

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA:

“ESTUDIO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN ASISTIDO POR SISTEMAS CAD/CAM Y CNC Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ASIENTOS PLÁSTICOS PARA EL BUS TIPO EN LA EMPRESA FABRIAMERICANA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR: Paul Alejandro Barriga Chicaiza

TUTOR: Ing. Mauricio Carrillo

Ambato - Ecuador

2014

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del presente Trabajo Estructurado de Manera Independiente previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema “ESTUDIO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN ASISTIDO POR SISTEMAS CAD/CAM Y CNC Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ASIENTOS PLÁSTICOS PARA EL BUS TIPO EN LA EMPRESA FABRIAMERICANA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, ejecutado por el señor Paúl Alejandro Barriga Chicaiza, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que el presente trabajo de investigación fue elaborado en su totalidad por el autor y ha sido concluido bajo el plan de tesis aprobado.

Ambato, de 2014

Ing. Mauricio Carrillo
Tutor

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, recomendaciones y propuesta bajo el tema “ESTUDIO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN ASISTIDO POR SISTEMAS CAD/CAM Y CNC Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ASIENTOS PLÁSTICOS PARA EL BUS TIPO EN LA EMPRESA FABRIAMERICANA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, nos corresponde exclusivamente al Egresado Paúl Alejandro Barriga Chicaiza y del Ingeniero Mauricio Carrillo Tutor del trabajo de investigación.

Ambato,..... de..... 2014

Paul Alejandro Barriga Chicaiza
Autor

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentan, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para la obtención de mis metas. Me han dado todo lo que soy como persona, para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

TÍTULO.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
PÁGINAS PRELIMINARES.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv

CONTENIDO

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	1
1.2.2 Análisis Crítico	3
1.2.3 Prognosis	4
1.2.4 Formulación del problema.....	5
1.2.5 Preguntas directrices.....	5
1.2.6 Delimitación del problema	5
1.2.6.1 De contenido	5
1.2.6.2 Espacial.....	6
1.2.6.3 Temporal.....	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos	8
2.2 Fundamentación filosófica	10
2.3 Fundamentación legal	10
2.4 Categorías Fundamentales	11
2.4.1 El diseño en ingeniería mecánica	12
2.4.1.1 Generalidades	12
2.4.2 Sistemas de producción CAD/CAM y CNC	13
2.4.2.1 Sistemas CAD (Diseño asistido por computadora).....	13
2.4.2.2 Sistemas CAM (Manufactura asistida por computadora).....	14
2.4.2.3 Relación CAD/CAM	14
2.4.2.4 Sistemas CNC (Control numérico por computadora)	15
2.4.2.5 Relación CNC – CAD/CAM	15
2.4.2.6 Ventajas y desventajas del CNC	16
2.4.2.7 Elementos básicos de una Máquina – Herramienta CNC.....	17
2.4.2.8 Tipos de Controladores.....	18
2.4.2.9 Clasificación de los Controles Numéricos.....	19
2.4.2.10 Lenguaje de programación CNC.....	19
2.4.2.11 Programación de CNC con códigos G y M	19
2.4.2.12 CNC en el Ecuador.....	21
2.4.3 Sistemas de moldeo por inyección	21
2.4.3.1 Clasificación de moldes de inyección	23
2.4.3.2 Clasificación de coladas y entradas.....	24
2.4.3.3 Moldes de canal caliente.....	29
2.4.3.4 Sistemas de canal frio	31
2.4.3.5 Control de temperatura en los moldes de inyección.....	31
2.4.3.6 Tipos de expulsores y desmoldeos	32
2.4.3.7 Tipos de contrasalidas	33
2.4.3.8 Elementos normalizados en la construcción de moldes	34
2.4.3.9 Estado actual de la normalización.....	34

2.4.3.10 Selección de los materiales para la fabricación de moldes	35
2.4.3.11 Aceros para moldes	36
2.4.3.12 Procesos de tratamientos de superficies	39
2.4.3.13 Materiales especiales	41
2.4.4 Molde, características principales	42
2.4.4.1 Partes básicas de un molde	43
2.4.4.2 Partes fijas molde de inyección.....	44
2.4.4.3 Partes móviles del molde	46
2.4.5 Procesos de manufactura	49
2.4.5.1 Definición de manufactura.....	49
2.4.5.2 Procesos de Manufactura.....	50
2.4.6 Industria carrocera Ecuatoriana	52
2.4.7 Ergonomía del asiento	53
2.4.7.1 Componentes del asiento	55
2.4.7.2 Generalidades sobre asientos de uso normal	59
2.4.7.3 Antropometría del asiento.....	61
2.4.7.4 Asientos para el transporte público	65
2.4.7.5 Dimensiones generales del asiento Bus-Tipo	67
2.5 Hipótesis	69
2.5.1 Unidades de observación o de análisis	69
2.6 Señalamiento de variables	70

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque.....	71
3.2 Modalidad y tipo de investigación	71
3.2.1 Modalidad	71
3.2.2 Tipo.....	72
3.3 Población y Muestra.....	72
3.3.1 Población	72
3.3.2 Muestra	73
3.4 Operacionalización de variables	73

3.5 Recolección de la información	76
3.6 Procesamiento y análisis de la información	76

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultado	77
4.1.1 Criterios para la construcción del perfil del asiento Bus-Tipo.....	79
4.1.2 Parámetros de diseño del asiento Bus-Tipo.....	81
4.1.2.1 Parámetros dimensionales de diseño para el asiento bus-tipo	83
4.1.3 Selección del material a ser inyectado	84
4.1.4 Consideraciones previas al diseño del molde del asiento Bus-Tipo	85
4.1.4.1 Sistema de llenado.....	86
4.1.4.2 Salidas de aire	87
4.1.4.3 Enfriamiento del molde	88
4.1.4.4 Desmoldeo de las piezas obtenidas por inyección	90
4.1.4.5 Sistemas de eyección especiales	92
4.1.4.6 Elementos de centrado y de guía de los molde	94
4.1.5 Materiales para la construcción del molde	96
4.1.5.1 Selección de materiales	96
4.1.6 Máquina CNC	99
4.1.7 Máquina inyectora.....	101
4.2 Interpretación de datos	103
4.3 Verificación de la hipótesis	107
4.3.1 Tiempos de montaje del molde en la máquina.....	108
4.3.2 Tiempos del ciclo de inyección del polímero	109
4.3.3 Costo del molde	110
4.3.4 Costo del producto	111
4.3.5 Mantenimiento de la máquina.....	112
4.3.5.1 Mantenimiento de primer nivel.....	112
4.3.6 Mantenimiento del molde	113
4.3.6.1 Mantenimiento en máquina	113
4.3.7 Seguridad	115

4.3.7.1 Seguridad para el operador	115
4.3.7.2 Seguridad para el equipo	116
4.3.8 Factores que intervienen en el proceso de moldeo a inyección	117
4.3.9 Estudio de producción de carrocerías de servicio urbano	118
4.3.9.1 Resultados del estudio de producción de carrocerías de servicio urbano.....	120
4.3.10 Análisis del estudio de producción de carrocerías y los factores de inyección ..	120

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	122
5.2 Recomendaciones	124

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos.....	126
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	126
6.3 Justificación	127
6.4 Objetivos.....	128
6.4.1 Objetivo General	128
6.4.2 Objetivos Específicos	128
6.5 Análisis de factibilidad	128
6.6 Fundamentación	129
6.6.1 Partes que conforman el asiento Bus-Tipo.....	130
6.6.2 Características de los diferentes moldes.....	131
6.7 Metodología	137
6.7.1 Proceso de mecanizado del molde	137
6.7.2 Proceso de cálculo	140
6.8 Administración.....	158
6.8.1 Costo del proceso de moldeo a inyección	161
6.9 Previsión de la evaluación	162
Bibliografía.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Elementos básicos de una máquina CNC.....	18
Figura 2.2 Esquema para la construcción metódica y planificada de moldes.....	22
Figura 2.3 Colada cónica.....	25
Figura 2.4 Entrada puntiforme	25
Figura 2.5 Colada de paraguas	26
Figura 2.6 Colada de disco	26
Figura 2.7 Entrada de cinta preferentemente para piezas de gran superficie	27
Figura 2.8 Entrada de túnel (o submarina).....	28
Figura 2.9 Distribuidor en estrella y distribuidor en anillo	29
Figura 2.10 Longitud de colada desigual. Longitud de colada constante	29
Figura 2.11 Partes básicas de un molde	44
Figura 2.12 Parte fija del molde	46
Figura 2.13 Parte móvil del molde	48
Figura 2.14 Funcionamiento básico de un molde.....	49
Figura 2.15 Dos maneras de definir manufactura.....	50
Figura 2.16 Clasificación de procesos de manufactura	51
Figura 2.17 Descarga del peso del tronco en posición sedante	53
Figura 2.18 Comparación de la forma de los asientos y su efecto sobre las nalgas.....	54
Figura 2.19 Perfiles de asientos.....	54
Figura 2.20 Presión sobre la zona poplítea	55
Figura 2.21 Profundidad del almohadón del asiento	56
Figura 2.22 Almohadón tipo de un asiento moderno.....	56
Figura 2.23 Descarga de la espalda según el tipo de respaldo	57
Figura 2.24 Conjunto superior (medidas en cm)	58
Figura 2.25 Tipos de asientos según Kirchner y Rohmert	59
Figura 2.26 Posturas al sentarse (Kirchner/Rohmert).....	60
Figura 2.27 Dimensiones antropométricas.....	63

