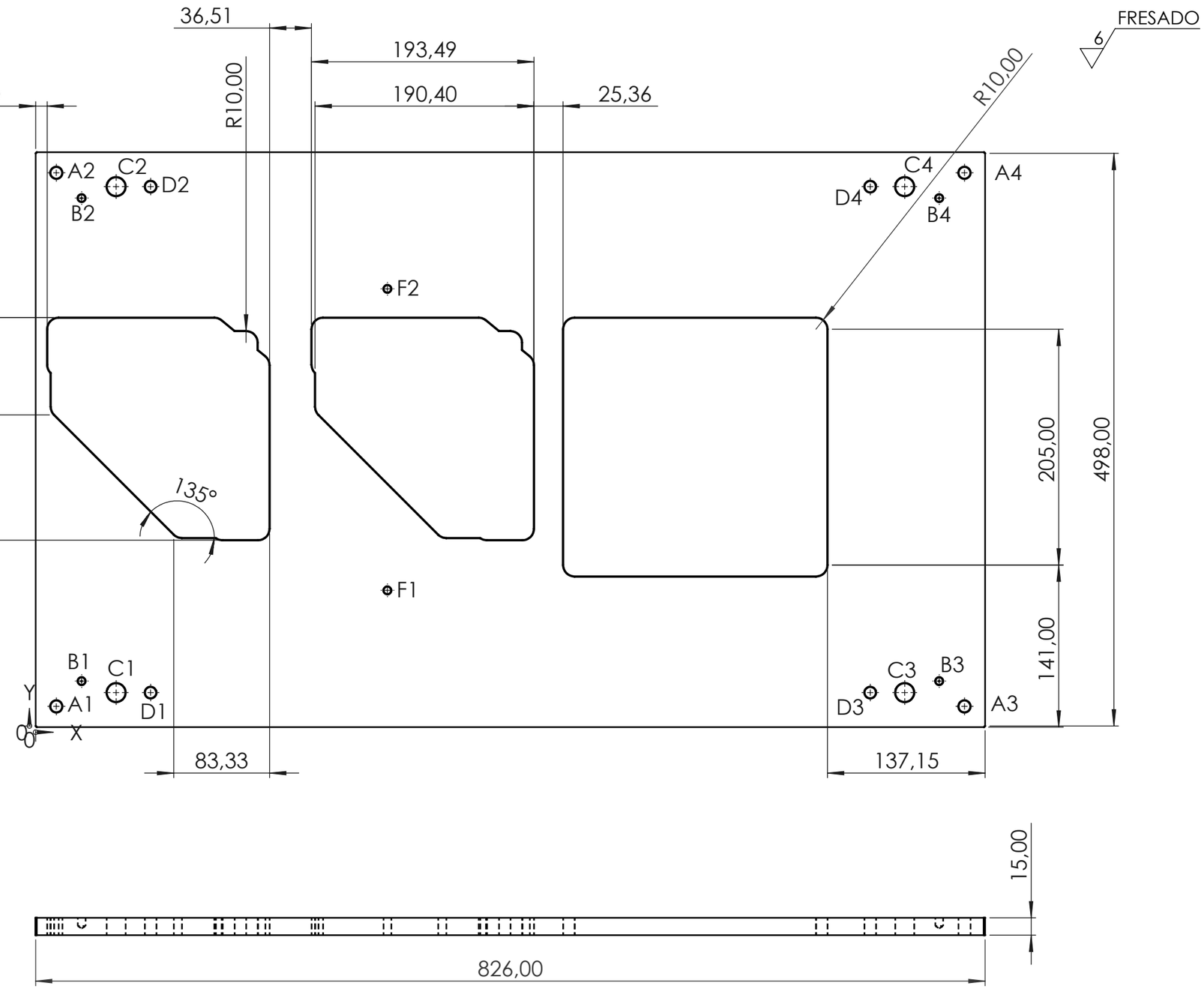
Denomicación: Sufridera Inferior II

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

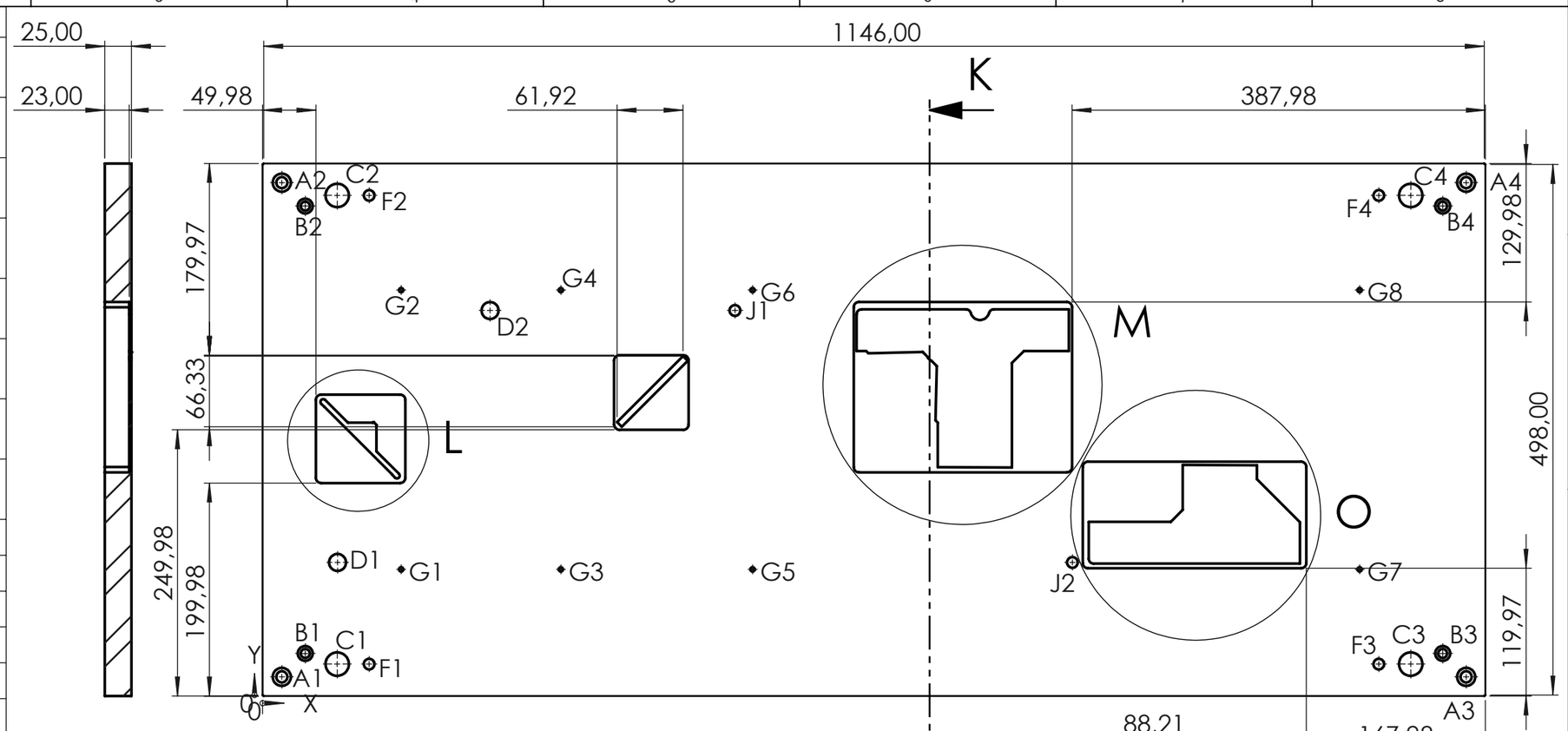
(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	∅10,50 POR TODO
A2	18	481	∅10,50 POR TODO
A3	808	17	∅10,50 POR TODO
A4	808	481	∅10,50 POR TODO
B1	40	39	⌴ ∅6,80↧7.20
B2	40	459	⌴ ∅6,80↧7.20
B3	786	39	⌴ ∅6,80↧7.20
B4	786	459	⌴ ∅6,80↧7.20
C1	70	29	∅16,50 POR TODO
C2	70	469	∅16,50 POR TODO
C3	756	29	∅16,50 POR TODO
C4	756	469	∅16,50 POR TODO
D1	100	29	∅10,10 POR TODO
D2	100	469	∅10,10 POR TODO
D3	726	29	∅10,10 POR TODO
D4	726	469	∅10,10 POR TODO
F1	306	117,90	∅6,80 POR TODO
F2	306	380,10	∅6,80 POR TODO



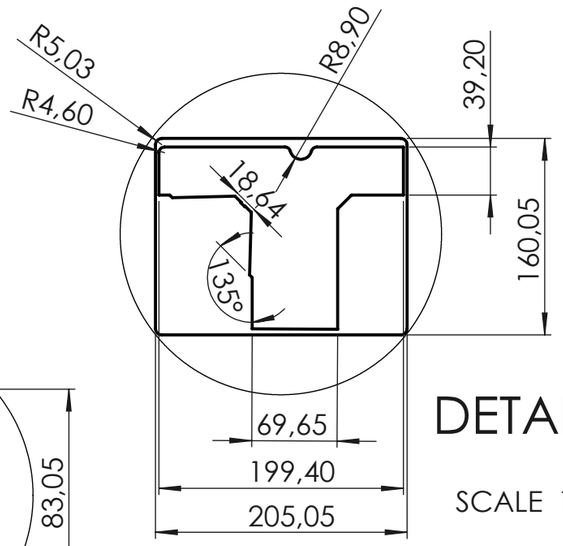
				Tolerancia		(Peso)	Materiales:
				± 0.1		35.30 Kg	Acero
					Fecha	Nombre	Denomicación: / Escala:
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	Sufridera Inferior III / 1:5
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 01 de 10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A2	18	481	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A3	1130	17	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A4	1130	481	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
B1	40	39	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B2	40	459	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B3	1108	39	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B4	1108	459	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
C1	70	29	⌀22,00 POR TODO
C2	70	469	⌀22,00 POR TODO
C3	1078	29	⌀22,00 POR TODO
C4	1078	469	⌀22,00 POR TODO
D1	70,31	124,45	⌀16,00 POR TODO
D2	213,48	360,95	⌀16,00 POR TODO
F1	100	29	⌀10,00 POR TODO
F2	100	469	⌀10,00 POR TODO
F3	1048	29	⌀10,00 POR TODO
F4	1048	469	⌀10,00 POR TODO
G1	130	117,90	⌀4,10 POR TODO
G2	130	380,10	⌀4,10 POR TODO
G3	280	117,90	⌀4,10 POR TODO
G4	280	380,10	⌀4,10 POR TODO
G5	460	117,90	⌀4,10 POR TODO
G6	460	380,10	⌀4,10 POR TODO
G7	1030	117,90	⌀4,10 POR TODO
G8	1030	380,10	⌀4,10 POR TODO
J1	443,48	360,95	⌀10,10 POR TODO
J2	760,31	124,45	⌀10,10 POR TODO



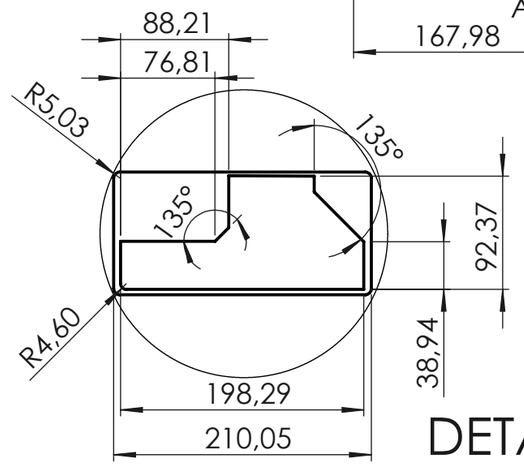
SECTION K-K

SCALE 1 : 5



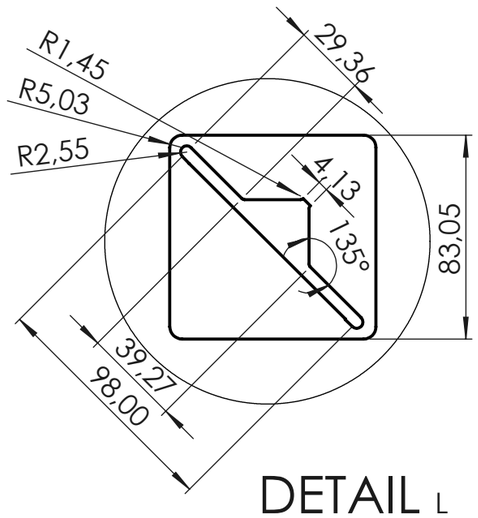
DETAIL M

SCALE 1 : 5



DETAIL O

SCALE 1 : 5



DETAIL L

SCALE 2 : 5

FRESADO

6

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	99.61 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