Figura 2.28 Dimensiones y disposición de asientos simples y continuos.....	69
Figura 4.1 Diagrama del proceso del proceso de construcción del asiento Bus-Tipo	78
Figura 4.2 Diferentes tipos de asientos tomados como modelos para la obtención del perfil	80
Figura4.3 Representación esquemática de varillas expulsoras.....	91
Figura 4.4 Representacion esquemática de pernos inclinados.	93
Figura 4.5 Representacion esquemática de correderas acodadas.	93
Figura 4.6 Tolerancias en los pernos de guía	94
Figura 4.7 Formas de los casquillos de guías con sus tolerancias más frecuentes.	95
Figura 4.8 Pernos de guías sin ranura de lubricación	95
Figura 4.9 Perno con espiga	95
Figura 4.10 Unidad de guía con rodamientos de bolas	96
Figura 4.11 Centro de maquinado vertical marca Hartford VMS – 1020S	101
Figura 4.12 Máquina inyectora vertical TRIULZI EL 2/200 PV	102
Figura 4.13 Perfil ergonómico del asiento Bus-Tipo.....	103
Figura 6.1 Determinación del avance por diente.....	137
Figura 6.2 Pieza a mecanizar.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Lista de Códigos G CNC	20
Tabla 2.2 Lista de Códigos M CNC	21
Tabla 2.3 Tipos de ejecución de diferentes sistemas de canal caliente	30
Tabla 2.4 Elementos normalizados según norma DIN E16 750	35
Tabla 2.5 Aceros de cementación.....	37
Tabla 2.6 Aceros para bonificación	37
Tabla 2.7 Aceros para temple integral	38
Tabla 2.8 Aceros resistentes a la corrosión	39
Tabla 2.9 Datos antropométricos de la población laboral (INSHT).....	64
Tabla 3.1 Operacionalización variable independiente	74
Tabla 3.2 Operacionalización variable dependiente	75
Tabla 4.1 Características fundamentales para la selección del material a ser inyectado.	84
Tabla 4.2 Contracciones de algunas clases de plásticos	86
Tabla 4.3 Temperaturas de elaboración y del molde para algunas masas de inyección .	89
Tabla 4.4 Designación de materiales y tratamientos térmicos	98
Tabla 4.5 Especificaciones técnicas del centro de mecanizado	100
Tabla 4.6 Características técnicas de la Inyectora TRIULZI.....	102
Tabla 4.7 Parámetros dimensionales del asiento Bus-Tipo	104
Tabla 4.8 Propiedades Generales del Polipropileno	105
Tabla 4.9 Proceso de montaje del molde a inyección en la máquina	108
Tabla 4.10 Proceso de inyección del polímero.....	109
Tabla 4.11 Costos del molde de inyección.....	110
Tabla 4.12 Datos de los procesos de inyección en la producción del Bus-Tipo .	111
Tabla 4.13 Costo del producto inyectado.....	111
Tabla 4.14 Factores del proceso de moldeo a inyección.....	117
Tabla 4.15 Encuestas realizadas a empresas carroceras	119
Tabla 6.1 Elementos del asiento Bus-Tipo.....	130

Tabla 6.2 Partes molde espaldar - asiento.....	133
Tabla 6.3 Partes molde travesaño medio.....	135
Tabla 6.4 Partes molde travesaño superior e inferior	136
Tabla 6.5 Datos del material a mecanizar	140
Tabla 6.6 Datos de las herramientas (Anexo I)	141
Tabla 6.7 Proceso de mecanizado de los postizos del molde (Fresado)	152
Tabla 6.8 Costes del molde inyección	159
Tabla 6.9 Proceso de inyección del polímero.....	160
Tabla 6.10 Datos del proceso de inyección.....	161
Tabla 6.11 Costo del asiento	161

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

“ESTUDIO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN ASISTIDO POR SISTEMAS CAD/CAM Y CNC Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE ASIENTOS PLÁSTICOS PARA EL BUS TIPO EN LA EMPRESA FABRIAMERICANA DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Autor: Paúl Alejandro Barriga Chicaiza

Tutor: Ing. Mauricio Carrillo

Fecha: 10 de Enero del 2014

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación surge por la inexistencia de la producción local de asientos plásticos de buses de servicio urbano con la ayuda de sistemas CAD/CAM y CNC.

Es así que en el diseño de los moldes intervinieron factores como la ergonomía en la cual se basó para la obtención del perfil que proporcione el confort apropiado al pasajero, además se ajustaron parámetros antropométricos para las medidas del asiento, dichas medidas están basadas bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. La construcción de los moldes se rigió en la norma DIN E16 750 la cual normaliza los elementos que consta un molde de inyección, en el mecanizado de los moldes se requirió de software, máquinas y herramientas de tecnología adecuada que facilitaron el proceso de manufactura.

Tomando en cuenta los parámetros anteriores se obtuvo como resultado cuatro moldes constituidos por dos cavidades, los sistemas están dotados de postizos alojados en carros que permitirán dar forma a las partes plásticas, el enfriamiento se realizó por medio de agua, la inyección es de forma lateral y en otros de forma directa, el sistema de extracción de las piezas inyectadas es de forma mecánica, en donde se utilizó columnas inclinadas y resortes, el material a inyectarse es el polipropileno es así que se tomó en cuenta una contracción del 2%, estas son las características generales de los moldes construidos en el presente estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Estudio de un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC y su incidencia en la producción de asientos plásticos para el Bus Tipo en la empresa FABRIAMERICANA del cantón Ambato provincia de Tungurahua.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización del problema

El sector de moldes y matrices se incluye tradicionalmente en el mercado de herramientas, matrices y moldes industriales. Los moldes y matrices poseen características determinadas según el material que moldeen.

El factor principal de la industria de moldes y matrices actual es su naturaleza global. Caracterizado por el surgimiento de nuevos competidores en todo el mundo, el sector de fabricantes de moldes y matrices ha pasado en pocos años de una situación en la que Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón eran casi los únicos productores, a otra con múltiples países productores en la cual China, Taiwán y Corea del Sur figuran ya entre los 11 primeros productores del mundo. Para aquellos moldes y matrices que requieren tolerancias estrechas y alto nivel de ingeniería, la mayor parte de la fabricación continua localizada en Estados Unidos, Europa y Japón. Sin embargo, gran parte de los trabajos de matricería, simples y de pocas tolerancias, se han trasladado a los países en desarrollo, donde la mano de obra resulta económica y la tecnología es relativamente poco exigente. La tendencia actual indica que la producción se estabiliza o disminuye en los países tradicionales y aumenta en los emergentes.

Este hecho hace que el mercado de moldes mundial sea muy competitivo hoy en día puesto que la tecnología y las máquinas necesarias para fabricar moldes están disponibles en cualquier parte del mundo y esta tecnología se traslada fácilmente de un país a otro. Por lo tanto, el hecho de que un país tenga acceso en primera instancia a un cierto tipo de tecnología ya no supone un rasgo diferencial, pues ésta se traslada e implanta rápidamente en todos los mercados.

El sector moldista ecuatoriano ha experimentado cambios importantes en los últimos años. Ya que ha pasado de la situación no tan lejana donde los fabricantes únicamente fabricaban piezas que se adecuaban a los requerimientos del cliente, actualmente también participan ya en el diseño del producto. Para permanecer en el mercado y crecer frente a la competencia de los países desarrollados ha sido necesario adoptar una mentalidad que incidiera en el propio molde, en el diseño y materiales y en el proceso de fabricación.

En la actualidad las empresas han invertido mucho dinero para incorporar maquinaria, procesos y procedimientos avanzados y de una tecnología adecuada que tienden a dar respuesta a las crecientes demandas de elevada calidad y bajos tiempos de operación, los fabricantes de moldes han adoptado nuevas prácticas de gestión, innovación tecnológica e innovación en la organización. En consecuencia el mercado de moldes y matrices en el país va creciendo de una manera acelerada.

Tungurahua y en sí el cantón de Ambato por ser lugares donde el sector moldes y matrices ha tenido un crecimiento favorable para la economía del lugar, en las últimas décadas se han realizado esfuerzos importantes por parte de la industria, para ajustarse a las nuevas condiciones de la globalización. Aumentó la inversión productiva, se avanzó en la modernización de las empresas y se racionalizaron los costos; las políticas de apertura económica han motivado a los sectores productivos a cambiar completamente sus estrategias de trabajo centrando sus esfuerzos en mejorar la calidad de sus manufacturas, productividad y plazos de entrega para competir.

Por tal motivo los productores y fabricantes de accesorios para las carrocerías han hecho un gran esfuerzo para invertir en materia prima y maquinaria sofisticada

para la producción de accesorios plásticos y han optado por la automatización con bases en sistemas CNC (Control Numérico por Computadora) y CAD/CAM (Diseño y Manufactura Asistido por Computadora) que ayudan a la producción de cualquier tipo de moldes para la inyección de los accesorios estos pueden ser: tapas laterales, tapas posteriores, coderas, manillas, etc. y en lo que se enfocará el presente trabajo que es la producción de asientos plásticos para buses urbanos, tomando en cuenta que la producción de estas butacas plásticas es casi nula, porque no existe empresas que se dediquen a la fabricación de este tipo de asientos, por tal motivo es que la mayoría de los fabricantes que producen carrocerías de este tipo optan por consumir asientos importados que provienen de diferentes partes de Suramérica ya sea del Perú, Colombia o Brasil.

1.2.2 Análisis Crítico

En el mercado nacional no existe una producción local de butacas plásticas para buses de servicio urbano, tomando en cuenta esta consideración la empresa Fabriamericana ha visto la necesidad de empezar un estudio para el desarrollo de un molde estándar adecuado basados en sistemas CAD/CAM y CNC para una producción a gran escala de asientos plásticos Bus Tipo.

Para el desarrollo de este sistema se tomará en cuenta algunos aspectos de importancia primeramente un diseño innovador, económico sin dejar de lado la ergonomía de la butaca, para diseñar un sistema óptimo se debe recurrir a obtener parámetros y datos de otros asientos ya existentes en el mercado, una vez tomados estos datos se empieza el moldeo por medio de programas computarizados que ayudan a modelar piezas mecánicas, después de obtener el modelo requerido estos datos se transfieren a otro programa de simulación que asiste a la persona que modela en el mecanizado del sistema planteado, cabe recalcar que para la simulación se debe tomar en cuenta algunos aspectos de importancia como material, herramientas, procesos a realizarse en el mecanizado, etc.

Los materiales en los cuales se realizará el mecanizado deben presentar características adecuadas según el proceso de inyección que se emplee, se debe tomar en cuenta aspectos o factores de importancia a los cuales el material de

construcción del molde va a estar sometido como son temperatura, presión, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, etc.

Para la producción del sistema de moldeo del asiento plástico, una vez ya obtenido su diseño se realizará en un centro de mecanizado, máquinas que hoy en día está tomando auge en el sector productivo son máquinas automatizadas CNC (Control Numérico Computarizado) que son capaces de trabajar sin límite de tiempo, con este proceso de fabricación se producirá el sistema de manufactura planteado en un tiempo mínimo y se reducirá el costo de producción del sistema.

Una vez obtenidos los moldes para las diferentes partes que se utilizaran para el ensamble del asiento se iniciará la producción de las partes de la butaca plástica, esto conlleva antes de cualquier proceso en el que implica la fabricación de un nuevo producto un estudio de mercado para conocer la aceptación y posibles consumidores del producto, pero puesto que Fabriamericana es una empresa consolidada y líder en la producción de asientos de todo tipo a nivel provincial no tendrá problemas en introducir un nuevo asiento en su línea producción y distribución del nuevo producto.

1.2.3 Prognosis

Para que el producto tenga aceptación en el mercado la empresa donde se implantará el proyecto ha tomado mucho en cuenta muchos aspectos como la innovación del diseño, ergonomía y confort parámetros que son de suma importancia al momento que el carrocerero desee adquirir el producto ya que con estos aspectos se logrará la comodidad del usuario, si los recursos de producción se optimizan entonces el precio del nuevo producto tendería a bajar y así empezar con un nuevo mercado, resultado de esto se estimaría al productor de carrocerías de servicio urbano a consumir el nuevo asiento.

Al no dar solución al problema en primera instancia todo el sector carrocerero de la provincia y probablemente del país seguiría consumiendo butaca plástica importada con precios altos, tomando en cuenta que la importación de estas butacas es un tanto complicado ya que depende de una infinidad de papeles y no

cualquier productor de carrocerías o importador de accesorios plásticos puede acceder a estas importaciones, esto es un constante problema para la fabricación de este tipo de carrocerías.

Otro de los factores que influiría en la solución del problema es una futura alza de aranceles en los productos importados y en sí de los accesorios para carrocerías de servicio urbano esta situación afectaría de alguna forma a la economía de nuestra provincia ya que en Tungurahua está situado el mayor porcentaje del sector carrocerero y disminuiría la producción de carrocerías de servicio urbano y los más afectados serán los consumidores finales de autobuses si no se toma en cuenta la solución del presente problema.

1.2.4 Formulación del problema

La pregunta que guía la presente investigación es la siguiente:

¿Qué molde por inyección con bases en CAD/CAM y CNC es el adecuado para la producción de asientos plásticos Bus Tipo en la empresa Fabriamericana?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Qué parámetros ergonómicos y medidas antropométricas intervienen en el diseño de un asiento plástico de servicio urbano?

¿Cuál es el tipo de molde que se emplea en la fabricación de asientos plásticos de servicio urbano Bus-Tipo?

¿Qué clase de molde de inyección asistido por CAD/CAM y CNC ayudará a la fabricación de asientos plásticos?

1.2.6 Delimitación del problema

1.2.6.1 De contenido

El campo científico, el área y el aspecto en el que se ubica el problema es el siguiente:

- ✓ Sistemas CAD/CAM y CNC

- ✓ Diseño mecánico, Sistemas mecánicos
- ✓ Ingeniería Mecánica

1.2.6.2 Espacial

La presente investigación se realizará en el cantón Ambato provincia de Tungurahua provincia que se encuentra en el centro del país, en donde se acentúa la mayor parte del sector carroceros del país.

1.2.6.3 Temporal

Esta investigación se realizará en el periodo en el cual se culmine la fabricación de los moldes del asiento plástico.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La industria de los plásticos ha tenido un gran auge y desarrollo en la actualidad, encontrándose presente en todas las empresas, industrias, hogares y prácticamente en cualquier parte, así mismo presenta una infinidad de usos y formas según sea necesario.

La finalidad del presente proyecto surge por la inexistencia de una producción local de asientos plásticos bus tipo para buses de servicio urbano, pero no de la manera convencional que se encuentra el producto en el mercado que es un asiento plástico por moldeo soplado, sino de moldes de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC que permita la posterior producción de las diferentes partes para el ensamble del asiento plástico Bus-Tipo.

En la producción de los moldes de inyección se investigaran diversos procesos que intervendrán en la fabricación de los moldes del asiento Bus-Tipo como es el diseño, simulación de los procesos, selección de materiales, y mecanizado en donde se requiere de software, máquinas y herramientas de una adecuada tecnología que nos faciliten el proceso de manufactura del sistema.

Fabriamericana en donde se implantará el proyecto es una empresa reconocida en la fabricación de asientos de servicio interprovincial, tomando en cuenta este aspecto no será complicado la introducción del asiento plástico de servicio

urbano, es así que se empezaría a abrir un nuevo mercado en donde el sector carroceros consumiera un producto nuevo de calidad y fabricado en el país y por lo tanto los niveles de importación del asiento tendería a la baja.

Los recursos para el proyecto son significativos por ello todos los recursos deben optimizarse y manejarlos de una manera adecuada, esto daría como resultado una posible amortización de los recursos a un mediano y largo plazo, cabe recalcar que es un proyecto muy ambicioso de una alta factibilidad y de grandes resultados.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 Objetivo General

- Determinar un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC para la producción del asiento plástico Bus Tipo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- » Seleccionar un perfil ergonómico y las medidas antropométricas adecuadas para el diseño de los moldes del asiento plástico Bus-Tipo.
- » Investigar la clase de molde que se emplea en la fabricación de asientos plásticos de servicio urbano.
- » Seleccionar el tipo de molde de inyección que ayudará a la producción de asientos plásticos de servicio urbano Bus-Tipo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se tomó como base los resultados de estudios y declaraciones dadas por importantes instituciones y personalidades extranjeras ya que en el Ecuador existe escasa información acerca del tema es así que en primer lugar se ha tomado en cuenta a Colombia como un ejemplo ya que es también un país en vías de desarrollo, pero que en el sector de transformación de plástico y la producción de moldes y matrices nos lleva años de ventaja.

El estudio realizado por la Universidad EAFIT de Medellín en 2005, concluyó que la fabricación de moldes en es todavía muy pequeña, si se compara con los resultados de los diez principales países productores a nivel mundial. Sin embargo, el análisis también destacó el repunte y crecimiento de este proceso en el último lustro y enfatizó que uno de los aspectos más importantes de la industria nacional para mejorar su nivel competitivo, fue la incorporación de nueva tecnología. En efecto, el 50 por ciento de la maquinaria utilizada en 2005 para la manufactura de moldes se había adquirido antes de un año y la mayoría correspondía a tecnología CNC.

Otros resultados del estudio, fueron:

- El 62 por ciento de los materiales utilizados por los fabricantes de moldes son importados, debido a la calidad y garantías ofrecidos por los proveedores extranjeros.
- Más del 85 por ciento de las empresas cumplen todas las políticas de calidad interna, donde la verificación de éstas, se encuentran a cargo de personal integrado a un programa de reuniones sistemáticas.

- Más del 65 por ciento de las empresas cuentan con un departamento de diseño. La mayoría de ellas utiliza software especializado.
- Sólo el 20 por ciento de las fábricas en el medio tienen o conocen un software que les permite conocer un dato preciso del precio del molde.
- El 80 por ciento de las empresas manufactureras de moldes prestan servicio post-venta y mantenimiento de moldes.
- El 31 por ciento de las empresas usuarias de moldes no actualiza su maquinaria hace dos o tres años atrás; mientras que el 19 por ciento adquirió maquinaria nueva, por última vez, hace cuatro años.
- Aunque el 78 por ciento de las empresas dicen estar exportando moldes, el 22 por ciento restante dice no exportar por falta de contactos en el exterior y por los costos competitivos del mercado internacional”¹.

Los autores del estudio “Tools, Dies and Industrial Molds...” sostienen que “... en el Japón la transferencia de tecnología mediante actividades de formación o del traslado de los procesos de diseño y fabricación de moldes y matrices a empresas extranjeras ha contribuido a erosionar la industria local y ha ayudado a aumentarla capacidad y la competitividad de las empresas extranjeras. Sobre todo teniendo en cuenta que la industria local está formada por pequeñas empresas que no disponen de suficientes recursos financieros ni de conocimiento de marketing para competir en un mercado global”.

En línea con lo anterior no debería causar asombro que el Sr. Greg West, presidente de la empresa norteamericana West Tool que subcontrata fabricación de moldes a Asia, declarara: “Algunas personas pueden pensar que soy un traidor por hacer este negocio con Asia, pero pienso que soy realista. Uno puede quedarse quieto o hacer algo. Asia es una píldora amarga que no va a marcharse. Es mejor aprender a tratar con ella que ser eliminado por ella” (Plastics News Staff).

¹ Metal Actual. Mayo – Junio 2009. Tendencias - Fabricación de Moldes, Hacia el Mecanizado de Alta Velocidad – MAV. (Disponible en: <http://metalactual.com/revista/12/tendenciasmoldes.pdf>).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El sector carrocerero y en si el productor de autobuses de servicio urbano ha sufrido una problemática desde siempre por no existir una producción de butacas plásticas, se debe tomar en cuenta que la mayor parte de carrocerías que se produce son autobuses de servicio urbano y para esto se necesita asientos plásticos, es así que se proyecta el estudio acerca de moldes de inyección asistidos por lenguajes CAD/CAM y CNC para la producción de moldes y el posterior ensamble del asiento Bus-Tipo con un diseño que satisfaga los requerimientos y estándares del cliente.

Tomando en cuenta que el sector carrocerero de Tungurahua es uno de los más importantes del país ya que la mayor parte de la producción de autobuses se encuentra en esta provincia y específicamente la producción de buses de servicio urbano. Al momento de empezar el estudio planteado para la producción de butacas el proyecto beneficiara de una manera favorable al pequeño productor de este tipo de carrocerías ya que obtendrá este asiento plástico a un precio accesible, para tal diseño se necesitará la implementación de sistemas CAD/CAM (diseño y manufactura asistido por computadora) que hoy en día son herramientas que están diseñadas para automatizar funciones manuales y que ayudará de una manera significativa en el diseño, otras de la herramientas que se necesita para la construcción de los diferentes moldes son las máquinas sofisticadas o automatizadas conocidas como CNC (control numérico asistido por computadora) las cuales se encargara de la construcción del sistema de moldeo para la posterior inyección en plástico.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Normas a utilizarse en la presente investigación:

Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 03. Código de Dibujo Técnico-Mecánico.

Este código establece las disposiciones referentes a la representación en dibujos de piezas mecánicas y sus conjuntos.

El código resume las normas más recientes sobre dibujo técnico, particularmente las normas ISO, (International Organization for Standardization) y está en completa conformidad con éstas.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. Segunda versión. Vehículos Automotores. Bus Urbano. Requisitos.

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el bus urbano, de tal manera que proporcione un adecuado nivel de seguridad y comodidad al usuario.