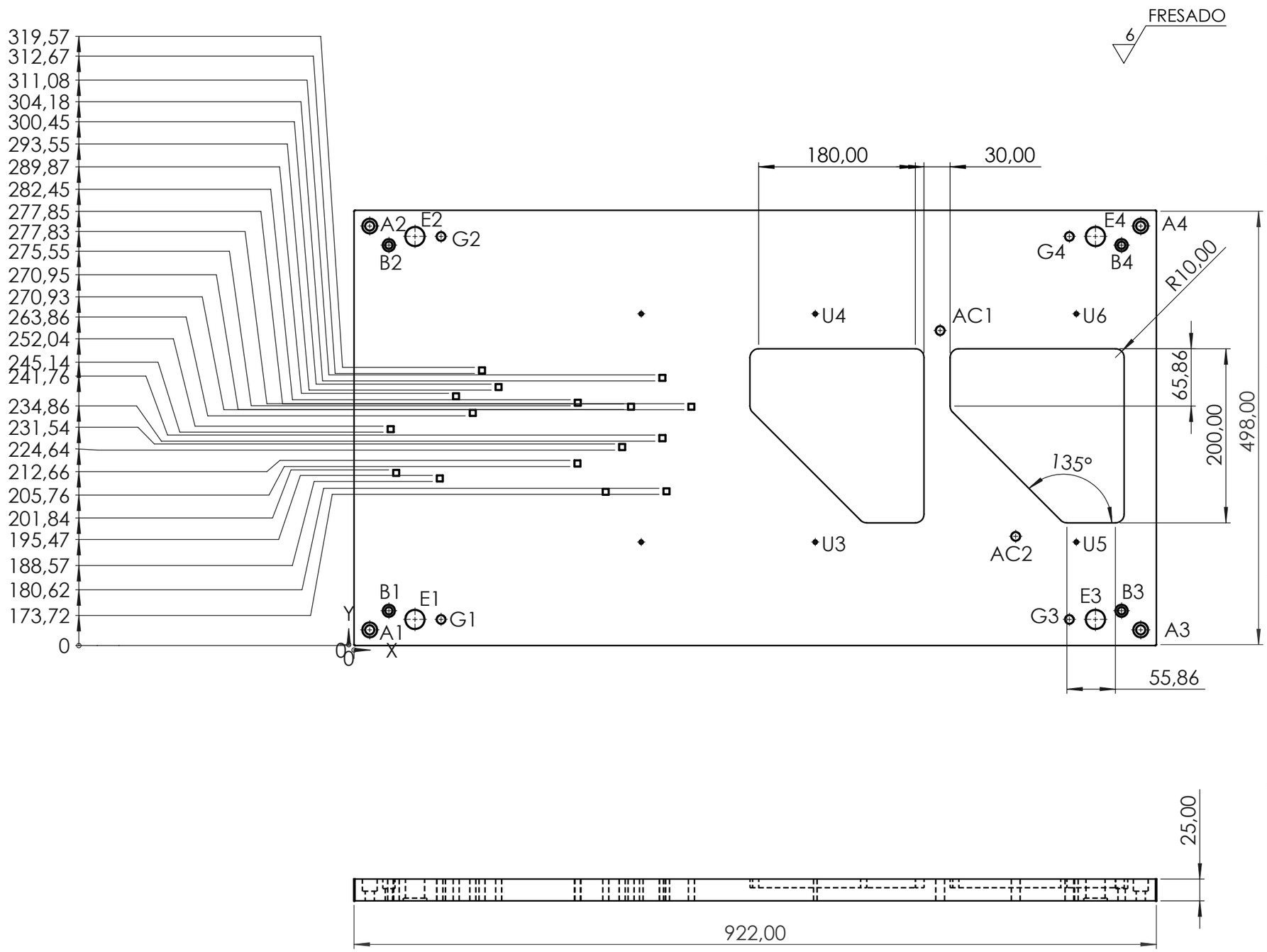
Denomicación:
PLACA PORTAMATRIZ I

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	⌴ ∅10.50 THRU ⌴ ∅17,00↧14.00
A2	18	481	⌴ ∅10.50 THRU ⌴ ∅17,00↧14.00
A3	904	17	⌴ ∅10.50 THRU ⌴ ∅17,00↧14.00
A4	904	481	⌴ ∅10.50 THRU ⌴ ∅17,00↧14.00
B1	40	39	⌴ ∅8.40 THRU ⌴ ∅14,00↧11.00
B2	40	459	⌴ ∅8.40 THRU ⌴ ∅14,00↧11.00
B3	882	39	⌴ ∅8.40 THRU ⌴ ∅14,00↧11.00
B4	882	459	⌴ ∅8.40 THRU ⌴ ∅14,00↧11.00
E1	70	29	∅22,00 POR TODO
E2	70	469	∅22,00 POR TODO
E3	852	29	∅22,00 POR TODO
E4	852	469	∅22,00 POR TODO
G1	100	29	∅10,00 POR TODO
G2	100	469	∅10,00 POR TODO
G3	822	29	∅10,00 POR TODO
G4	822	469	∅10,00 POR TODO
U3	530	117,90	∅4,10 POR TODO
U4	530	380,10	∅4,10 POR TODO
U5	830	117,90	∅4,10 POR TODO
U6	830	380,10	∅4,10 POR TODO
AC1	673,48	360,95	∅10,10 POR TODO
AC2	760,31	124,45	∅10,10 POR TODO



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 84.45 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

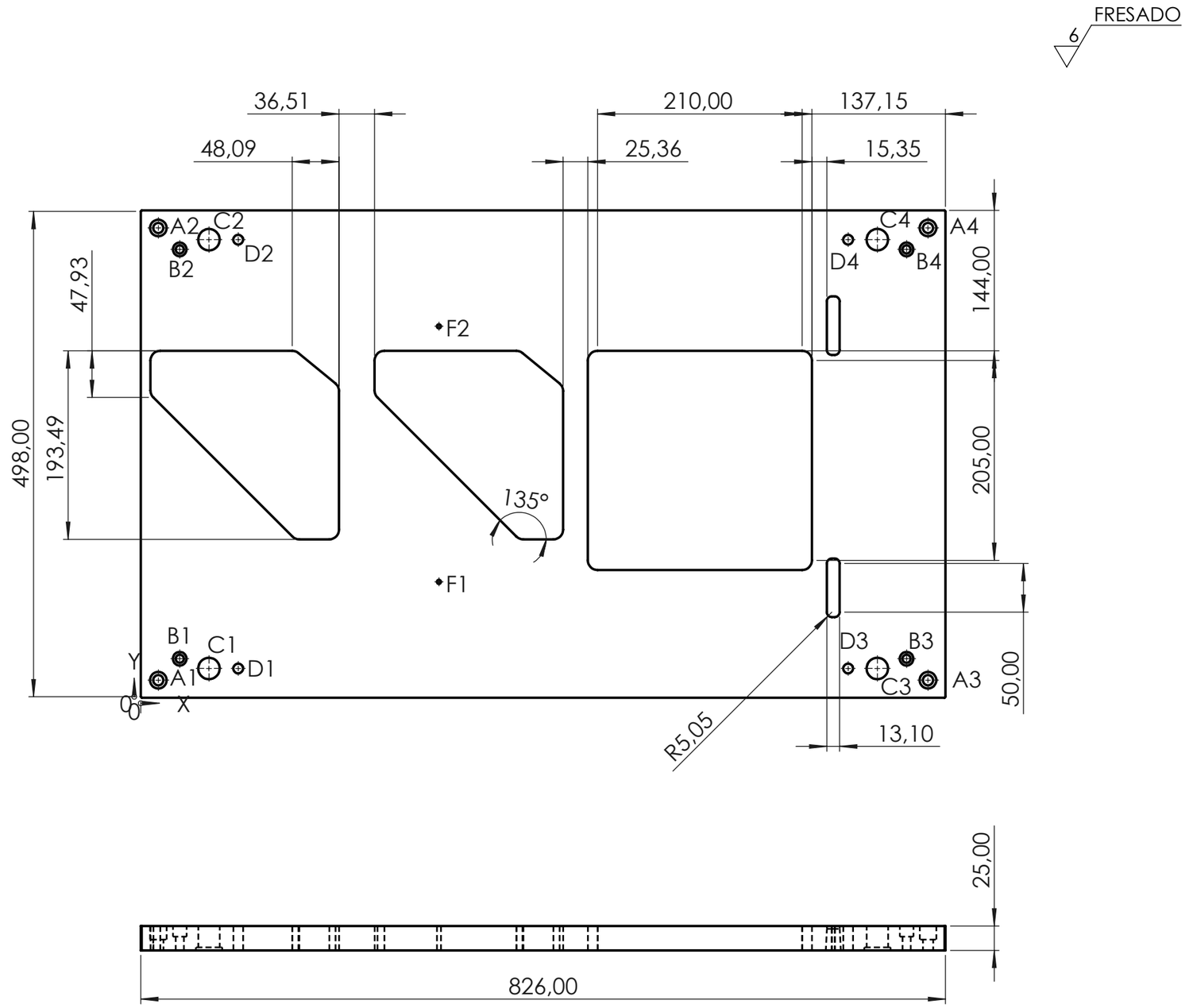
Denomicación: PLACA PORTAMATRIZ II

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A2	18	481	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A3	808	17	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
A4	808	481	⌀10.50 THRU ⌴ ⌀17,00↧14.00
B1	40	39	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B2	40	459	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B3	786	39	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
B4	786	459	⌀8.40 THRU ⌴ ⌀14,00↧11.00
C1	70	29	⌀22,00 POR TODO
C2	70	469	⌀22,00 POR TODO
C3	756	29	⌀22,00 POR TODO
C4	756	469	⌀22,00 POR TODO
D1	100	29	⌀10,00 POR TODO
D2	100	469	⌀10,00 POR TODO
D3	726	29	⌀10,00 POR TODO
D4	726	469	⌀10,00 POR TODO
F1	306	117,90	⌀4,10 POR TODO
F2	306	380,10	⌀4,10 POR TODO



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 59.97 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación: PLACA PORTAMATRIZ III

Escala: 1:5

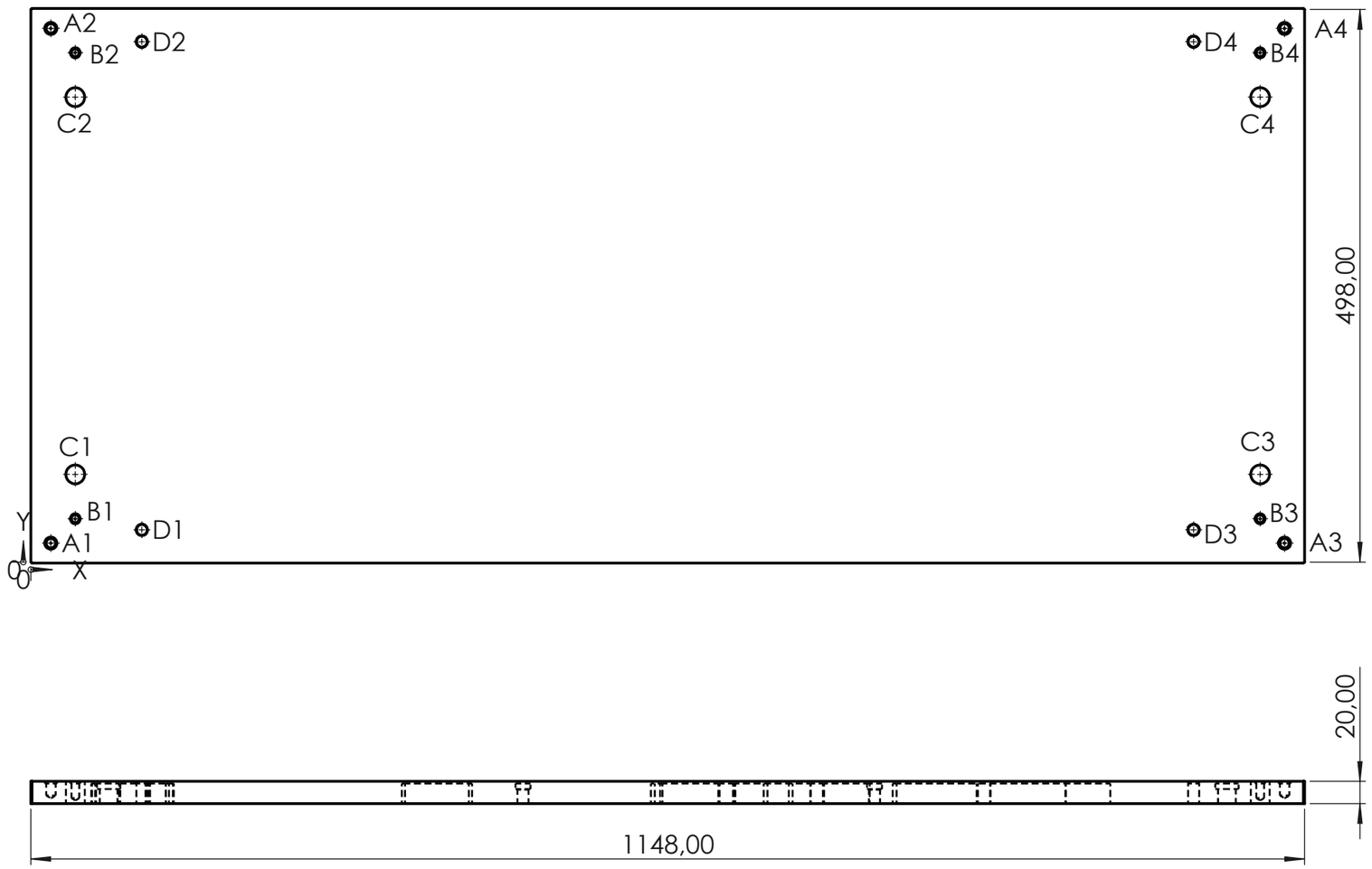
Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	18	17	⌀8.50↧12.80 ⌴ ⌀11,00↧2.00
A2	18	481	⌀8.50↧12.80 ⌴ ⌀11,00↧2.00
A3	1130	17	⌀8.50↧12.80 ⌴ ⌀11,00↧2.00
A4	1130	481	⌀8.50↧12.80 ⌴ ⌀11,00↧2.00
B1	40	39	⌀6.99↧15.20 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B2	40	459	⌀6.99↧15.20 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B3	1108	39	⌀6.99↧15.20 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B4	1108	459	⌀6.99↧15.20 ⌴ ⌀9,00↧2.00
C1	40	79	⌀17,00 POR TODO
C2	40	419	⌀17,00 POR TODO
C3	1108	79	⌀17,00 POR TODO
C4	1108	419	⌀17,00 POR TODO
D1	100	29	⌀10.00 THRU ⌴ ⌀10,10↧2.00
D2	100	469	⌀10.00 THRU ⌴ ⌀10,10↧2.00
D3	1048	29	⌀10.00 THRU ⌴ ⌀10,10↧2.00
D4	1048	469	⌀10.00 THRU ⌴ ⌀10,10↧2.00

FRESADO

6



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	85.78 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

Denomicación:

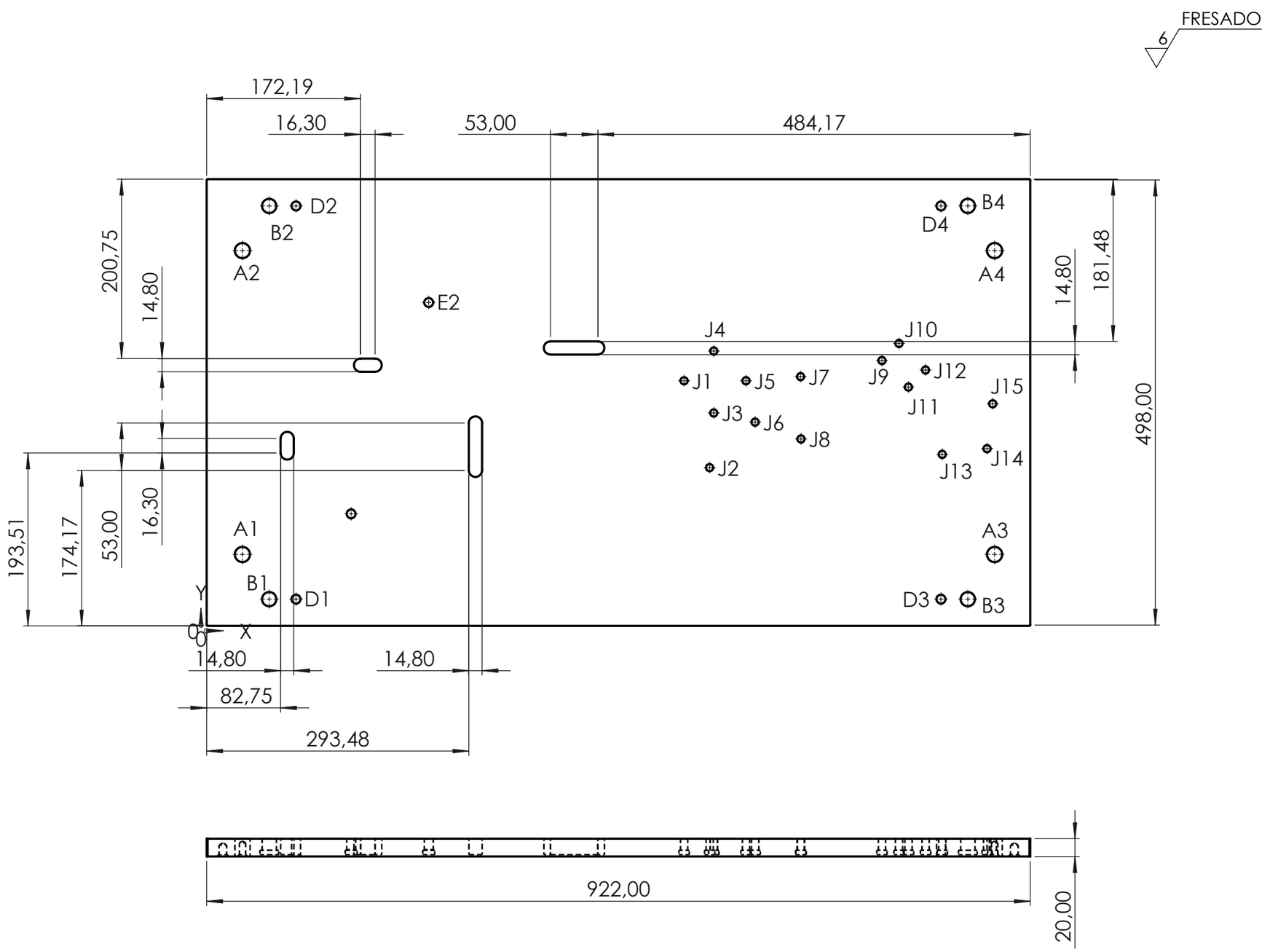
PLACA PORTAPUNZON I

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	79	∅17,00 POR TODO
A2	40	419	∅17,00 POR TODO
A3	882	79	∅17,00 POR TODO
A4	882	419	∅17,00 POR TODO
B1	70	29	∅16,00 POR TODO
B2	70	469	∅16,00 POR TODO
B3	852	29	∅16,00 POR TODO
B4	852	469	∅16,00 POR TODO
D1	100	29	∅10,00 POR TODO
D2	100	469	∅10,00 POR TODO
D3	822	29	∅10,00 POR TODO
D4	822	469	∅10,00 POR TODO
E2	248,52	360,95	∅10,00↧12,50
J1	534,37	273,38	∅8,10 POR TODO
J2	563	176,17	∅8,10 POR TODO
J3	567,60	237,31	∅8,10 POR TODO
J4	567,62	306,63	∅8,10 POR TODO
J5	603,69	273,40	∅8,10 POR TODO
J6	613,91	227,09	∅8,10 POR TODO
J7	664,83	278	∅8,10 POR TODO
J8	665,31	208,21	∅8,10 POR TODO
J9	755,88	296	∅8,10 POR TODO
J10	775	315,12	∅8,10 POR TODO
J11	785,58	266,31	∅8,10 POR TODO
J12	804,69	285,42	∅8,10 POR TODO
J13	823,41	191,02	∅8,10 POR TODO
J14	873,61	197,39	∅8,10 POR TODO
J15	879,98	247,59	∅8,10 POR TODO



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 71.45 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

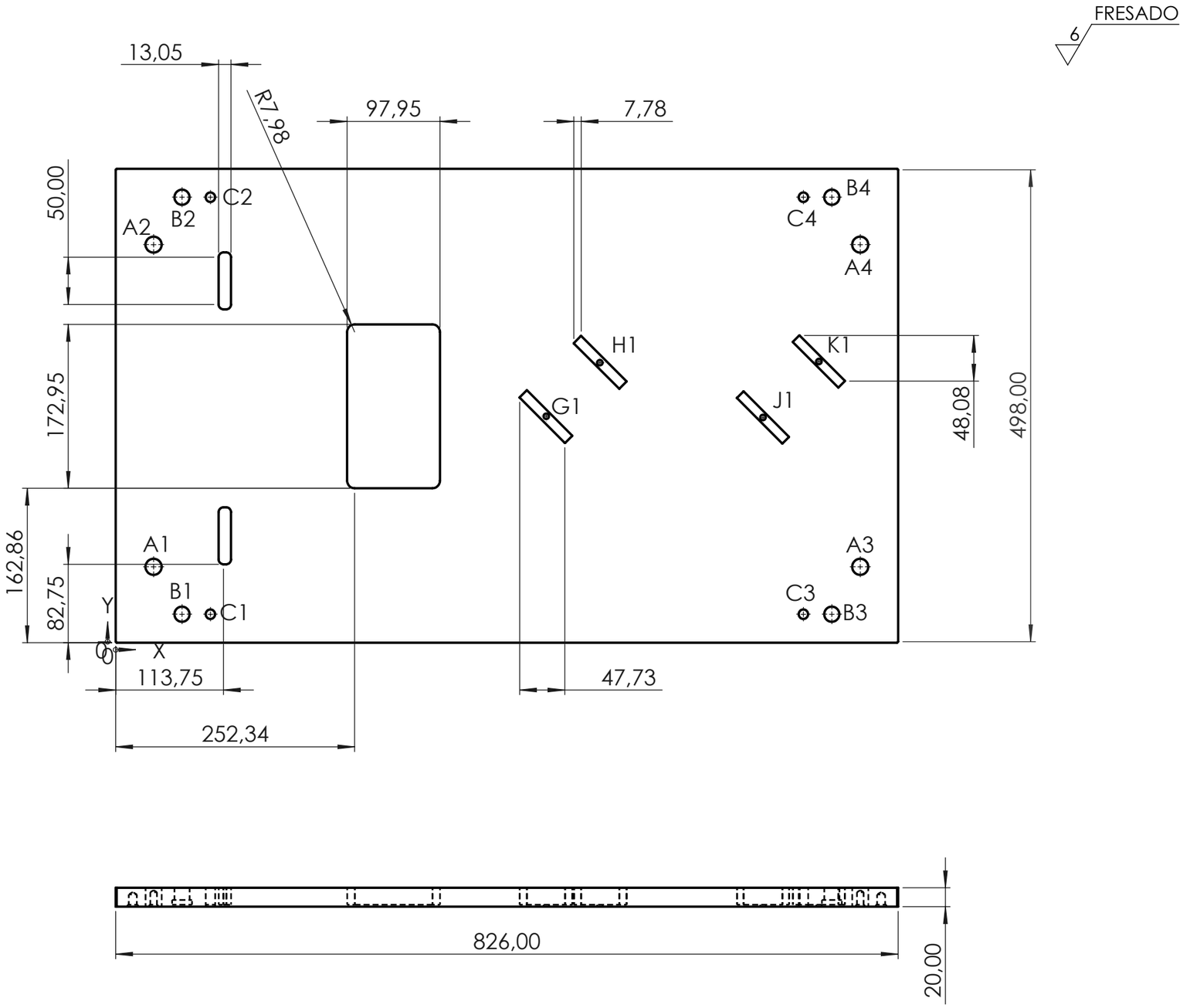
Denomicación: PLACA PORTAPUNZON II

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	79	∅17,00 POR TODO
A2	40	419	∅17,00 POR TODO
A3	786	79	∅17,00 POR TODO
A4	786	419	∅17,00 POR TODO
B1	70	29	∅16,00 POR TODO
B2	70	469	∅16,00 POR TODO
B3	756	29	∅16,00 POR TODO
B4	756	469	∅16,00 POR TODO
C1	100	29	∅10,00 POR TODO
C2	100	469	∅10,00 POR TODO
C3	726	29	∅10,00 POR TODO
C4	726	469	∅10,00 POR TODO
G1	454.22	237.50	
H1	511.50	294.78	
J1	683.33	236.61	
K1	742.39	295.67	



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 61.46 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

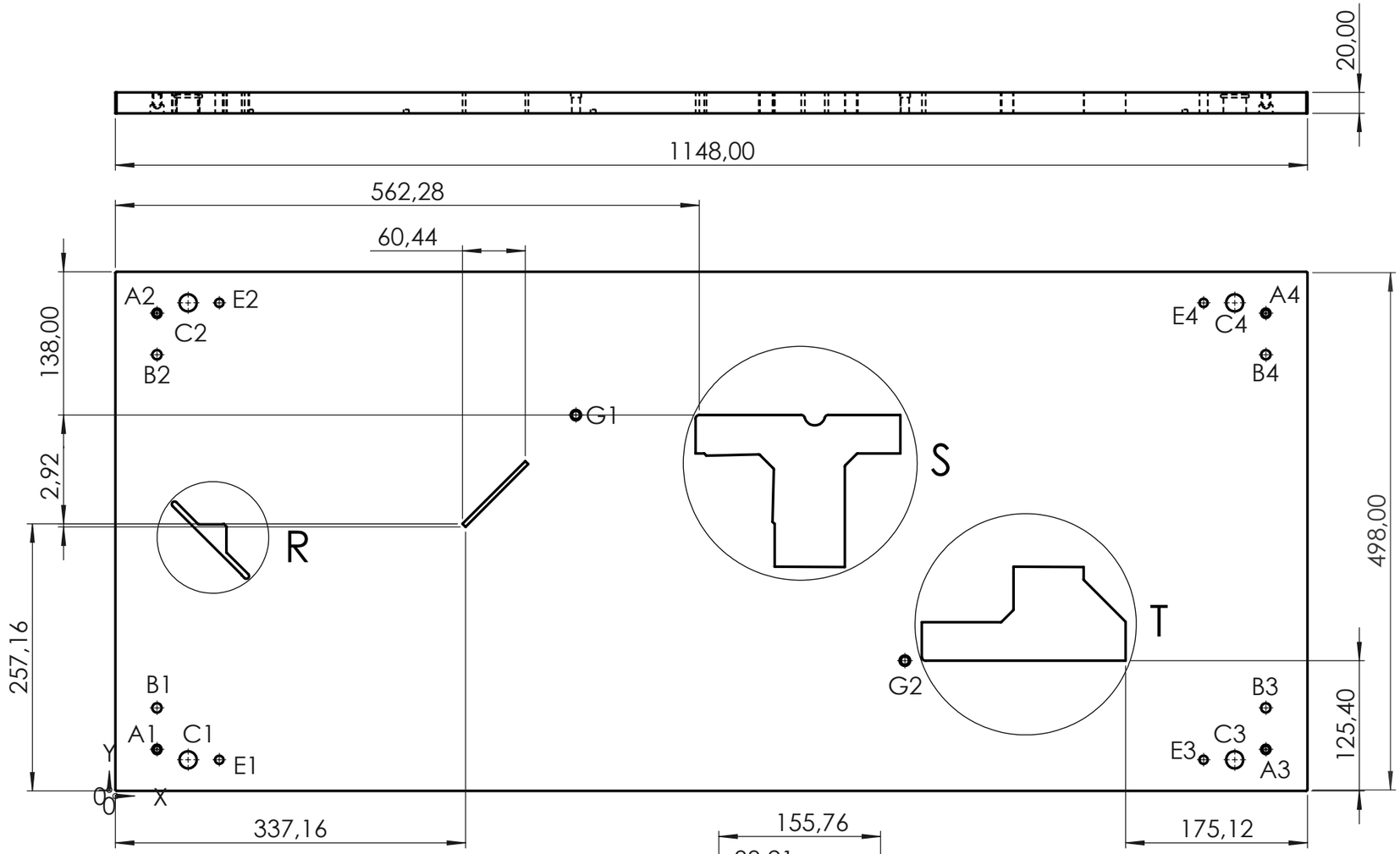
Denomicación: PLACA PORTAPUNZON III

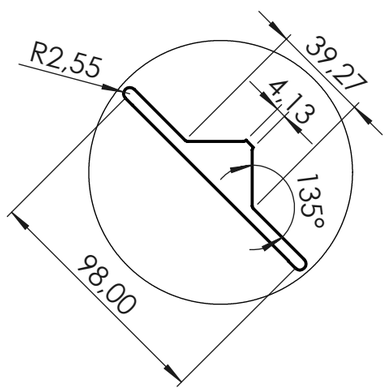
Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

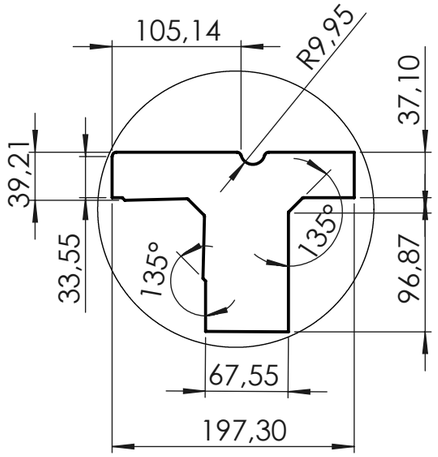
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A2	40	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A3	1108	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A4	1108	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B1	40	79	⌀9,00
B2	40	419	⌀9,00
B3	1108	79	⌀9,00
B4	1108	419	⌀9,00
C1	70	29	⌀16,50
C2	70	469	⌀16,50
C3	1078	29	⌀16,50
C4	1078	469	⌀16,50
E1	100	29	⌀8,00 POR TODO
E2	100	469	⌀8,00 POR TODO
E3	1048	29	⌀8,00 POR TODO
E4	1048	469	⌀8,00 POR TODO
G1	443,48	360,95	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀10,00↧5.00
G2	760,31	124,45	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀10,00↧5.00





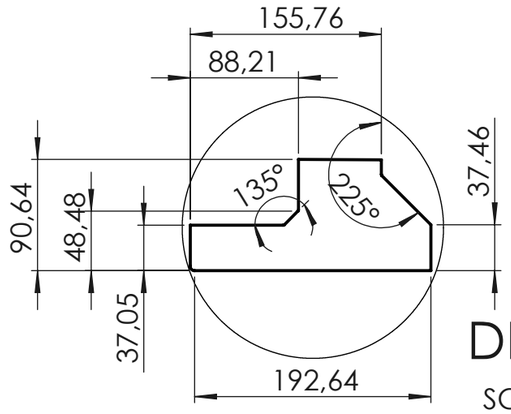
DETAIL R

SCALE 2 : 5



DETAIL S

SCALE 1 : 5



DETAIL T

SCALE 1 : 5

FRESADO

6

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)
± 0.1	85.36 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