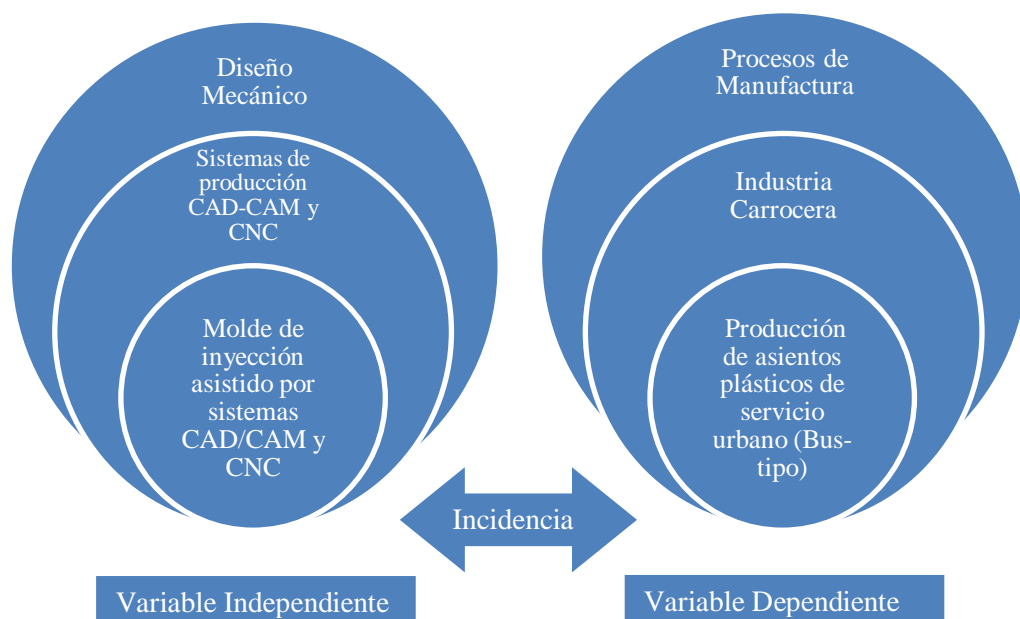
Esta norma se aplica para los vehículos diseñados y equipados para transporte público urbano.

Normas de Seguridad Industrial.

NTE INEN-OHSAS 18001 (Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos). Voluntaria. (Registro Oficial No. 212 del 11 de junio de 2010).

NTE INEN-OHSAS 18002 (Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Directrices para la implementación de INEN-OHSAS 18001:2010). Voluntaria. (Registro Oficial No. 212 del 11 de junio de 2010).

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.4.1 El diseño en ingeniería mecánica

2.4.1.1 Generalidades

Según Shigley², diseñar es formular un plan para la satisfacción de una necesidad específica o resolver un problema.

Dar una solución a un problema de diseño, es una prueba de que se ha entendido los principios científicos pertinentes, generalmente esto no basta, también se requiere de conocimientos empíricos y de un criterio de ingeniero. Por ejemplo, los hombres de ciencia no han aclarado todo acerca de la fatiga de los metales, pero los ingenieros mecánicos, usan lo que se entiende y está demostrado para el desarrollo y cálculo de los elementos de máquinas. Es lógico, que a medida que aumentan los conocimientos científicos, los ingenieros plantean mejores soluciones a los problemas prácticos. El ingeniero no es un científico, pero frente a un problema urgente y concreto, usa los conocimientos científicos, complementándolos con la información que tenga y su criterio profesional.

Según Tredgold³, gran colaborador en la resolución de engranajes cónicos, define ingeniería, como el arte de dirigir las vastas fuentes de poder de la naturaleza para el uso y la conveniencia del hombre. Esta es una definición que tiene más de 60 años, pero en ella se combinan dos palabras arte e ingeniería. Por supuesto que, la ingeniería es un arte, aunque parte, o gran parte de los problemas se presentan como un análisis. No obstante, hay funciones dentro del diseño que se deben realizar por normas o códigos, por la economía, por la seguridad y por consideraciones de responsabilidad legal del producto. Por lo que, la habilidad mayor del diseñador debe ser la adecuación al problema de diseño.

Muchos diseños mecánicos, no tienen éxito por causas que no se puedan probar matemáticamente, como por ejemplo la creatividad. Los problemas de diseño son por lo general, una combinación de la rigidez de la ciencia con la creatividad. Por

²Shigley Joseph, E. (1985). Diseño en Ingeniería Mecánica. Ed. Tercera edición en español. México. McGraw-Hill. Pág. 6 - 11

³Tredgold, Investigador y creador de método aproximado de resolución de engranajes cónicos.

lo tanto, se puede acordar con Tredgold, que la ingeniería es un arte, aunque parte de los problemas de ingeniería se prestan muy bien para el análisis.

Por lo tanto, el problema de diseño en ingeniería mecánica debe producir diseños seguros, prácticos y adecuados, tal como lo especifica la ASME⁴ en su Código de ética para ingenieros:

Los ingenieros deberán mantener la supremacía de la seguridad, la salud y el bienestar del público en la realización de sus deberes profesionales.

Los diseños razonablemente seguros, implican muchas restricciones, para asegurar que sus componentes sean lo suficientemente grandes, fuertes y resistentes, para soportar el estado de carga a que son sometidos. Además, los productos que no desempeñen bien sus funciones no tendrán éxito, los que son demasiado caros, no tendrán aceptación en el mercado competitivo. La economía va de la mano de la funcionalidad y siempre son preocupaciones de importancia, por lo que, un buen diseño significa un diseño seguro, económico y funcional.

2.4.2 Sistemas de producción CAD/CAM y CNC

2.4.2.1 Sistemas CAD (Diseño asistido por computadora)

Los sistemas CAD así como su nombre lo indica son software especializados en el dibujo y diseño de una forma profesional y altamente confiable, todo esto mediante herramientas virtuales que proporcionan una precisión milimétrica. Su uso está destinado a trabajos de ingeniería, arquitectura y cualquier otra función donde se requiera un sistema de diseño rápido, eficaz y confiable.

Gran cantidad de sistemas CAD proporcionan ambientes de trabajo en 2 y 3 dimensiones, además implementa simulaciones virtuales de carga, tensión, presión, deformación, impacto, etc. sobre los elementos diseñados para mejorar las características funcionales del objeto a diseñar.

⁴ ASME Normas (American Society of Mechanical Engineers)

2.4.2.2 Sistemas CAM (Manufactura asistida por computadora)

Los sistemas CAM proporcionan un ambiente virtual de trabajo para ayudar en todas las fases de la manufactura de un producto. Estos software permite la fabricación virtual de piezas diseñadas según nuestras necesidades.

Estos sistemas permiten una simulación de fabricación ya sea fresado, torneado o taladrado, con los cual es posible la selección de herramientas, el cambio en la trayectoria de la herramientas para evitar colisiones, con prensas soportes u otros objetos, velocidad de maquinado y lo más importante es que permite la detección de errores durante el proceso de fabricación lo cual implicaría daños en el equipo, en la pieza a fabricar y posibles riesgos para el operador.

Por lo general, los equipos CAM conllevan la eliminación de los errores del operador y la reducción de los costes de mano de obra. Sin embargo, la precisión constante y el uso óptimo previsto del equipo representan ventajas aún mayores. Por ejemplo, las cuchillas herramientas de corte se desgastarán más lentamente y se estropearían con menos frecuencia, lo que reduciría todavía más los costes de fabricación. Frente a este ahorro pueden aducirse los mayores costes de bienes de capital o las posibles implicaciones sociales de mantener la productividad con una reducción de la fuerza de trabajo.

2.4.2.3 Relación CAD/CAM

Debido a sus ventajas, se suele combinar el diseño y la fabricación asistidos por computadora en los sistemas CAD/CAM. Esta combinación permite la transferencia de información desde la etapa de diseño a la etapa de planificación para la fabricación de un producto, sin necesidad de volver a capturar manualmente los datos geométricos dela pieza. La base de datos que se desarrolla durante el CAD es procesada por el CAM, para obtener los datos y las instrucciones necesarias para operar y controlar la maquinária de producción, el equipo de manejo de materiales y las pruebas e inspecciones automatizadas para establecer la calidad del producto.

El surgimiento del CAD/CAM ha tenido un gran impacto en la manufactura al normalizar el desarrollo de los productos y reducir los esfuerzos en el diseño, pruebas y trabajo con prototipos. Esto ha hecho posible reducir los costos de forma importante, y mejorar la productividad.

Ejemplos de aplicaciones, características y funciones CAD/CAM:

- Control de calidad e inspección
- Diseño de moldes para fundición
- Datos para operaciones de trabajo de metales
- Diseño de herramientas, sopones, y electrodos para electroerosión.
- Control de calidad e inspección.
- Planeación y calendarización de proceso.
- Proporcionar modelos, prototipos, planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto.
- Producen pre visualizaciones foto realistas animadas del elemento diseñado.
- Simulación de procesos de fabricación
- Simulaciones de carga, tensión impacto movimiento, etc. sobre los objetos diseñados, etc.

2.4.2.4 Sistemas CNC (Control numérico por computadora)

Una vez realizado el diseño y la simulación del maquinado de la pieza a producir en los sistemas CAD/CAM se llevara a cabo la fabricación en máquinas CNC, ya que sobre la base de esta combinación es posible generar la mayoría (si no son todas) las piezas de la industria.

CNC es el lenguaje de programación en base a instrucciones, coordenadas y códigos numéricos almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación.

2.4.2.5 Relación CNC – CAD/CAM

Este Control Numérico por Computadora (CNC) se obtiene ya sea de forma manual por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario que tenga

conocimiento del lenguaje de programación CNC, o de forma automática. En este caso, los cálculos y la conversión al lenguaje CNC los realizan los sistemas CAD/CAM, que suministra en su salida el programa de la pieza en lenguaje máquina. Por esta razón recibe el nombre de fabricación asistida por computadora.

En resumen una vez realizado el diseño y la simulación de maquinado de una pieza según nuestras especificaciones los software tipo CAD/CAM convertirán los datos que hemos suministrados para el diseño y fabricación de nuestra pieza a lenguaje máquina en este caso CNC, el cual es interpretado por dispositivos con sistemas CNC.

2.4.2.6 Ventajas y desventajas del CNC

Algunas **ventajas** que presentan la aplicación de las máquinas herramientas con control numérico:

1. Reducción de los tiempos de ciclos operacionales: las causas principales de la reducción al mínimo de los tiempos superfluos son:
 - Trayectorias y velocidades más ajustadas que en las máquinas convencionales.
 - Menor revisión constante de planos y hojas de instrucciones.
 - Menor verificación de medidas entre operaciones.
2. Ahorro de herramientas y utillajes: Por la utilización de herramientas más universales; y en cuanto a utillaje por el menor número de operaciones en máquinas distintas.
3. Reducción del porcentaje de piezas defectuosas.
4. Reducción del tiempo de cambio de las piezas.
5. Reducción del tamaño del lote.
6. Reducción del tiempo de inspección: ya que la probabilidad de que se produzcan piezas defectuosas dentro de una serie es menor y se puede evitarse inspecciones intermedias entre ciclos.

Como **desventajas** se pueden indicar las siguientes:

- a. Necesidad de realizar un programa previo al mecanizado de la primera pieza.

- b. Coste elevado de herramientas y accesorios
- c. Conveniencia de tener una gran ocupación para la máquina debido a su alto costo.