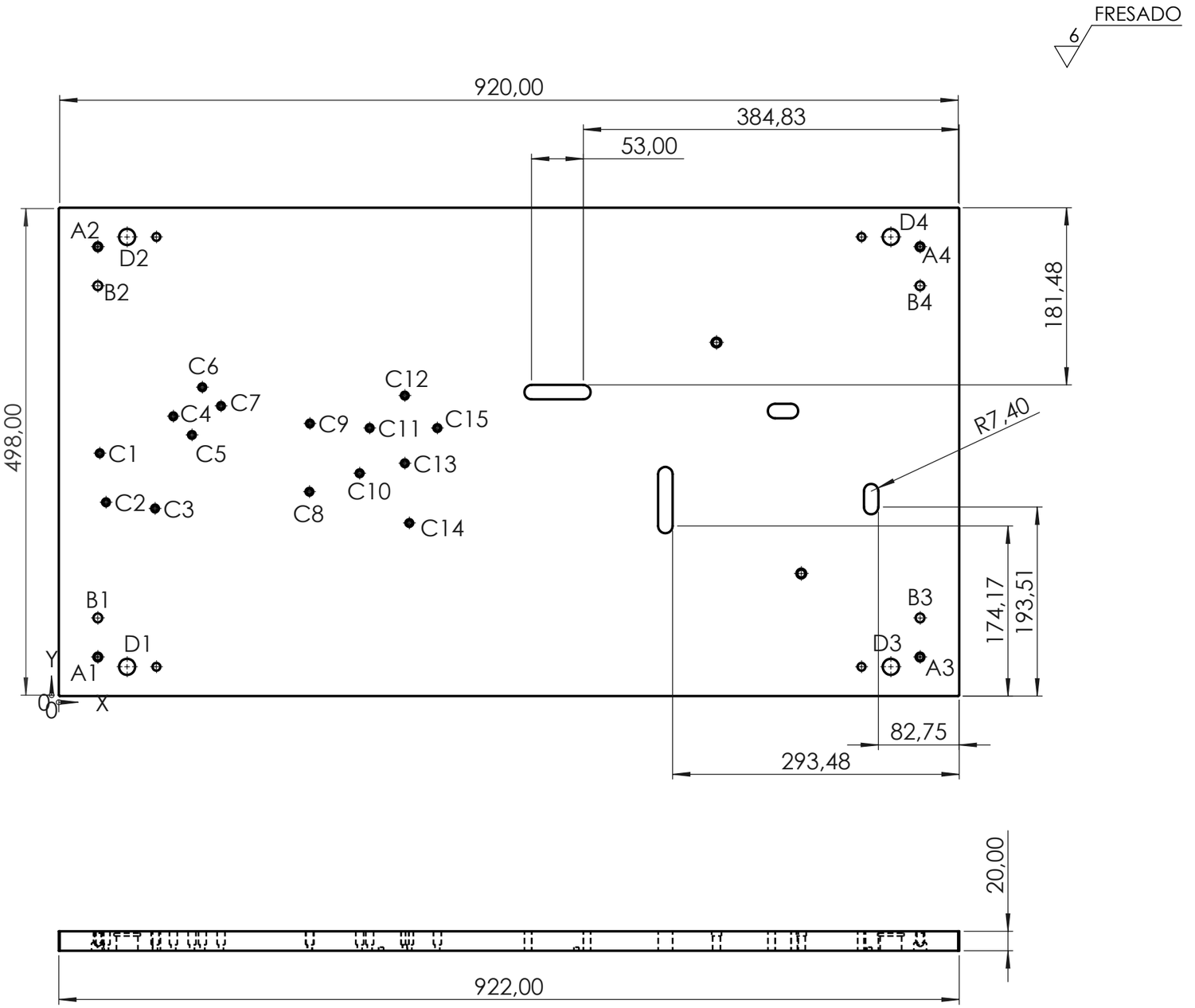
Denomicación: PLACA PRENSACHAPA I

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A2	40	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A3	882	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A4	882	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B1	40	79	⌀9,00
B2	40	419	⌀9,00
B3	882	79	⌀9,00
B4	882	419	⌀9,00
C1	42,02	247,59	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C2	48,39	197,39	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C3	98,59	191,02	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C4	117,31	285,42	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C5	136,42	266,31	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C6	147	315,12	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C7	166,12	296	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C8	256,69	208,21	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C9	257,17	278	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C10	308,09	227,09	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C11	318,31	273,40	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C12	354,38	306,63	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C13	354,40	237,31	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C14	359	176,17	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
C15	387,63	273,38	⌀4.90 THRU ⌴ ⌀8,00↧14.00
D1	70	29	⌀16,50
D2	70	469	⌀16,50
D3	852	29	⌀16,50
D4	852	469	⌀16,50



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	71.48 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

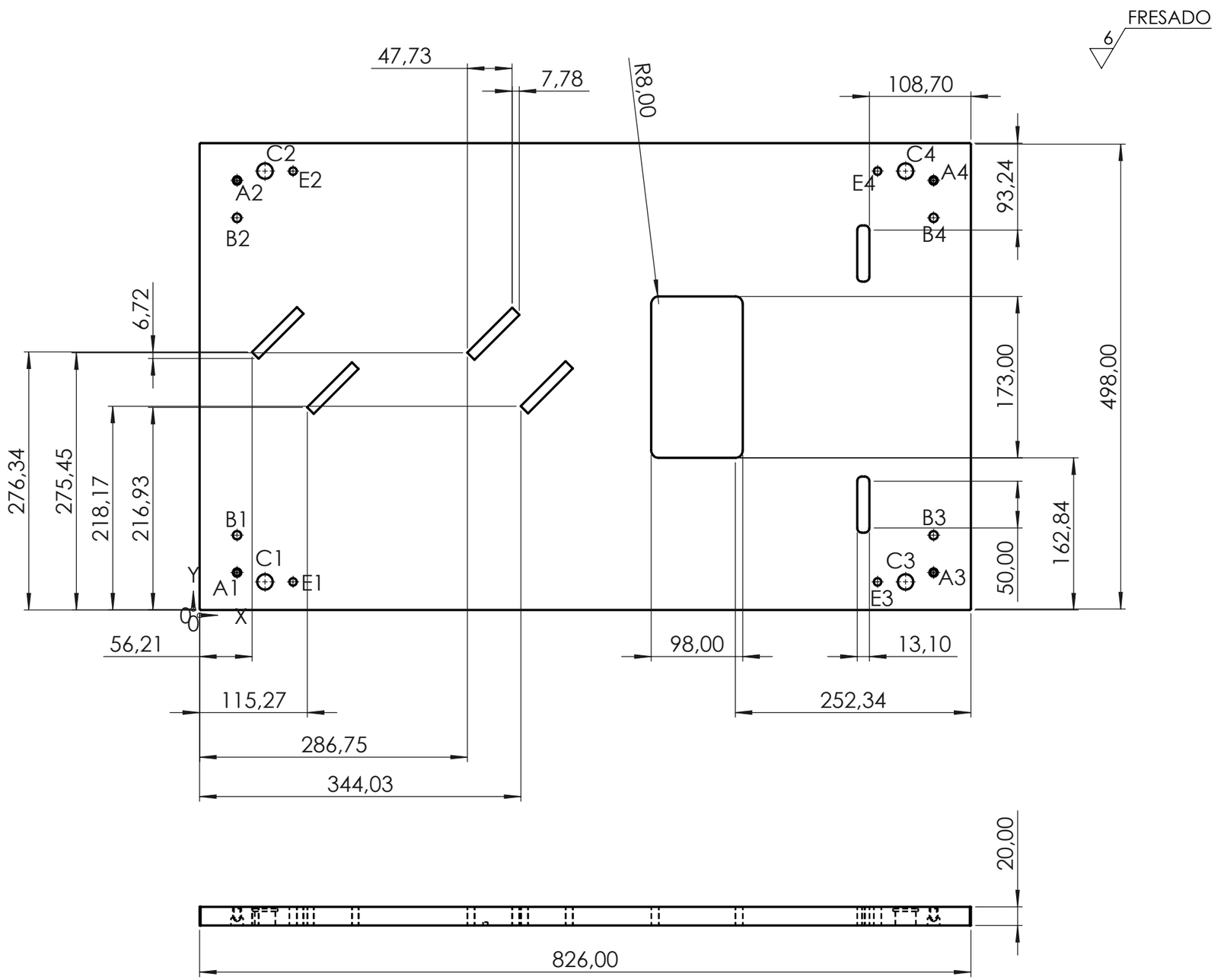
Denomicación:
PLACA PRENSACHAPA II

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A2	40	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A3	786	39	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
A4	786	459	⌀6.80↧14.00 ⌴ ⌀9,00↧2.00
B1	40	79	⌀9,00
B2	40	419	⌀9,00
B3	786	79	⌀9,00
B4	786	419	⌀9,00
C1	70	29	⌀16,50
C2	70	469	⌀16,50
C3	756	29	⌀16,50
C4	756	469	⌀16,50
E1	100	29	⌀8,00 POR TODO
E2	100	469	⌀8,00 POR TODO
E3	726	29	⌀8,00 POR TODO
E4	726	469	⌀8,00 POR TODO



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	61.14 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

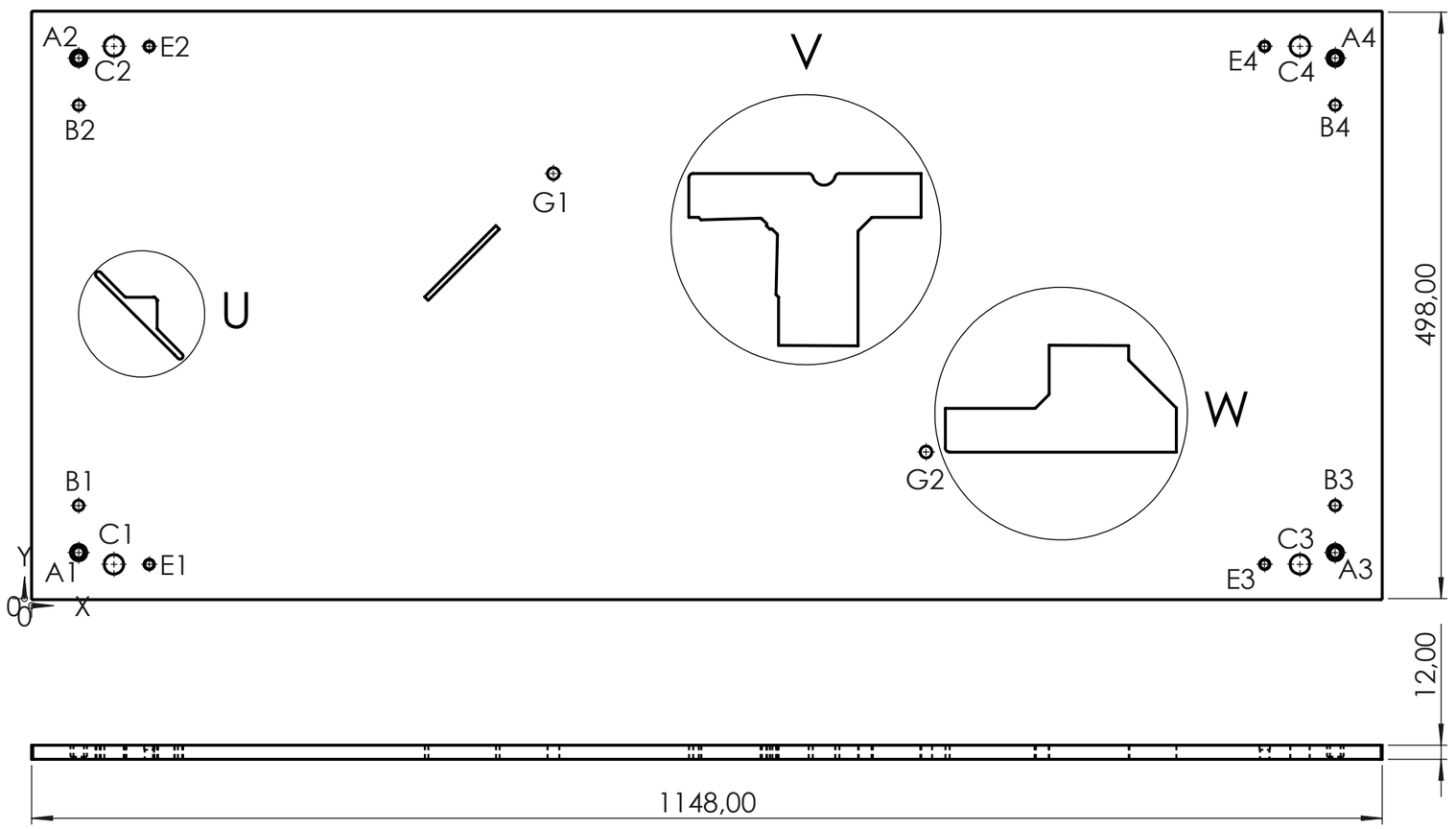
Denomicación: PLACA PRENSACHAPA III

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

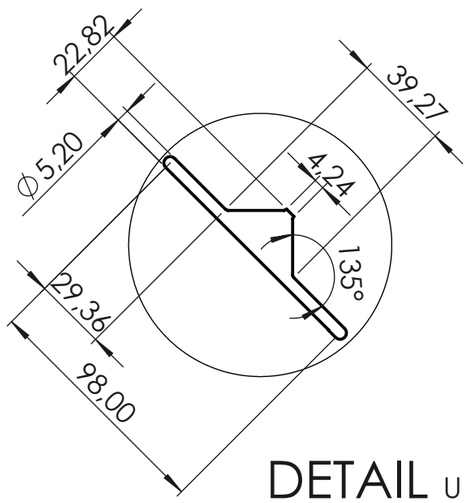
(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	39	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧ 10.00
A2	40	459	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧ 10.00
A3	1108	39	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧ 10.00
A4	1108	459	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧ 10.00
B1	40	79	⌀9,00 POR TODO
B2	40	419	⌀9,00 POR TODO
B3	1108	79	⌀9,00 POR TODO
B4	1108	419	⌀9,00 POR TODO
C1	70	29	⌀16,50 POR TODO
C2	70	469	⌀16,50 POR TODO
C3	1078	29	⌀16,50 POR TODO
C4	1078	469	⌀16,50 POR TODO
E1	100	29	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧ 4.00
E2	100	469	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧ 4.00
E3	1048	29	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧ 4.00
E4	1048	469	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧ 4.00
G1	443,48	360,95	⌀10,00 POR TODO
G2	760,31	124,45	⌀10,00 POR TODO