2.4.2.7 Elementos básicos de una Máquina – Herramienta CNC

Los elementos constitutivos y que conforman la base de un CNC para toda máquina herramienta son:

- a) **El programa de instrucciones**, que consta de una serie de sentencias ejecutadas paso a paso que directamente dirigen el equipo de procesado. El programa se escribe en un lenguaje especial (código).
- b) **El control numérico (CN)**, es la unidad que debe interpretar las instrucciones contenidas en el programa, convertirlas en señales que accionen los dispositivos de las máquinas y comprobar su resultado.
- c) **El equipo de procesamiento**, es el componente que realiza el trabajo útil, y lo forman la mesa de trabajo, las máquinas herramienta, el sistema de cambio de herramienta y pieza, así como los motores y mecanismos de posicionamiento para ubicarlas.
- d) **Sistemas de cambio de herramientas y de piezas**, es la línea que proporciona a la máquina el mayor grado de automatismo, se hace necesario incluir algún sistema que permita reducir al mínimo los tiempos en los que no está mecanizando. Entre los sistemas utilizados se encuentran los de cambio automático de herramientas y de piezas.
- e) **Mecanismos de posicionamiento**, tienen como objeto conducir los dispositivos móviles (carros, husillos, etc.) automáticamente a una posición determinada según una trayectoria especificada con unas condiciones adecuadas de precisión, velocidad y aceleración. Los componentes básicos de los mecanismos de posicionamiento son los accionadores y el propio sistema de control de posicionamiento. Por accionadores se entienden aquellos dispositivos que permiten realizar algún movimiento (motores, válvulas, etc.), incluyendo todos los dispositivos asociados de regulación y amplificación de la señal de mando.

- f) **Unidad de enlace con la máquina**, que es por donde está enlazado la máquina-herramienta a través de los órganos de mando y control sobre los motores que accionan los órganos móviles (husillos de los carros y mesas) para que su movimiento se ajuste a lo programado.
- g) **CPU (Unidad Central de Proceso) o microprocesador** es el encargado del control de los elementos que componen la máquina en función del programa que ejecuta. Básicamente, accede a las instrucciones del programa, las decodifica y ejecuta las acciones especificadas, además de calcular todas las operaciones aritmético-lógicas que precise.
- h) **Visualizadores de datos**, que son monitores que permiten que el operador controle la marcha de la programación o del proceso de mecanizado, además de conocer el estado de la máquina a través de los mensajes que aparecen en el mismo.

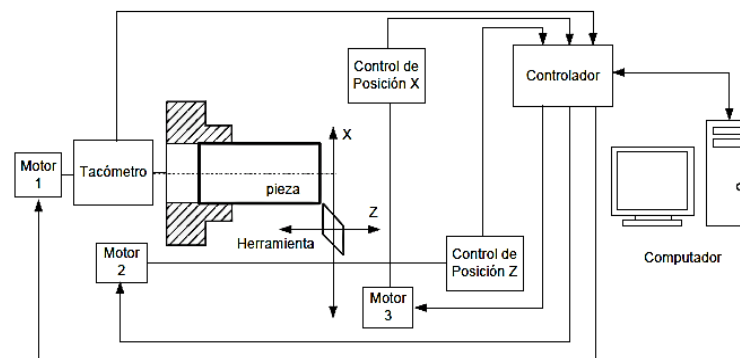


Figura 2.1 Elementos básicos de una máquina CNC

Fuente: [7] LARREA, M. A. (2010). Pág. 19

2.4.2.8 Tipos de Controladores

Dentro del mundo de los Controladores CNC existen firmas que lideran, bajo especificaciones técnicas sus propios controladores, podemos mencionar alguno de ellos:

FANUC, SIMUMERIK, MITSUBISHI, GSK, HNC, KND, WA, SKY, HAAS, GREAT, RENHE, FAGOR, DASEN.

2.4.2.9 Clasificación de los Controles Numéricos

Debido a las diferencias que existen entre las máquinas que pueden ser gobernadas por un CN, a las dificultades técnicas en el diseño de los controladores y a condiciones tipo económico, en el mercado existen diversos tipos de CN que pueden clasificarse:

- a) Según el sistema de referencia
- b) Según el control de las trayectorias
- c) Según el tipo de accionamiento
- d) Según el bucle de control
- e) Según la tecnología de control

2.4.2.10 Lenguaje de programación CNC

El lenguaje de programación de un sistema de control determina las reglas con las que deberán construirse los bloques de programa en un programa CN-CNC.

Las bases del lenguaje de programación usado en sistemas de control CNC están estandarizadas internacionalmente. La norma DIN 66025 "Desarrollo de programas para máquinas de control numérico" coincide en contenido con el estándar internacional ISO/DIS 6983 y ISO/DP 6983 "Control numérico de máquinas".

2.4.2.11 Programación de CNC con códigos G y M

La programación nativa de la mayoría de las máquinas de Control Numérico Computarizado se efectúa mediante un lenguaje de bajo nivel llamado G y M.

Se trata de un lenguaje de programación vectorial mediante el que se describen acciones simples y entidades geométricas sencillas (básicamente segmentos de recta y arcos de circunferencia) junto con sus parámetros de maquinado (velocidades de husillo y de avance de herramienta). El nombre G y M viene del hecho de que el programa está constituido por instrucciones Generales y Misceláneas. A pesar de tratarse de un lenguaje de programación muy básico y rudimentario para los tiempos actuales, lo robusto de su comportamiento y su

estandarización hacen funcionar máquinas de CNC a nivel mundial. A modo de ejemplo, presentamos algunos de los códigos de programación más utilizados en tornos y fresadoras de CNC. Según el fabricante algunos de los códigos pueden ser distintos a los citados a continuación:

Tabla 2.1 Lista de Códigos G CNC	
Comando	Descripción
G00	Posicionamiento rápido
G01	Interpolación lineal
G17	Selección del plano X – Y
G21	Comienzo de uso de unidades métricas
G28	Volver al home de la máquina
G40	Anulación de compensación de radio
G43	Compensación de longitud
G49	Anulación de compensación longitudinal del cortador
G80	Anulación de ciclos fijos
G90	Uso de coordenadas absolutas
G91	Uso de coordenadas incrementales
Fuente: Norma DIN 66024 - 66025. (1972). Desarrollo de programas para máquinas de control numérico. Pág. 3	

Nota: No todos los códigos G se aplican a cada máquina.

Tabla 2.2 Lista Códigos M CNC	
Comando	Descripción
M03	Giro del husillo en sentido horario
M05	Parada del husillo
M08	Encendido del refrigerante
M09	Apagado del refrigerante
M25	Herramental en ejecución
M30	Fin del programa y regreso al inicio del mismo
Fuente: Norma DIN 66024 - 66025. (1972). Desarrollo de programas para máquinas de control numérico. Pág. 3	

Nota: Sólo un código M puede programarse dentro de cada bloque. Si más de un código M se programa, el controlador de la máquina realizará sólo el último código M declarado.

2.4.2.12 CNC en el Ecuador

A pesar de que en el Ecuador no existen antecedentes precisos acerca del tema, es importante destacar que se han hecho esfuerzos parte de empresas privadas para la introducción de máquinas CNC al mercado, así como compañías o talleres que las adquieren mediante importación para mejorar sustancialmente sus procesos y trabajos a su vez la capacitación de operadores calificados para las mismas.

En Ecuador la parte en que más se desarrolla procesos CNC es en la zona de la serranía como son Cuenca, Ambato y Quito. En Latinoamérica y otros países varias son las experiencias y los resultados que se tiene al respecto, como el caso de Argentina, México, Colombia y España por nombrar a los hispanohablantes, donde el CNC tiene su mayor desarrollo.

2.4.3 Sistemas de moldeo por inyección

Un gran número de moldes de inyección se diferencian entre sí por su construcción totalmente diferente, la cual se realizada tomando en consideración los puntos marcados en la figura 2.2.

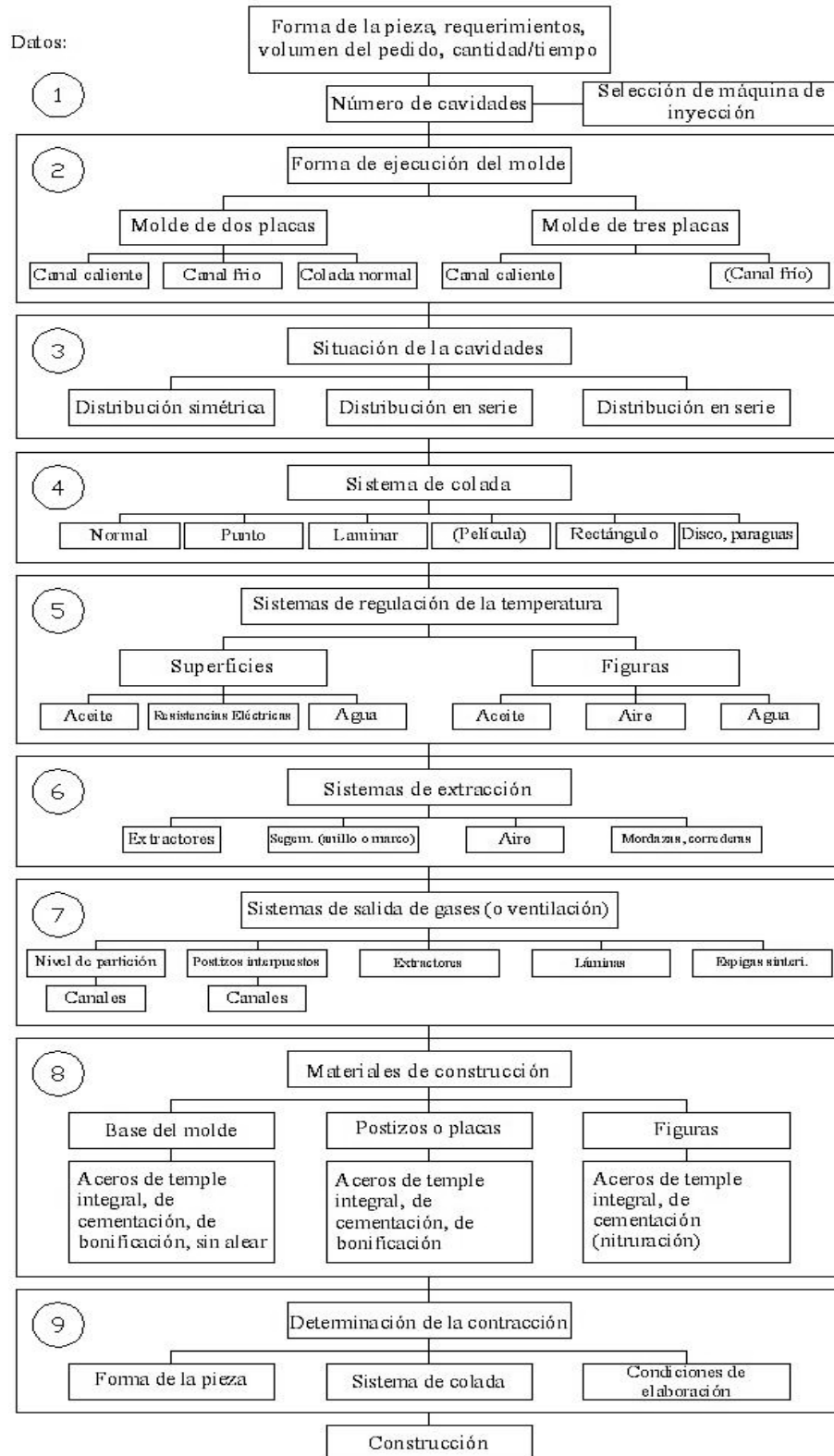


Figura 2.2 Esquema para la construcción metódica y planificada de moldes de inyección de plástico

Fuente: [5] Gastrow, Hans. (1998). Pág. 1.