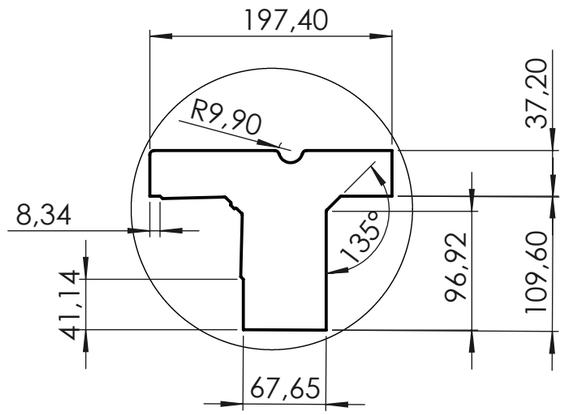
FRESADO

6



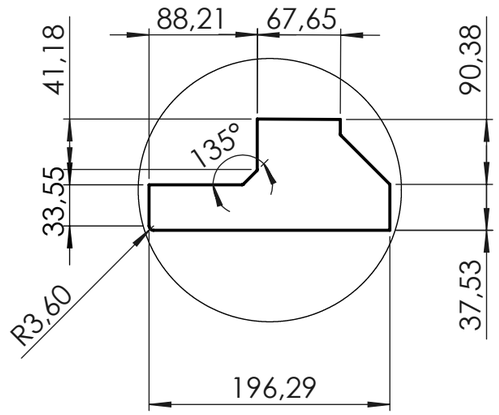
DETAIL U

SCALE 2 : 5



DETAIL V

SCALE 1 : 5



DETAIL W

SCALE 1 : 5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	51.24 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

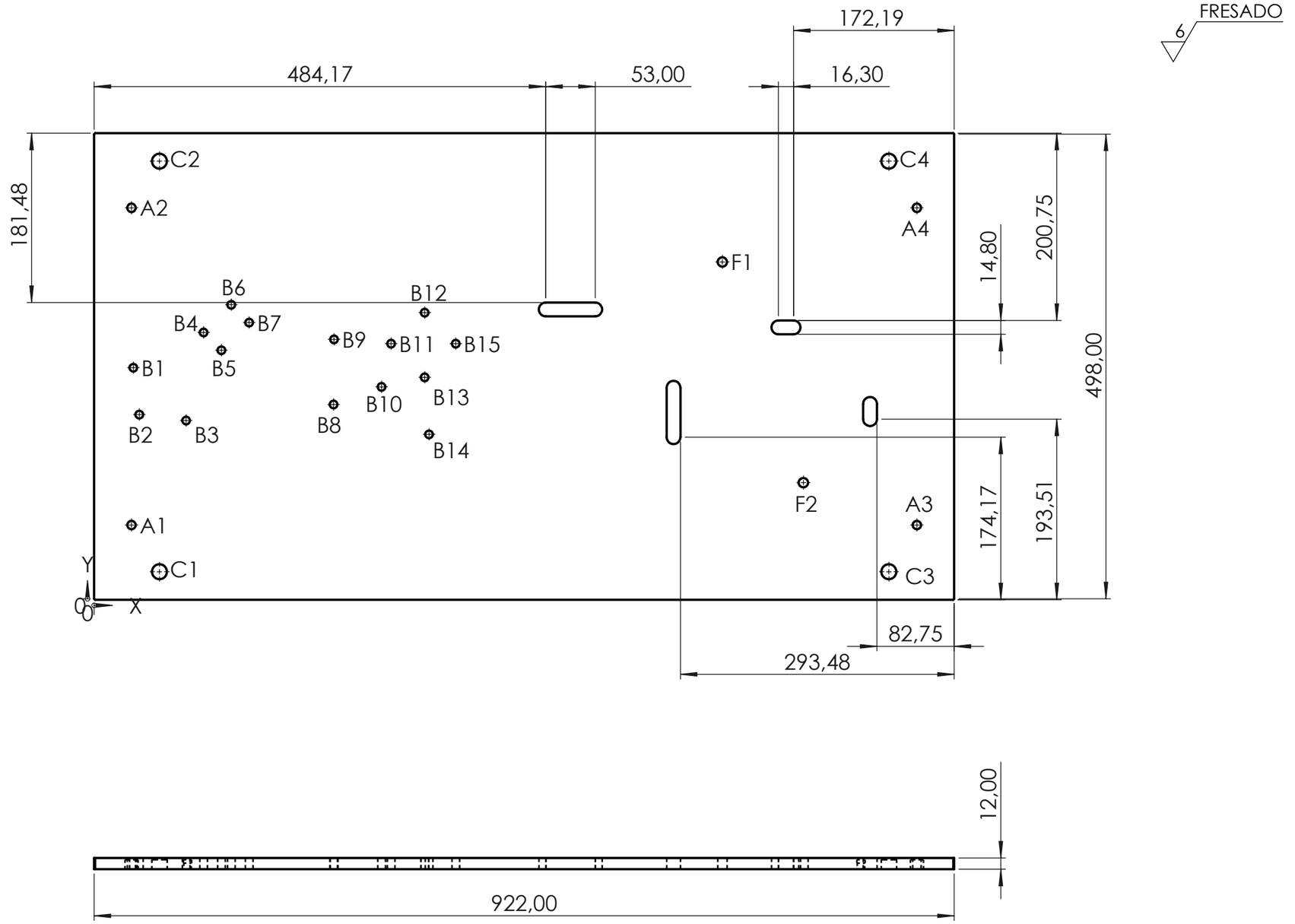
Denomicación: PORTAMATRIZ I

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	79	∅9,00 POR TODO
A2	40	419	∅9,00 POR TODO
A3	882	79	∅9,00 POR TODO
A4	882	419	∅9,00 POR TODO
B1	42,02	247,59	∅8,20 POR TODO
B2	48,39	197,39	∅8,20 POR TODO
B3	98,59	191,02	∅8,20 POR TODO
B4	117,31	285,42	∅8,20 POR TODO
B5	136,42	266,31	∅8,20 POR TODO
B6	147	315,12	∅8,20 POR TODO
B7	166,12	296	∅8,20 POR TODO
B8	256,69	208,21	∅8,20 POR TODO
B9	257,17	278	∅8,20 POR TODO
B10	308,09	227,09	∅8,20 POR TODO
B11	318,31	273,40	∅8,20 POR TODO
B12	354,38	306,63	∅8,20 POR TODO
B13	354,40	237,31	∅8,20 POR TODO
B14	359	176,17	∅8,20 POR TODO
B15	387,63	273,38	∅8,20 POR TODO
C1	70	29	∅16,00
C2	70	469	∅16,00
C3	852	29	∅16,00
C4	852	469	∅16,00
F1	673,48	360,95	∅10,00 POR TODO
F2	760,31	124,45	∅10,00 POR TODO



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 42.31 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

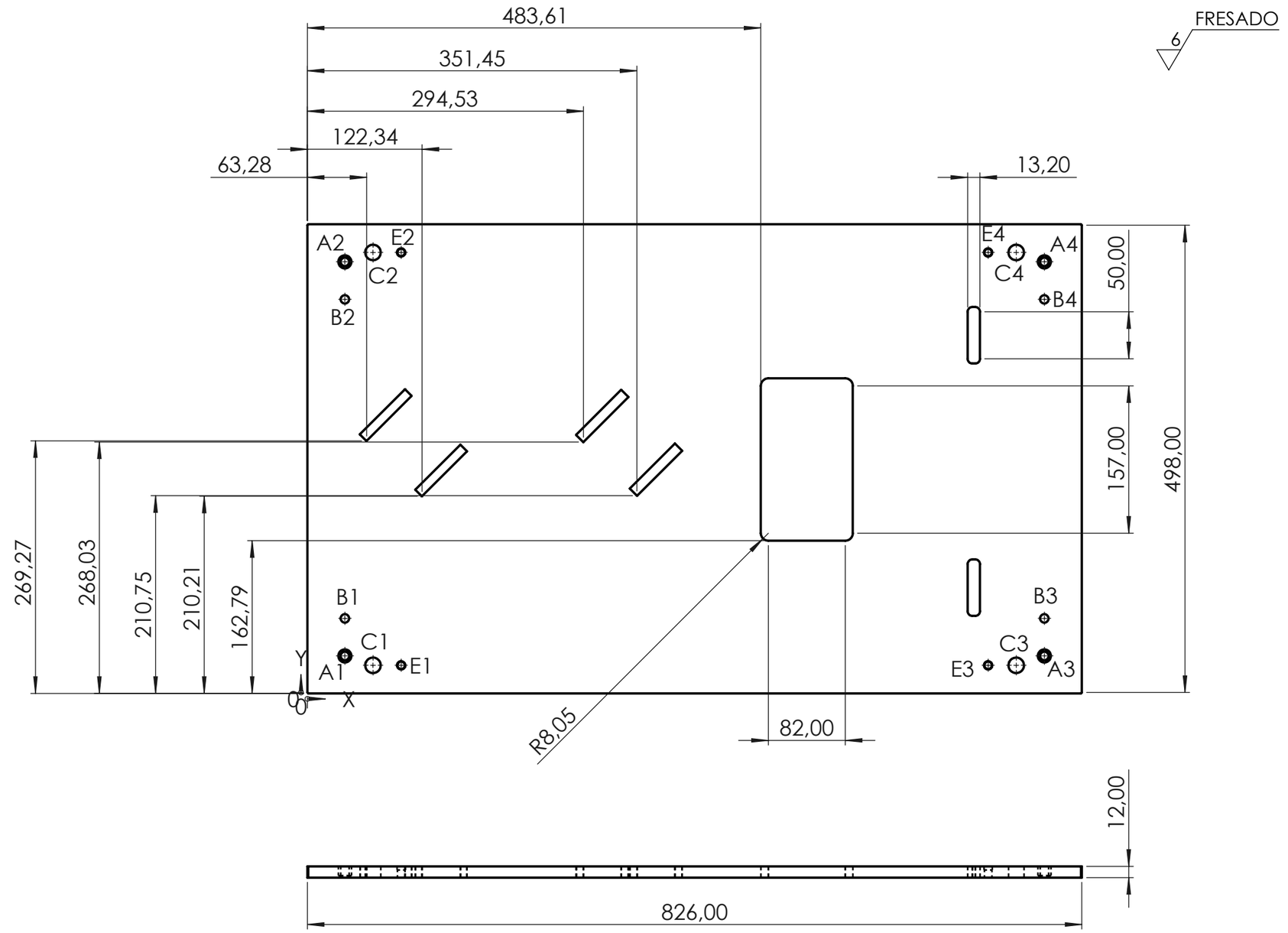
Denomicación: PORTAMATRIZ II

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

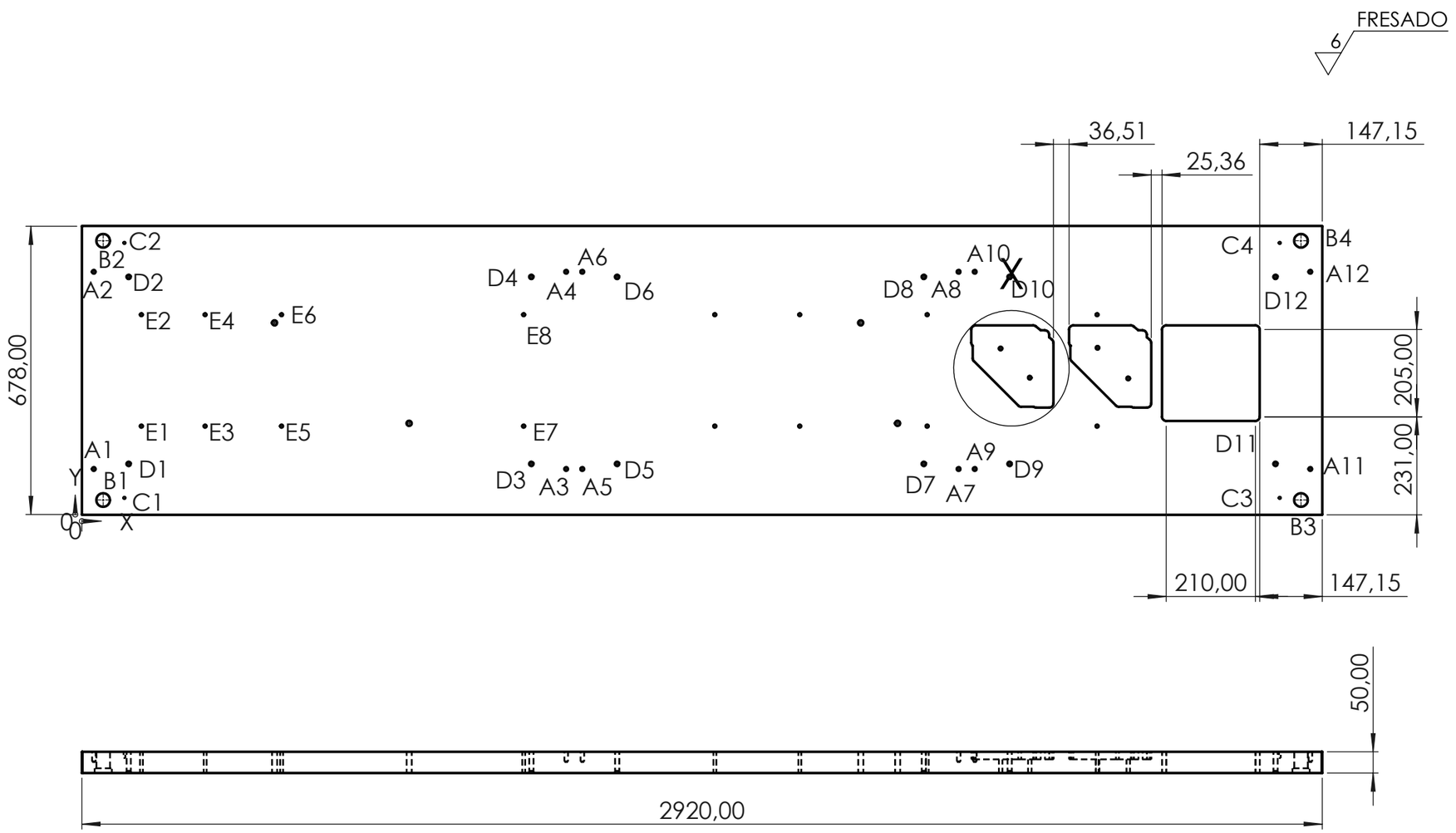
(Sustitución)