La clasificación de moldes de inyección se rige lógicamente por las características de construcción y función. Estas son:

- El tipo de colada y separación,
- El tipo de expulsión de las piezas inyectadas,
- La existencia o no de contrasalidas exteriores en la pieza a inyectar,
- El tipo de desmolde.

Solo cuando se ha determinado la pieza a inyectar y todas las exigencias que influyen en el diseño de un molde, se puede ejecutar la construcción de este.

2.4.3.1 Clasificación de moldes de inyección

La norma DIN E 16 750 “Moldes de inyección para materiales plásticos” contiene una división de los moldes según el siguiente esquema:

- Moldes estándar (molde de dos placas),
- Molde de mordazas (molde de correderas),
- Molde de extracción por segmentos,
- Molde de tres placas,
- Molde de pisos (molde sándwich),
- Molde de canal caliente.

Análogamente a los moldes de canal caliente para la inyección de materiales termoplásticos existen moldes de canal frío para la inyección sin colada de materiales termoestables.

Los moldes de inyección se fabrican generalmente con aceros para herramientas. En función de los materiales a inyectar se ha de seleccionar cuidadosamente el material a utilizar. Las exigencias respecto a estos aceros son, entre otras:

- Alta resistencia al desgaste
- Alta resistencia a la corrosión
- Alta fiabilidad de las cotas.

2.4.3.2 Clasificación de coladas y entradas

Sistemas de colada fría

Según DIN 24 250 se diferencia entre:

- Colada, como componente de la pieza inyectada, pero que no forma parte de la pieza propiamente dicha.
- Canal de colada, definido desde el punto de introducción de la masa plastificada en el molde hasta la entrada.
- Entrada, como sección del canal de colada en el punto donde se une con la cavidad del molde.

El camino del material hasta la cavidad debería ser lo más corto posible para, entre otras cosas, minimizar las pérdidas de presión y de calor. El tipo de ejecución y la situación de la colada/sección de entrada tienen mucha importancia respecto a:

- Fabricación económica,
- Propiedades de las piezas inyectadas,
- Tolerancias,
- Uniones,
- Tensiones propias del material, etc.

Tipos de sistemas de coladas y entradas frías más usuales

Colada cónica, con o sin barra (Fig. 2.3)

Se aplica por lo general para piezas de espesores de pared relativamente grueso, y también para la transformación de materiales de elevada viscosidad en condiciones térmicamente desfavorables. La barra ha de separarse después del desmoldeo de la pieza.

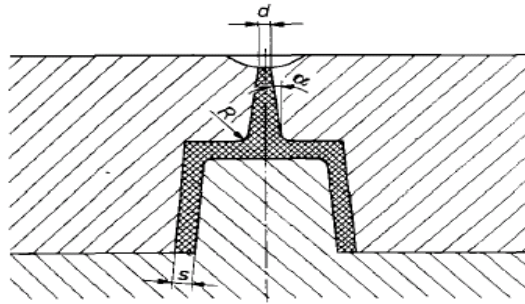


Figura 2.3 Colada cónica

cónica α = ángulo de desmoldeo, s = espesor de pared, d = colada cónica (diámetro), $d \geq s$, $d \geq 0.5$

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Entrada puntiforme o capilar (Fig. 2.4)

La colada de sección puntiforme se separa de forma automática. Si molestan los pequeños restos de esta sección, “d” puede tener la forma de una pequeña cavidad lenticular en la superficie de la propia pieza. Para la expulsión automática de una colada cónica con sección puntiforme se utilizan las boquillas neumáticas de uso general.

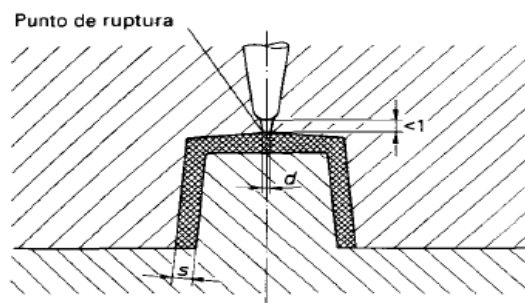


Figura 2.4 Entrada puntiforme

$$d \leq \frac{2}{3} s$$

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Colada de paraguas (Fig. 2.5)

Es adecuada para la fabricación, de cojinetes de fricción con una precisión de redondez elevada, evitando además al máximo la existencia de líneas de unión. Las desventajas son el apoyo unilateral del noyó central y la necesidad de operaciones de mecanizado para eliminar la colada.

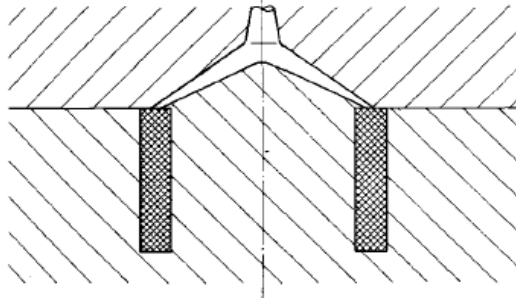


Figura 2.5 Colada de paraguas

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Colada de disco (Fig. 2.6)

Aquí se unen preferentemente piezas cilíndricas por el interior, sin líneas de unión residuales. En el caso de material fibroso de refuerzo (por ejemplo fibras de vidrio), la colada de disco puede favorecer la tendencia a la contracción. La colada se elimina después del moldeo.

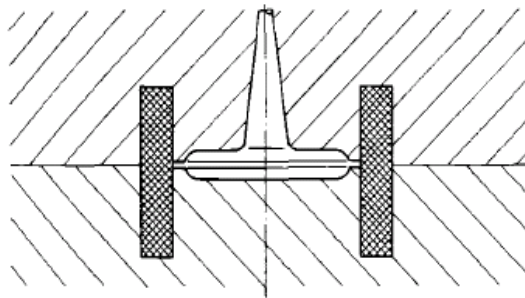


Figura 2.6 Colada de disco

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Entrada laminar o de cinta (Fig. 2.7)

Para fabricar piezas planas con un mínimo de contracción y de tensión es aconsejable la entrada en forma de cinta. Con una anchura igual a la de la pieza, este tipo de entrada origina una distribución del frente de la colada. Un cierto adelantamiento del material líquido en el sector de la colada de la barra se puede compensar con la corrección de la sección de entrada. Pero en casos de moldes sencillos la entrada está situada fuera del eje de gravedad de la pieza, lo que puede conducir a un desgaste del molde y formación de cascarilla. La lámina de entrada es cizallada generalmente, por lo que no impide una fabricación automática.

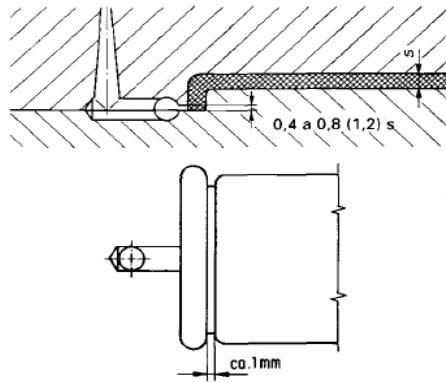


Figura 2.7 Entrada de cinta preferentemente para piezas de gran superficie

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Entrada de túnel o submarina (Fig. 2.8)

Según la disposición, la entrada es separada de la colada al abrir el molde o por medio de una arista cortante en el momento de expulsar la pieza. La entrada del túnel es adecuada para la inyección lateral de las piezas. Sin tener en cuenta los posibles problemas por obturación precoz, la entrada del túnel permita secciones muy pequeñas, y con ello se consiguen marcas residuales casi invisibles sobre la pieza.

Cuando se inyectan materiales abrasivos, la arista de corte está sometida a un mayor desgaste, lo cual conduce a problemas de separación de la colada. Los canales de distribución se han de construir de la forma más recta posible, evitando cualquier recodo innecesario, para conseguir que, independientemente de la situación, las cavidades de un molde múltiple se llenen de forma simultánea y homogénea (suponiendo que las cavidades son idénticas) y que las cavidades dispongan de un mismo tiempo de conformación.

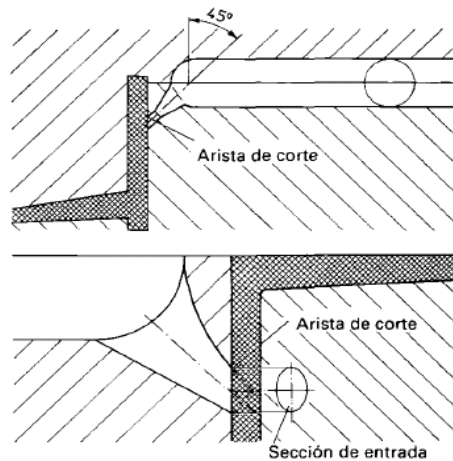


Figura 2.8 Entrada de túnel (o submarina)
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 3

Los canales de distribución se han de construir de la forma más recta posible, evitando cualquier recodo innecesario, para conseguir que, independientemente de la situación, las cavidades de un molde múltiple se llenen de forma simultánea y homogénea (suponiendo que las cavidades son idénticas) y que las cavidades dispongan de un mismo tiempo de conformación.

Los canales de distribución se han de construir de la forma más recta posible, evitando cualquier recodo innecesario, para conseguir que, independientemente de la situación, las cavidades de un molde múltiple se llenen de forma simultánea y homogénea y que las cavidades dispongan de un mismo tiempo de conformación.

Distribución en forma de anillo o estrella (Fig. 2.9)

Ofrecen la ventaja de distancias iguales y cortas. Pero están en desventaja cuando, por ejemplo, se han de construir correderas.

Distribuciones en serie (Fig. 2.10)

Aquí se ofrecen las distribuciones en serie (Fig. 2.10A), Con la desventaja que las distancias son desiguales. Pero esta desventaja se puede compensar ampliamente con un equilibrado artificial, por ejemplo con un análisis de diámetros. En este análisis se varían los diámetros de los canales pero no las secciones de las entradas correspondientes. La figura 2.10B muestra un distribuidor en serie con equilibrado natural. Pero por lo general esta disposición muestra una relación

relativamente desproporcionada del volumen de la pieza respecto al volumen de los canales de distribución.