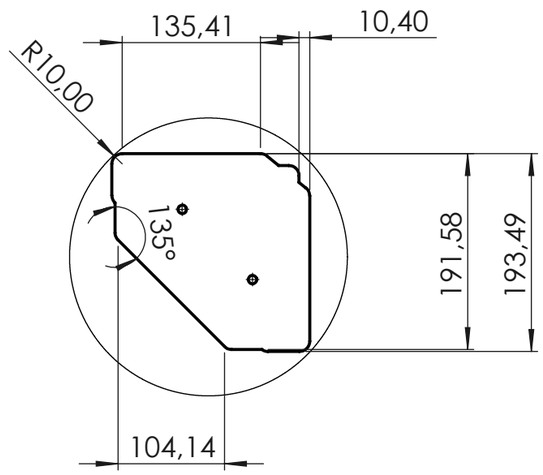
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	40	39	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧10.00
A2	40	459	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧10.00
A3	786	39	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧10.00
A4	786	459	⌀9.00 THRU ⌴ ⌀14,00↧10.00
B1	40	79	⌀9,00 POR TODO
B2	40	419	⌀9,00 POR TODO
B3	786	79	⌀9,00 POR TODO
B4	786	419	⌀9,00 POR TODO
C1	70	29	⌀16,50 POR TODO
C2	70	469	⌀16,50 POR TODO
C3	756	29	⌀16,50 POR TODO
C4	756	469	⌀16,50 POR TODO
E1	100	29	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧4.00
E2	100	469	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧4.00
E3	726	29	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧4.00
E4	726	469	⌀8.00 THRU ⌴ ⌀8,80↧4.00



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				± 0.1	36.72 Kg	ACERO AISI D3	
					Fecha	Nombre	Denomicación: PORTAMATRIZ III — Escala: 1:5
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 01 de 10
							(Sustitución)

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	28	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A2	28	571	⌴ ∅8,50↧22.80
A3	1140	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A4	1140	571	⌴ ∅8,50↧22.80
A5	1178	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A6	1178	571	⌴ ∅8,50↧22.80
A7	2064	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A8	2064	571	⌴ ∅8,50↧22.80
A9	2102	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A10	2102	571	⌴ ∅8,50↧22.80
A11	2892	107	⌴ ∅8,50↧22.80
A12	2892	571	⌴ ∅8,50↧22.80
B1	50	34	∅32,00 POR TODO
B2	50	644	∅32,00 POR TODO
B3	2870	34	∅32,00 POR TODO
B4	2870	644	∅32,00 POR TODO
C1	100	39	∅4,20↧15,00
C2	100	639	∅4,20↧15,00
C3	2820	39	∅4,20↧15,00
C4	2820	639	∅4,20↧15,00
D1	110	119	∅10,00 POR TODO
D2	110	559	∅10,00 POR TODO
D3	1058	119	∅10,00 POR TODO
D4	1058	559	∅10,00 POR TODO
D5	1260	119	∅10,00 POR TODO
D6	1260	559	∅10,00 POR TODO
D7	1982	119	∅10,00 POR TODO
D8	1982	559	∅10,00 POR TODO
D9	2184	119	∅10,00 POR TODO
D10	2184	559	∅10,00 POR TODO
D11	2810	119	∅10,00 POR TODO
D12	2810	559	∅10,00 POR TODO
E1	140	207,90	∅6,80 POR TODO
E2	140	470,10	∅6,80 POR TODO
E3	290	207,90	∅6,80 POR TODO
E4	290	470,10	∅6,80 POR TODO
E5	470	207,90	∅6,80 POR TODO
E6	470	470,10	∅6,80 POR TODO
E7	1040	207,90	∅6,80 POR TODO
E8	1040	470,10	∅6,80 POR TODO





DETAIL X

SCALE 1 : 6

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	748.21 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

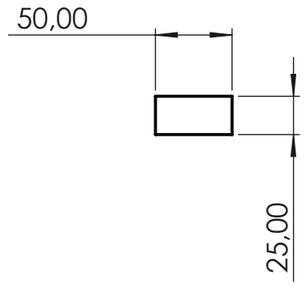
UTA
Ingeniería Mecánica

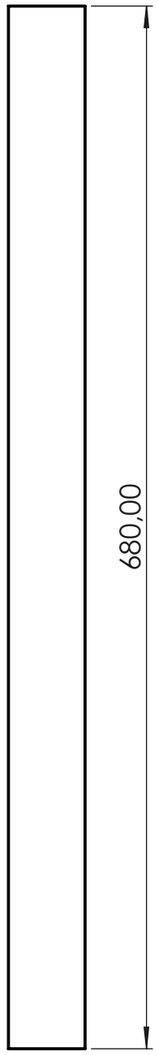
Denomicación:
PLACA INFERIOR

Escala: 1:5

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)





FRESADO
6

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	6.67 Kg	ACERO AISI 1045

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación:
BLOQUE APOYO TRANSVERSAL

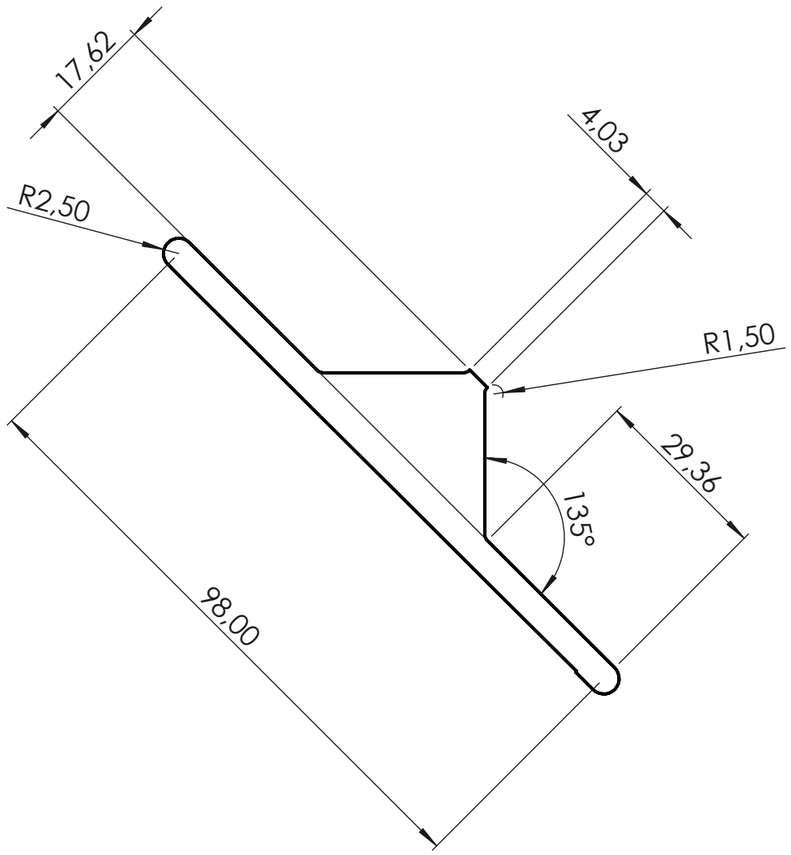
Escala:
1:5

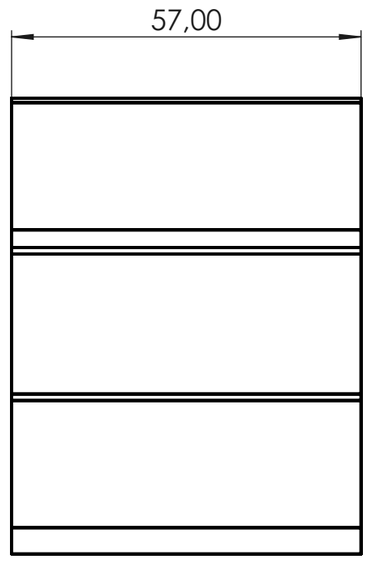
Número del dibujo: 01 de 10

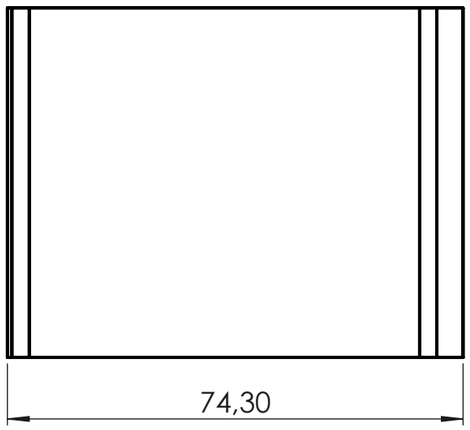
(Sustitución)

FRESADO

6







Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	0.77 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación:

PUNZON DE CORTE I

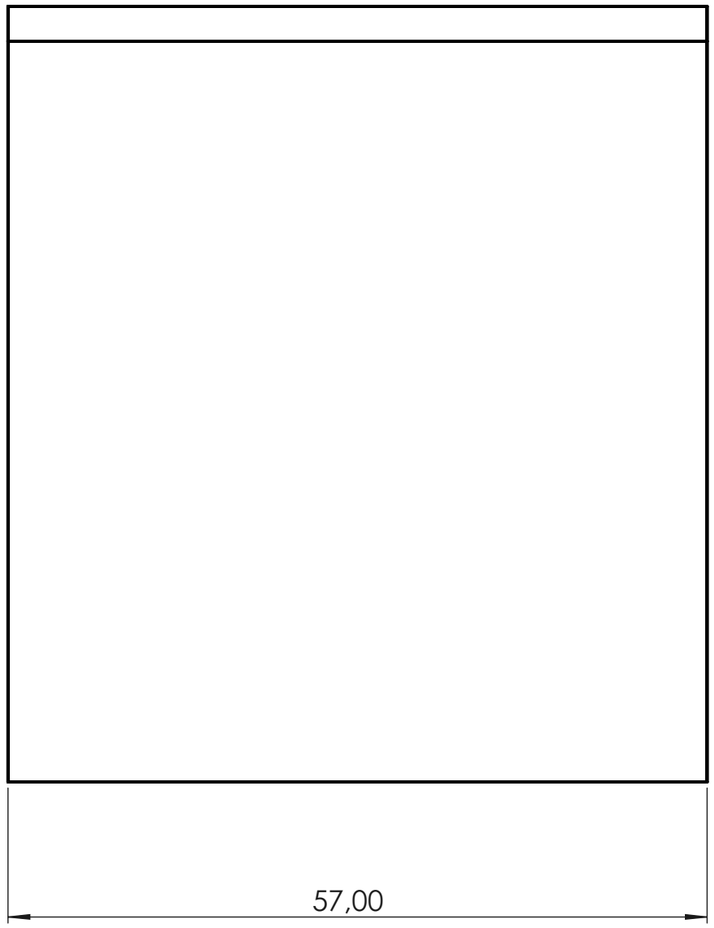
Escala: 1:1

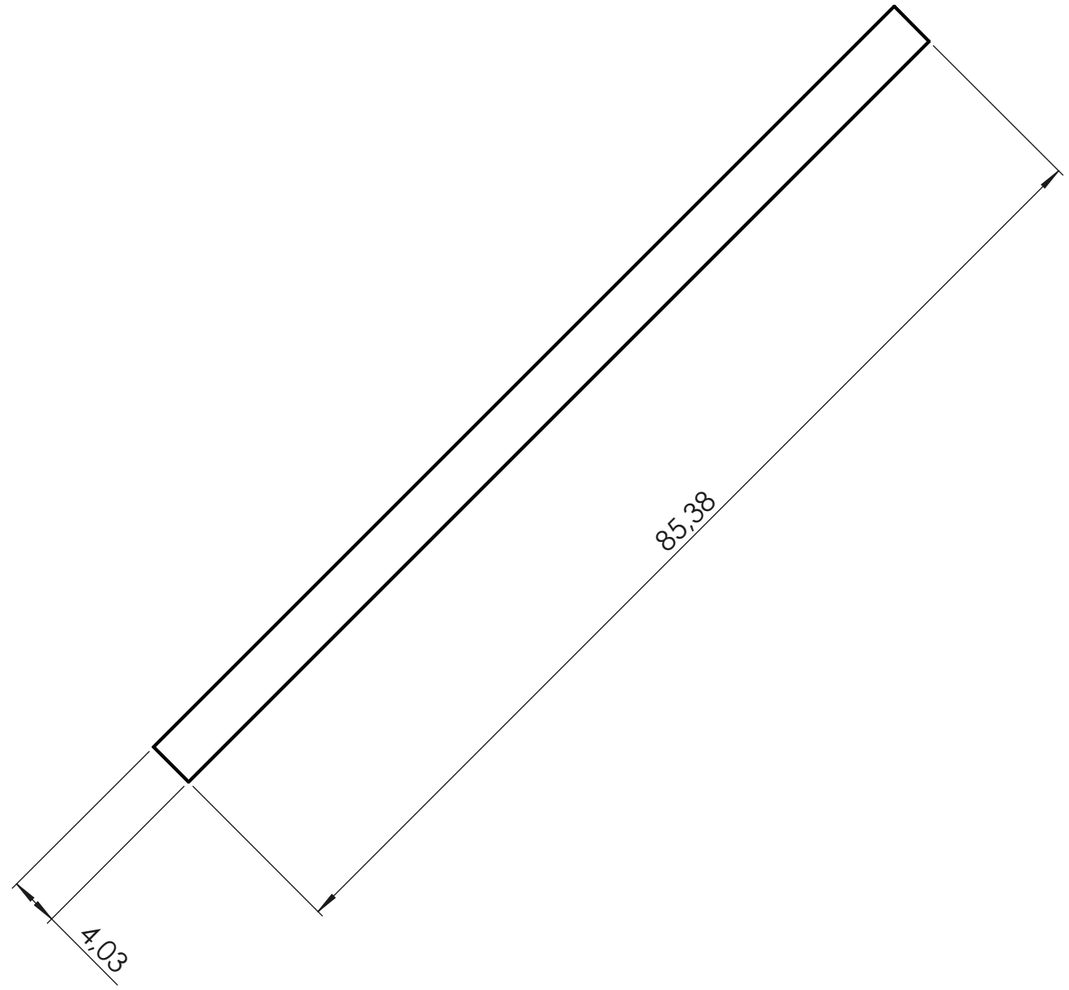
Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