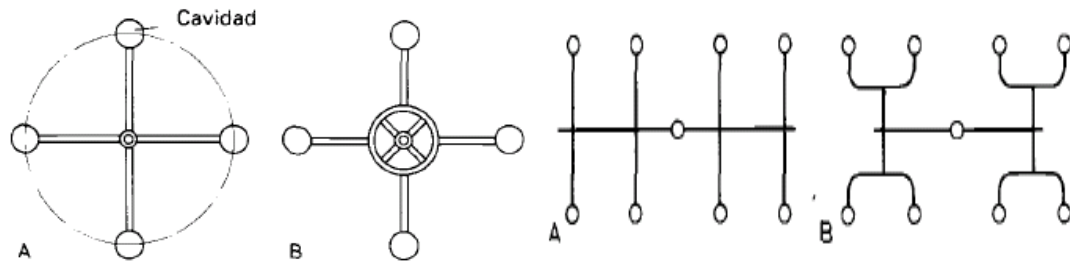


Figura 2.9 Distribuidor en estrella (A) y **Figura 2.10** A: Longitud de colada desigual. B: distribuidor en anillo (B) Longitud de colada constante

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 4

2.4.3.3 Moldes de canal caliente

Los sistemas de canal caliente se utilizan para la inyección (sin colada) de piezas termoplásticas. Pero también se puede aplicar como canal caliente parcial, o sea, con sub-distribuidores, aprovechando las ventajas de estos. Con una ejecución correcta, los sistemas de canal caliente presentan una menor pérdida de presión respecto a moldes comparables con sistemas de distribuciones de solidificación. De esta forma con sistemas de canal caliente se pueden inyectar piezas extremadamente grandes.

Los principios de construcción de los distintos sistemas de canal caliente pueden ser muy diferentes. Esto es válido tanto para el bloque de distribución como para las boquillas de canal caliente (bebederos), cuyo tipo y forma son de gran importancia según las propiedades de las piezas a inyectar (tabla 2.3).

Tabla 2.3 Tipos de ejecución de diferentes sistemas de canal caliente	
Elementos*	Tipo de ejecución
Bloqueo de distribución de canal caliente	Calentamiento exterior Calentamiento interior
Boquillas de canal caliente	Calentamiento exterior directo Calentamiento exterior indirecto Calentamiento interior directo Calentamiento interior indirecto Calentamiento interior y externo
Tipo de boquilla de canal caliente	Boquillas abiertas con o sin punta conductora de calor (torpedo). Punta conductora de calor (torpedo) Cierre de aguja neumática o hidráulica
<i>* Denominación según DIN E 16 750, edición julio 1988</i>	
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9	

El molde ha de estar preparado para materiales con propiedades corrosivas y/o abrasivas. También se ha de tener en cuenta, por ejemplo, la incompatibilidad del contacto del material con el cobre y sus aleaciones, debido a que puede conducir a síntomas de descomposición catalítica. Debido a su mejor comportamiento térmico, se deberían preferir los sistemas de canal caliente con regulación de temperatura continua en lugar de los de temperatura programada.

Un sistema óptimo de canal caliente ha de permitir un cambio de material en el menor tiempo posible (cambio de color), ya que el material que no se encuentre en su punto óptimo puede limitar las propiedades de la pieza. Las boquillas de canal caliente abiertas favorecen el (goteo). Después de abrir el molde, el material puede expandirse a través de la entrada hacia la cavidad y formar un tapón frío que en la siguiente pieza no será licuado necesariamente. En casos extremos, este tapón puede obstruir seriamente la entrada.

Con ayuda de una descompresión del husillo de la máquina (retroceso del husillo antes de abrir el molde), que es posible en todas las máquinas de inyección de tecnología actual, o también con ayuda de una cámara de succión del material en el bebedero, se puede solucionar este problema. Pero la descompresión siempre ha de realizarse en el límite inferior, para evitar de forma segura la aspiración de aire atmosférico en la colada, canal de colada o en la sección de entrada (evitar el efecto diesel). Aunque la técnica del canal caliente ha alcanzado unas cotas de tecnología elevadas, el usuario ha de tener siempre en cuenta que se requiere un costo mayor de mantenimiento debido al personal especialmente cualificado.

2.4.3.4 Sistemas de canal frío

Análogamente a la denominada elaboración (sin colada) de materiales termoplásticos, también se pueden elaborar termoestables y elastómeros en moldes de canal frío sin mazarota. Esto es muy importante debido a que, por lo general, las mazarotas no se pueden regranular. Un canal frío ha de cumplir la finalidad de mantener los termoestables o elastómeros a un nivel de temperatura que se evite la solidificación. De esta forma, las exigencias respecto a un sistema de canal frío son muy elevadas: el gradiente de temperatura en el sistema ha de ser lo más pequeño posible y el aislamiento térmico del molde y del canal frío ha de ser óptimo para evitar con seguridad la solidificación del material. Si a pesar de ello surgen problemas en la aplicación, el molde se ha de construir de forma que estos puedan ser eliminados con el mínimo costo.

2.4.3.5 Control de temperatura en los moldes de inyección

Según el tipo de plástico a inyectar, el molde se ha de calentar o enfriar. Esta finalidad la cumple el control de temperatura del molde. Para la transmisión térmica se utiliza normalmente agua o aceite, mientras que en el caso de termoestables se utiliza también un calentamiento del molde con resistencias eléctricas. Un control de temperatura óptimo es de máxima importancia. Tiene influencia directa sobre la calidad y el aprovechamiento de las piezas inyectadas. El tipo y la ejecución del ajuste de la temperatura influye en:

- La deformación de las piezas. Valido sobre todo para materiales parcialmente cristalinos,
- El nivel de tensiones propias en la pieza inyectada y su fragilidad. En caso de termoplásticos amorfos puede aumentar la formación de grietas por tensión.
- El tiempo de enfriamiento y el tiempo del ciclo.

2.4.3.6 Tipos de expulsores y desmoldeos

Como consecuencia de la contracción durante la inyección, las piezas inyectadas se contraen sobre los machos del molde (esto no es necesariamente valido para materiales termoestables). Para su desmoldeo se aplican diferentes tipos de expulsores:

- Pasadores cilíndricos de expulsión,
- Casquillos de expulsión,
- Placas de extracción, regletas de expulsión, anillos de expulsión,
- Mordazas correderas,
- Separadores por aire comprimido,
- Extractores de plato o de tipo seta.

El tipo de extractor está en función de la forma de la pieza a inyectar. La presión superficial de la pieza a expulsar debe ser lo menor posible para evitar deformaciones.

Normalmente, los machos, y también los dispositivos de extracción, están situados en la parte móvil de la máquina de inyección. En algunos casos especiales puede ser conveniente situar los machos (en el lado de inyección) en la parte fija de la máquina. En este caso se requieren dispositivos especiales de extracción. Para el desmoldeo de contrasalidas se requieren por lo general correderas. Las contrasalidas o negativas interiores se pueden realizar por mordazas o correderas interiores o con machos plegables. Las roscas se pueden desmoldar con:

- Mordazas,
- Machos intercambiables,

- Machos plegables,
- Machos roscados, etc.

Se ha de tener en cuenta que la temperatura de desmoldeo es muy superior a la temperatura ambiente, y que la rigidez del material es proporcionalmente baja. Ni la aplicación de las fuerzas de desmoldeo debe producir un alargamiento de la pieza ni el expulsor debe marcarla.

Los extractores no sirven solo para el desmoldeo, sino también para la evacuación de los gases de la cavidad. Una salida defectuosa de la cavidad puede tener las siguientes consecuencias:

- Llenado parcial de la cavidad
- Unión defectuosa de frentes de material
- El denominado efecto diesel, o sea, daños térmicos de la pieza (quemado).

Los problemas de las salidas de los gases surgen sobre todo a mayor distancia de la colada.

2.4.3.7 Tipos de contrasalidas

El desmoldeo de piezas con contrasalidas requiere generalmente medidas técnicas constructivas en el molde, como, por ejemplo, una apertura del molde en varios niveles. Las aperturas adicionales se logran con correderas y mordazas. Los moldes con correderas pueden desmoldar contrasalidas exteriores con ayuda de:

- Columnas inclinadas,
- Correderas de curva,
- Accionamientos neumáticos o hidráulicos.

El desmoldeo de contrasalidas interiores se puede realizar con:

- Correderas inclinadas,
- Machos divididos, que son fijados o desbloqueados por el efecto cuña,
- Machos plegables, que en su estado destensado tienen medidas inferiores a las que poseen en estado abierto.

Si no es posible un desmoldeo de las rocas por medio de mordazas o correderas, o bien si la rebaba de partición molesta, se utilizan útiles de extracción por tornillo.

Se aplican:

- Machos de recambio, que son extraídos del molde,
- Machos o casquillos roscados que, por medio de la rotación durante el proceso de desmoldeo, dejan libres las roscas en la pieza inyectada. Su accionamiento se realiza por el movimiento de apertura del molde (husillos de rosca, cremalleras) o por medio de unidades de desenroscado especiales.

2.4.3.8 Elementos normalizados en la construcción de moldes

Para conseguir una fabricación racional de moldes de inyección de plástico se pueden aplicar una larga serie de elementos normalizados con un elevado grado de prefabricación. A ellos pertenecen elementos intercambiables como:

- Placas del molde,
- Bloque de canal caliente,
- Insertos,
- Boquillas de canal caliente,
- Elementos de guía y de centrado,
- Elementos de calentamiento,
- Casquillos y extractores cilíndricos,
- Cilindros de accionamiento.
- Sistemas de fijación rápida,

Según las necesidades, estos elementos se pueden suministrar en diferentes materiales.

2.4.3.9 Estado actual de la normalización

Accesorios normalizados

El desarrollo progresivo de moldes para la fabricación de piezas de inyección de plástico ha de reflejar también en la normalización. Según la norma DIN E16 750, julio 1988, están normalizados los siguientes accesorios para moldes:

Tabla 2.4 Elementos normalizados según norma DIN E16 750	
Denominación	Norma DIN
Columna guía	9825, parte 1
Bebederos	16752, parte1
Casquillo de sujeción colada	16757
Casquillo de extracción con cabeza cilíndrica	16756
Pasadores de extracción con cabeza cilíndrica	1530, parte 1
Pasadores de extracción con cabeza cilíndrica y vástago reducido	1530, parte 2
Pasadores de extracción con cabeza cónica	1530, parte 3
Cuadrado o (extractores planos) laminares	1530, parte 4
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9	

2.4.3.10 Selección de los materiales para la fabricación de moldes

Aspectos generales

Con el objetivo de conseguir la máxima utilidad es necesario que los materiales usados en la fabricación de moldes tengan las siguientes propiedades:

- a) **Alta resistencia al desgaste:** Para aumentar la rigidez de las piezas inyectadas, estas se refuerzan con fibras de vidrio, materiales minerales, etc., a gran escala. Estos, así como los pigmentos de color, son altamente abrasivos. Por lo tanto, es de gran importancia la elección del material y/o del recubrimiento de las superficies.
- b) **Alta resistencia a la corrosión:** Los componentes agresivos como, por ejemplo, los equipamientos protectores contra el fuego, o el mismo material pueden originar agresiones químicas a las superficies del molde. Junto con los materiales de relleno y de refuerzo con efectos abrasivos pueden surgir daños acumulativos del molde. Es aconsejable utilizar aceros de alta resistencia a la

corrosión o con recubrimientos de las superficies (por ejemplo, cromado múltiple).