FRESADO

6

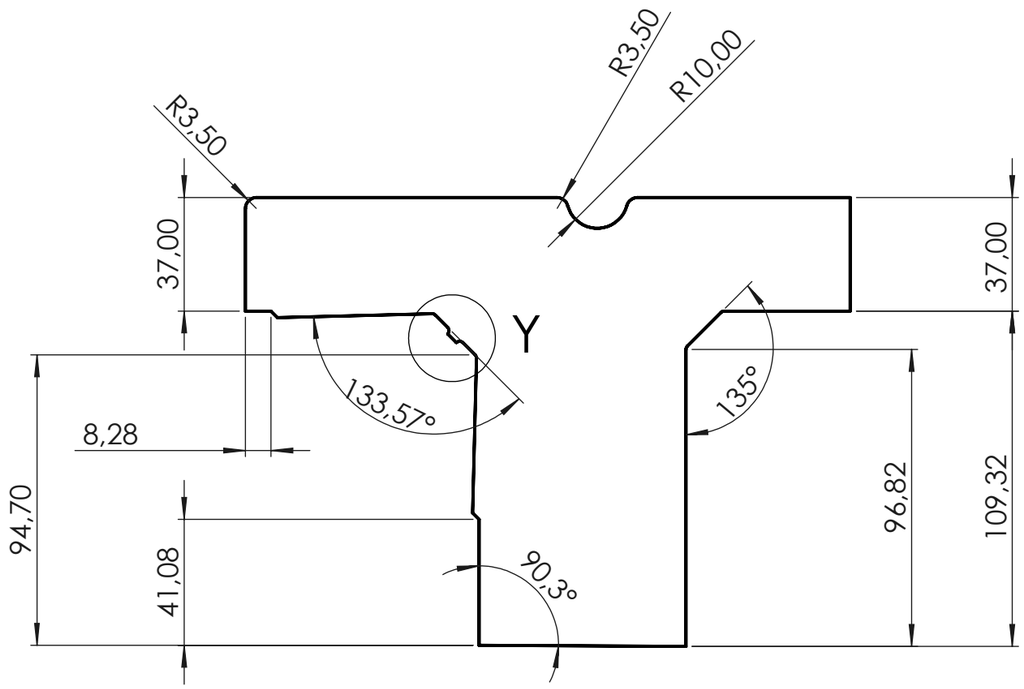


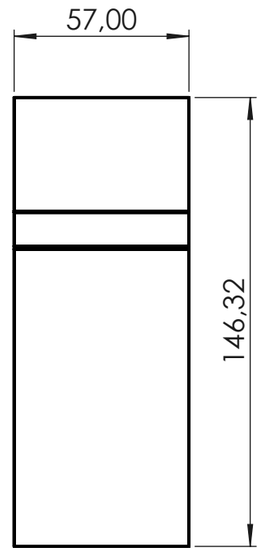


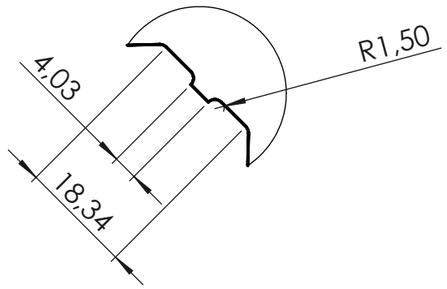
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				± 0.1	0.31 Kg	ACERO AISI D3	
					Fecha	Nombre	Denomicación: PUNZON DE CORTE II
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	Escala: 2:1
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 01 de 10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)

FRESADO

6

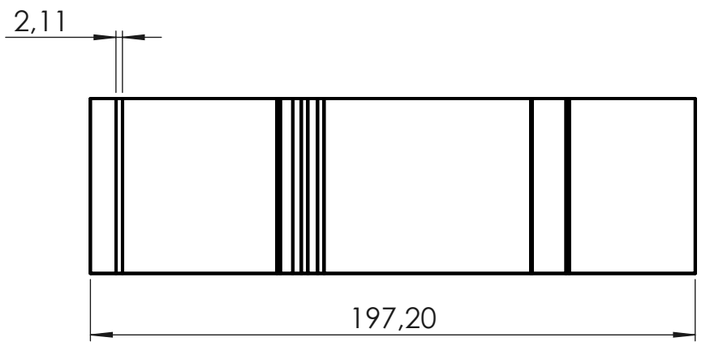






DETAIL Y

SCALE 1 : 1



Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	13.21 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

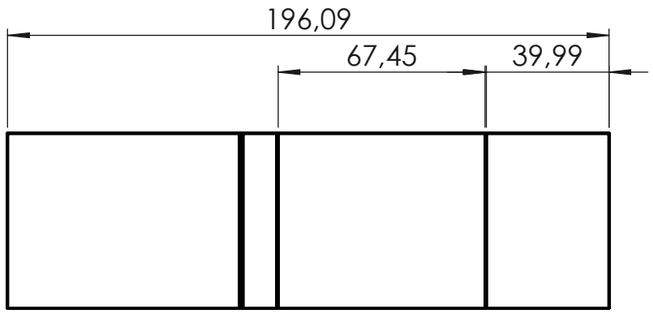
Denomicación:

PUNZON DE CORTE III

Escala: 1:2

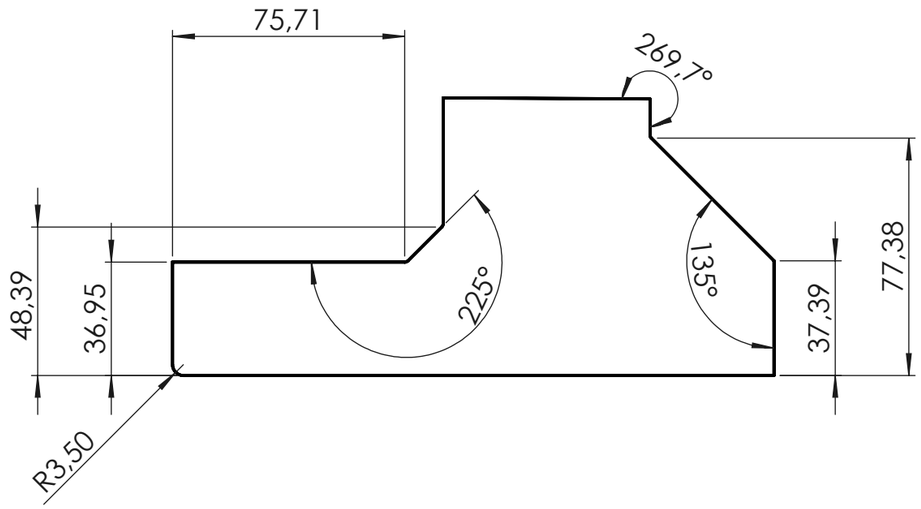
Número del dibujo: 01 de 10

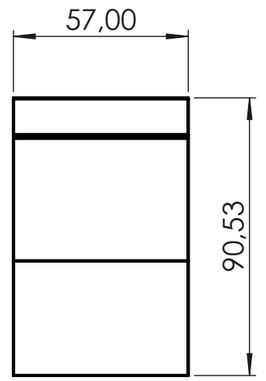
(Sustitución)



FRESADO

6





Edición	Modificación	Fecha	Nombre

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

Tolerancia: ± 0.1

(Peso): 10.52 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación: PUNZON DE CORTE IV

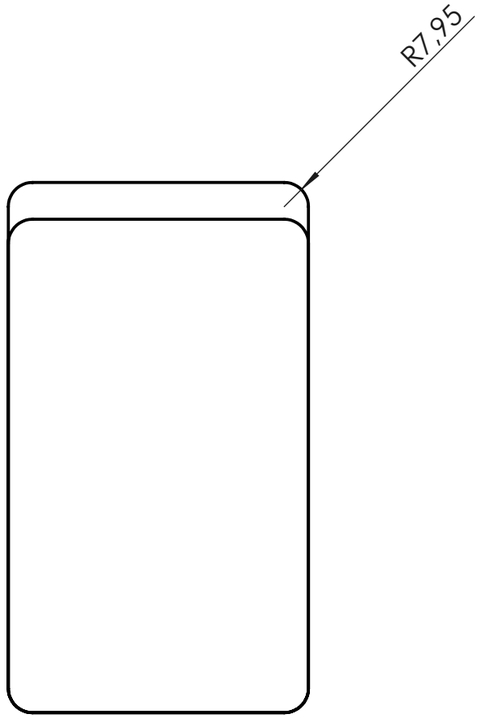
Escala: 1:2

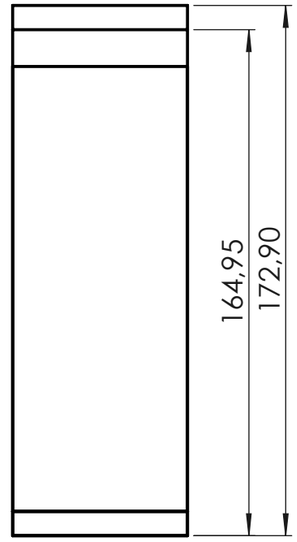
Número del dibujo: 01 de 10

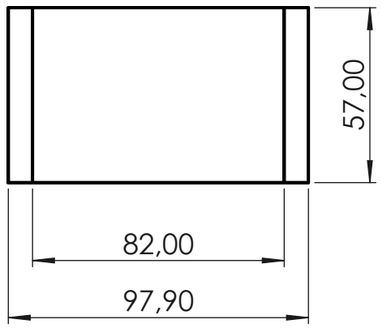
(Sustitución)

FRESADO

6







Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	14.57 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación:
PUNZON DE CORTE V

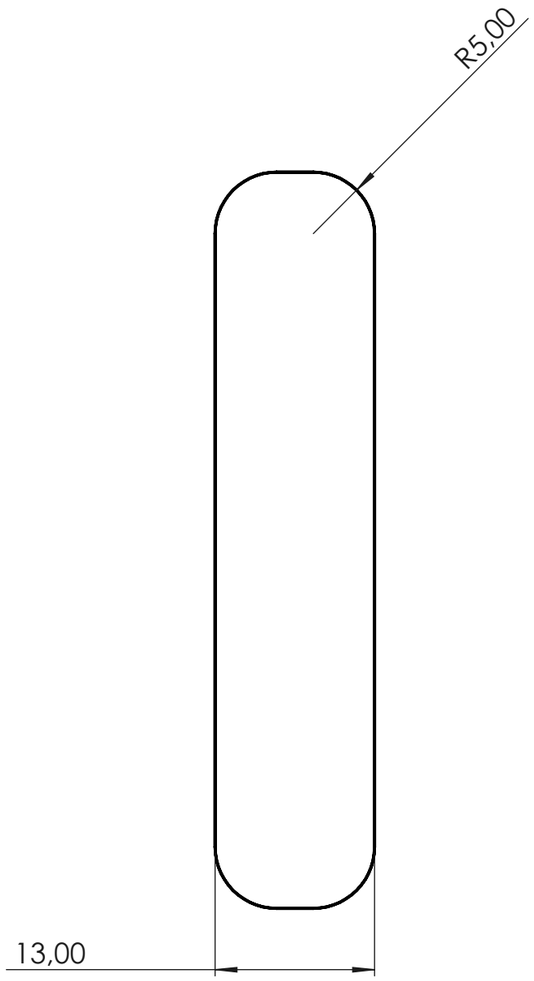
Escala: 1:2

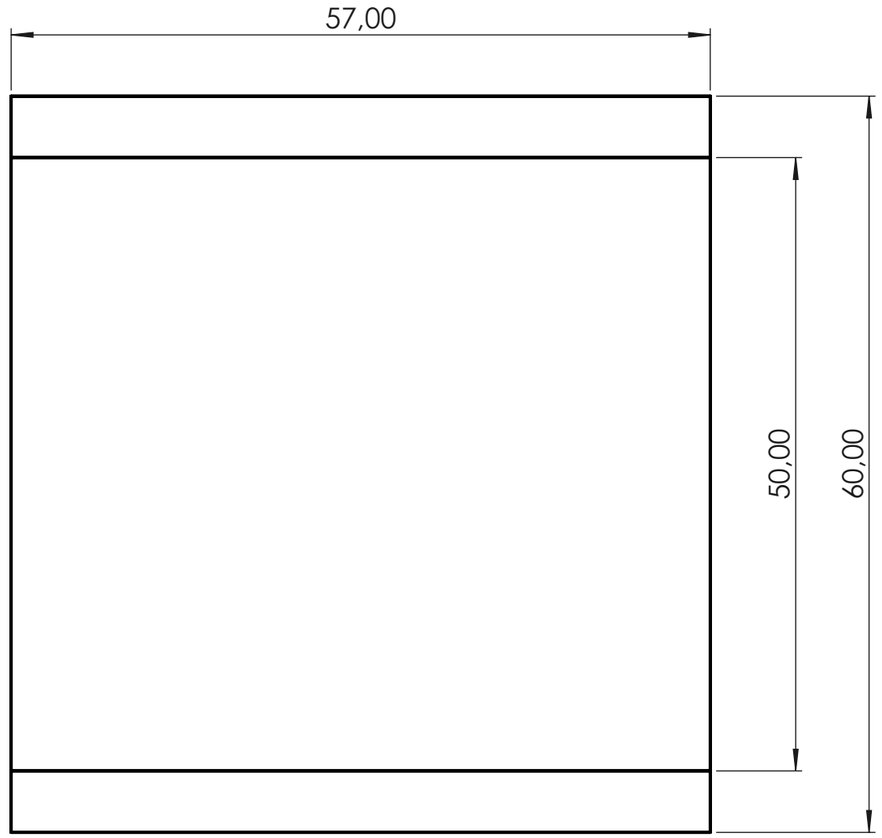
Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)

FRESADO

6

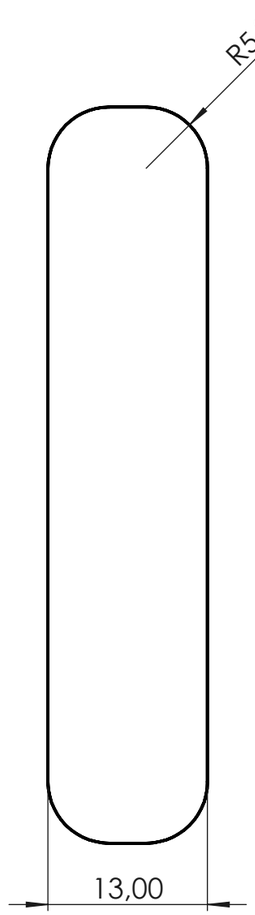


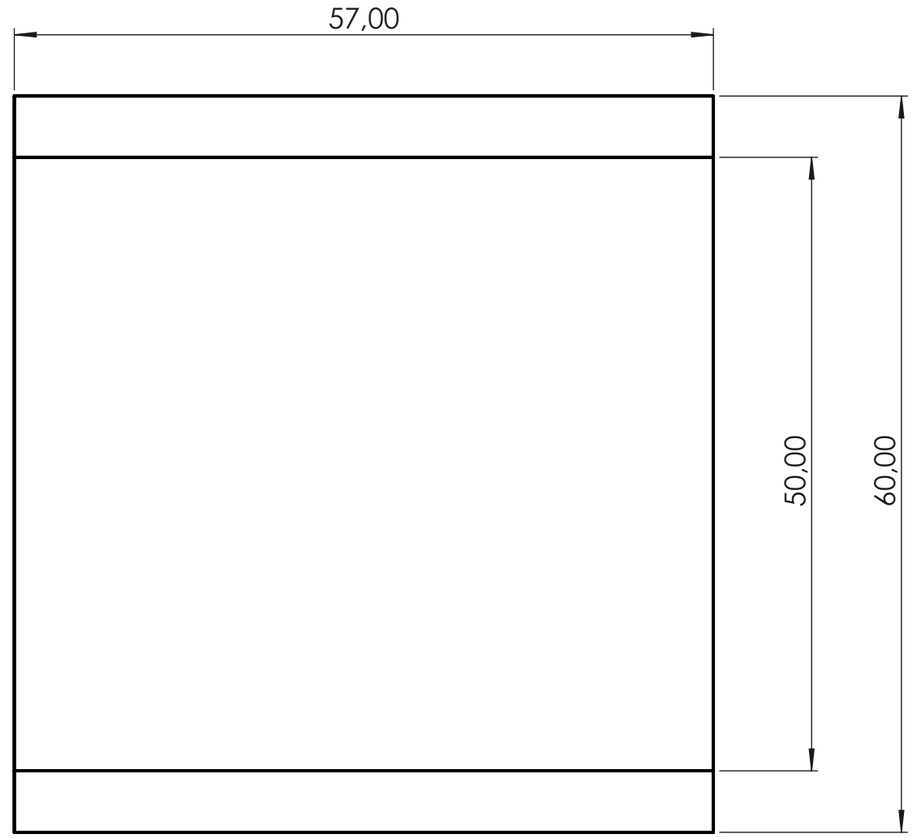


				Tolerancia		(Peso)	Materiales:
				± 0.1		0.68 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre	Denomicación: / Escala:
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	PUNZON DE CORTE VI / 2:1
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 01 de 10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)

FRESADO

6

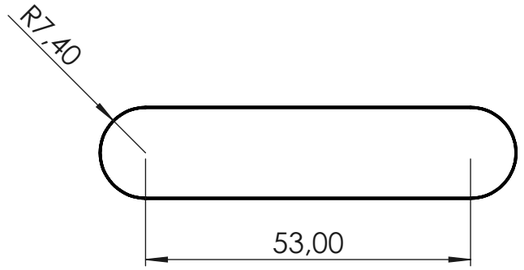


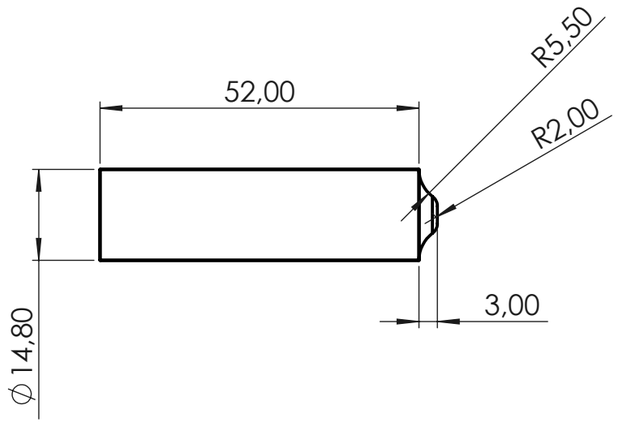


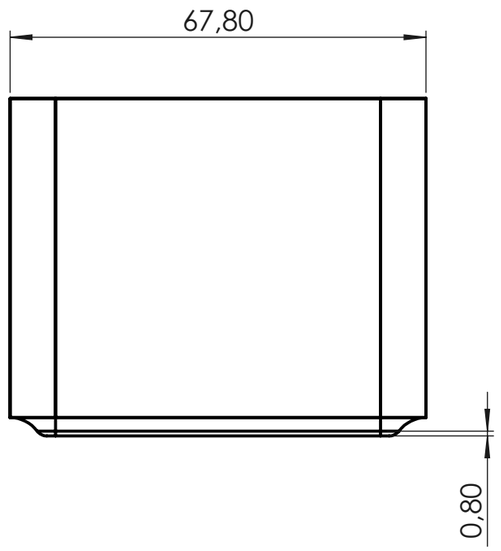
				Tolerancia		(Peso)	Materiales:		
				± 0.1		0.68 Kg	ACERO AISI D3		
					Fecha	Nombre	Denomicación:		Escala:
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	PUNZON DE CORTE VII		2:1
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.			
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.			
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo:	01 de 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		

FRESADO

6







Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)
± 0.1	0.79 Kg

Materiales: ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación:
PUNZON EMBUTIDO I

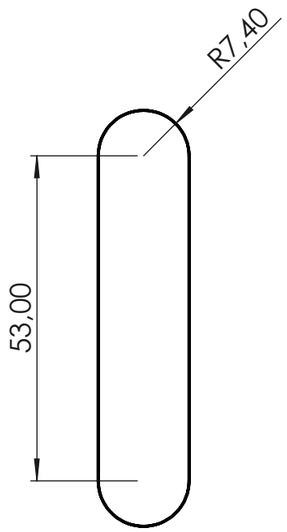
Escala: 1:1

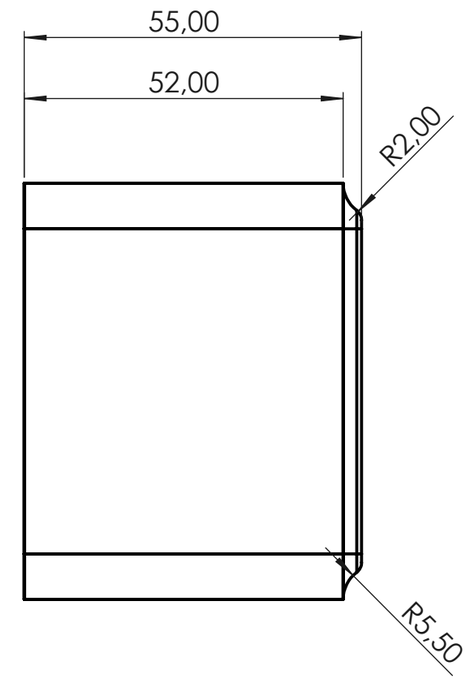
Número del dibujo: 01 de 10

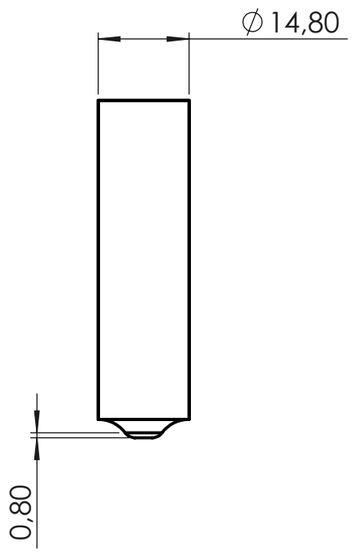
(Sustitución)

FRESADO

6







Edición	Modificación	Fecha	Nombre

Tolerancia	(Peso)	Materiales:
± 0.1	0.79 Kg	ACERO AISI D3

	Fecha	Nombre
Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.

UTA
Ingeniería Mecánica

Denomicación:

PUNZON EMBUTIDO II

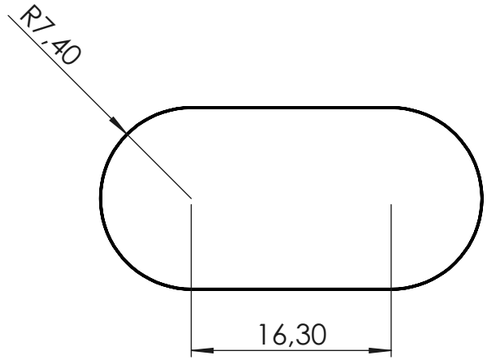
Escala: 1:1

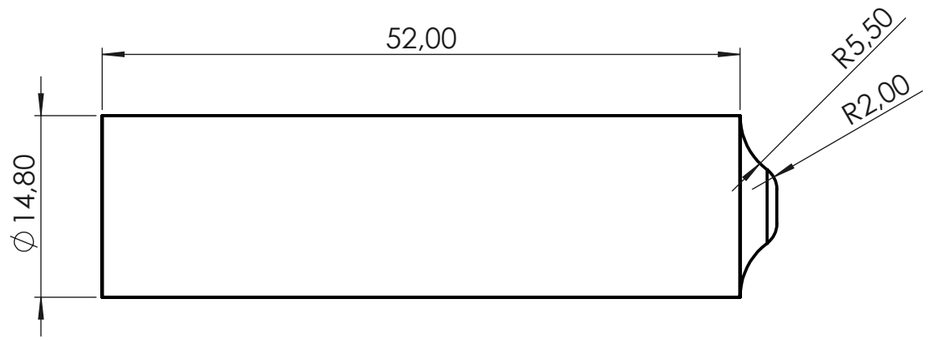
Número del dibujo: 01 de 10

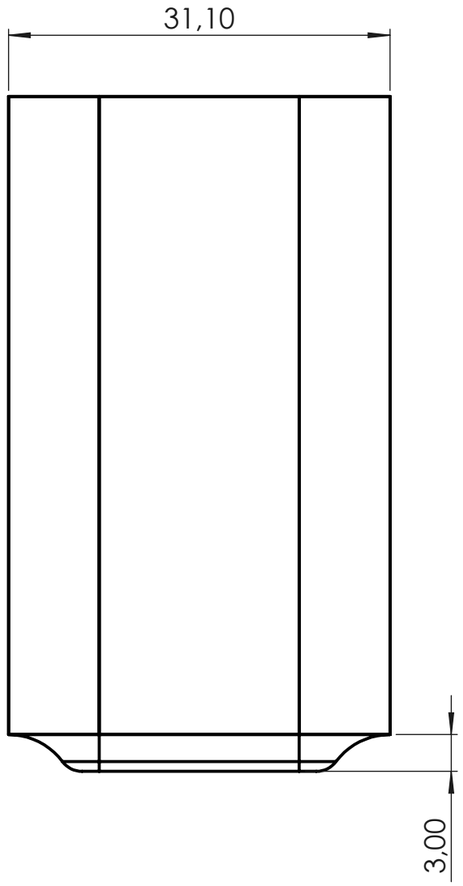
(Sustitución)

FRESADO

6



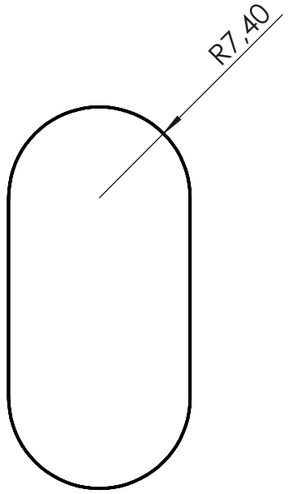


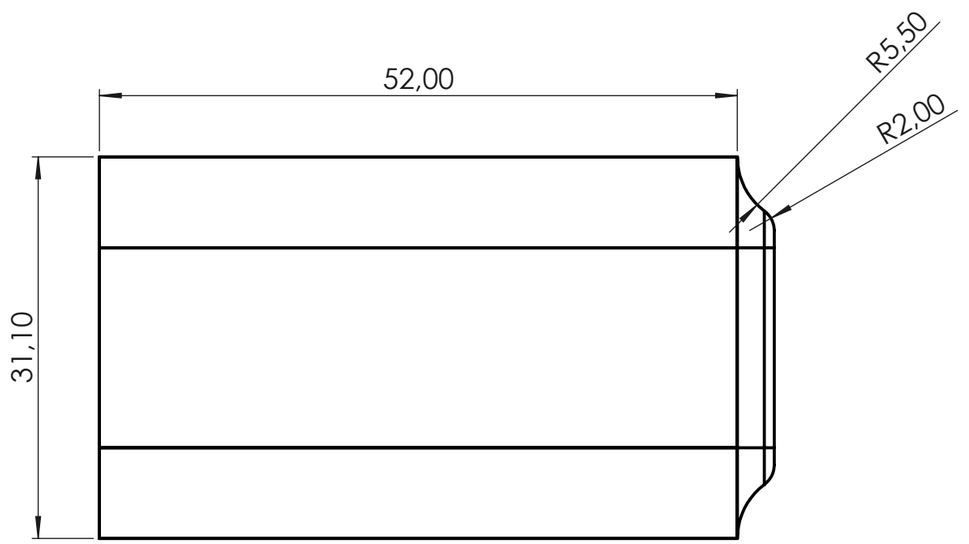


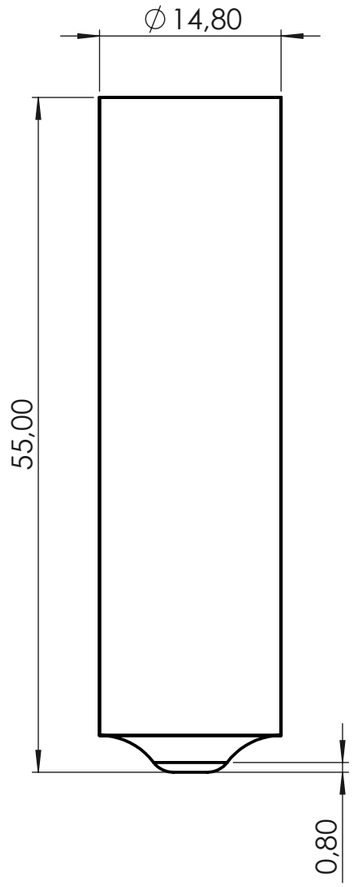
				Tolerancia		(Peso)	Materiales:
				± 0.1		0.34 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre	Denomicación: / Escala:
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.	PUNZON EMBUTIDO III / 2:1
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.	
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 01 de 10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)

FRESADO

6







				Tolerancia	(Peso)	Materiales:
				± 0.1	0.34 Kg	ACERO AISI D3
					Fecha	Nombre
				Dibujó:	23/12/24	Ramírez F.
				Revisó:	23/12/24	Ing. Peña F.
				Aprobó:	23/12/24	Ing. Peña F.
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		

Denomicación:

PUNZON EMBUTIDO IV

Escala: 2:1

Número del dibujo: 01 de 10

(Sustitución)