- c) **Alta estabilidad de medidas:** La inyección, por ejemplo, de plásticos de elevada resistencia térmica exige temperaturas internas de la pared del molde de hasta 250°C. Esto presupone una cierta aplicación de aceros con una elevada temperatura de revenido. Si no se tiene en cuenta esta exigencia, se puede producir, en función de la temperatura, un cambio de la estructura del molde, y con ello un cambio de las medidas del mismo.
- d) **Buena conductividad térmica:** En el caso de inyectar termoplásticos parcialmente cristalinos, la conductividad térmica en el molde adquiere gran importancia. Para influenciar adecuadamente la conducción del calor, se pueden utilizar aceros de diferente aleación.

2.4.3.11 Aceros para moldes

La rigidez de una herramienta está en función de la selección del acero, ya que el módulo de elasticidad es prácticamente igual en todos aceros comunes para herramientas. Pero, según las exigencias específicas, los diferentes materiales pueden cumplirlas de forma más o menos óptima:

- Aceros de cementación,
- Aceros bonificados,
- Aceros para temple integral,
- Aceros resistentes a la oxidación,
- Materiales especiales.

a) Aceros de cementación

Se utilizan aceros pobres en carbono ($C \leq 0,3 \%$), que mediante cementación obtiene una superficie dura y resistente al desgaste (tabla 2.5). Durante el proceso de cementación (temperatura de tratamiento, entre 900 y 1000 °C) el carbono se difunde en la superficie de la pieza. La profundidad de la cementación depende de la temperatura y de la duración del proceso. Con tiempos largos de cementación (varios días) se consigue una profundidad de aproximadamente 2 mm. Una

superficie dura, resistente al desgaste, se consigue por enfriamiento de la pieza cementada, durante el cual el núcleo de la pieza, suponiendo que esta tenga el espesor suficiente, permanece blando.

Tabla 2.5 Aceros de cementación			
Nomenclatura	No. del material	Dureza en la superficie HRC	Observaciones
CK 15	1.1141	62 – 64	Para piezas de bajas exigencias.
21 MnCr5	1.2162	58 – 62	Acero para cementación estándar, buenas cualidades para el pulido.
X6CrMo4	1.2341	58 – 62	Preferentemente sumergible en el frío.
X19NiCrMo4	1.2764	60 – 62	Perfecto para el pulido y de grandes exigencias de calidad superficial.
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9			

b) Aceros para bonificación

El bonificado es un tratamiento térmico para conseguir aceros de alta tenacidad con una resistencia mecánica determinada. El tratamiento se lleva a cabo templando la pieza y calentándola posteriormente a una temperatura de 300 y 700 °C, según los requerimientos. Los aceros así tratados se mecanizan bonificados. El posterior temple de la pieza se puede suprimir, evitando de esta forma deformaciones y grietas originadas por el temple.

Tabla 2.6 Aceros para bonificación		
Nomenclatura	No. del material	Resistencia tracción N/mm²
40C MnMo7	1.2311	-
40CrMnMoS8	1.2312	aprox 1000
54NiCrMoV6	1.2711	-
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9		

c) Aceros para temple integral

Para conseguir una estructura homogénea, incluso en grandes secciones, se utilizan aceros para temple integral, cuya dureza, resistencia y tenacidad se pueden adaptar individualmente a las necesidades por medio del proceso del revenido. A través de la temperatura de revenido se pueden influenciar estas propiedades de forma óptima. Los aceros de temple integral han dado muy buenos resultados para molde de inyección de plásticos con efectos abrasivos (por ejemplo, con fibras de vidrio).

Tabla 2.7 Aceros para temple integral			
Nomenclatura	No. del material	Resistencia N/mm ² Dureza HRC	Observaciones
X38CrMo V5 1	1.2342	1450	Acero estándar para trabajar en caliente.
X45NiCrMo4	1.2767	50 - 54	Muy bueno para el pulido, alta tenacidad.
90MnCrV8	1.2842	56 - 62	Resistencia al desgaste normal.
X155CrVMo121	1.2397	58	Buena resistencia al desgaste, buena tenacidad.
X210Cr12	1.2080	60 - 62	Alta resistencia al desgaste.
X165CrMoV12	1.2601	63	Acero de elevada resistencia al desgaste.

Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9

d) Aceros resistentes a la corrosión

Como protección contra plástico y sus aditivos con efectos corrosivos existe básicamente la posibilidad de galvanizar los moldes. Como posible desventaja se ha de mencionar la elevada presión superficial en las aristas del cierre, que pueden provocar el agrietamiento de este recubrimiento. Por lo tanto, es aconsejable el uso de aceros resistentes a la corrosión. Se deben evitar de forma estricta la

nitruación de estos aceros, ya que disminuye su propiedad de resistencia a la corrosión.

Tabla 2.8 Aceros resistentes a la corrosión			
Nomenclatura	No. del material	Dureza en la superficie HRC	Observaciones
X42Cr13	1.2083	54 – 56	Resistente a la corrosión solo con tratamiento de pulido.
X36CrMo17	1.2316	50	Mecanización después de tratamiento de revenido, alta resistencia a la corrosión.
X105CrMo17	1.4125	57 – 60	Acero resistente a la corrosión y a los ácidos, resistente al desgaste.
Fuente: [5] GASTROW, Hans. (1998). Pág. 9			

2.4.3.12 Procesos de tratamientos de superficies

El estado o el tipo de tratamiento superficial de una pieza en un molde estará determinada por su función. En la construcción de moldes, los tratamientos de superficies han de obtener o mejorar las siguientes propiedades.

- Aumento de la dureza superficial,
- Aumento de la presión superficial permitida,
- Aumento de la resistencia al desgaste,
- Mejora del comportamiento de deslizamiento,
- Mejora de la resistencia a la corrosión.

Los siguientes tratamientos superficiales son de amplia aplicación en la construcción de moldes:

- Nitruación,
- Cementación,
- Niquelado duro,

- Recubrimiento con metal duro.
- Cromado duro.

a) Nitruración

Entre los procedimientos de nitruración, el nitrurado por baño ha alcanzado una gran divulgación. A través del nitrurado se consiguen durezas superficiales extremas con amplia estabilidad de medidas a causa de una modificación química de la superficie, además de una mejora considerable de la resistencia al desgaste y a la fatiga. Debido a que la temperatura del nitrurado es de 570 °C, según el diagrama de calentamiento del acero correspondiente, se obtiene generalmente una reducción de la resistencia mecánica del núcleo.

Casi todos los aceros comunes en la construcción de moldes pueden nitrurarse. No se aconseja la nitruración de aceros resistentes contra la corrosión pues disminuye precisamente esta propiedad.

b) Cementación

El proceso de cementación se utiliza en aceros de bajo contenido en carbono ($C \leq 0.3\%$). Durante el tratamiento, el carbono se difunde por la superficie del material. Los aceros tratados de esta forma experimentan un gran aumento de la dureza de su superficie, mientras que el núcleo permanece dúctil.

c) Cromado duro

La aportación electrolítica de los recubrimientos de cromado duro tiene su aplicación sobre todo con el objetivo de conseguir superficies duras y resistentes al desgaste, que se aplican con éxito para la inyección de piezas de plástico con efectos abrasivos. Además, el cromado duro se utiliza para reducir gripajes y para aumentar la protección contra la corrosión (cromado de múltiples capas). Igualmente, el cromado duro se aplica para la reparación de superficies desgastadas. En caso de re cromado repetido se ha de contar con una posible fragilidad a causa del hidrogeno en las zonas superficiales.

En las esquinas y puntos similares se ha de tener en cuenta la posibilidad de formación de puntos gruesos y el desprendimiento del recubrimiento.

d) Niquelado duro

En este procedimiento las capas de níquel son aportadas sin aplicación de corriente externa. Al contrario que en los procesos electrolíticos, en este no se da el desagradable efecto de formación de espesores diferentes (puntos gruesos), sobre todo en las esquinas. Esto significa que es posible niquelar taladros, perforaciones, superficies perfiladas, etc., sin ningún problema.

El espesor del recubrimiento aplicado corrientemente es de 40 μm . Para la proyección sin corriente de recubrimientos sobre las superficies a proteger también se han aplicado con éxito los recubrimientos de dispersión de níquel – fosforo y carburo de silicio. Los procedimientos mencionados sobresalen sobre todo por su capacidad de resistencia a la corrosión y el desgaste, y también son aplicables a materiales no ferrosos, tales como el cobre pero se ha de tener en cuenta que, debido a la dureza extremadamente superior de la superficie respecto al material base, aquella puede ser dañada y desprenderse en caso de aplicación de presiones.

e) Recubrimiento con metal duro

Para la obtención de elevadas resistencias contra el desgaste junto con una buena resistencia contra la corrosión, se han aplicado con gran éxito los recubrimientos basados en nitruros de titanio y otros metales duros.

2.4.3.13 Materiales especiales

a) Aleación de metal duro

Las aleaciones de metal duro (materiales sinterizados) con elevados contenidos de carburos, se utilizan sobre todo para herramientas y partes de moldes (zona centrada) con un elevado desgaste por abrasión al inyectar materiales plásticos reforzados. Las características de estos materiales son:

- Fácil mecanización en su estado de suministro,
- Templabilidad hasta aproximadamente 72 HRC, prácticamente sin deformación,
- Adecuados para el pulido,
- Muy elevada resistencia contra el desgaste y la corrosión.

b) Materiales con conductividad de calor elevada

La regulación óptima de la temperatura del molde tiene una gran importancia. Influye de forma determinante en el tiempo de enfriamiento y de ciclo, y en el caso de termoplásticos parcialmente cristalinos, influye en gran medida en la deformación y constancia de medidas, y por consiguiente, en la calidad de la pieza inyectada. Para mejorar la transmisión de temperatura de algunas partes, como de sectores completos de molde, se utilizan ventajosamente materiales no féreos como:

- Cobre,
- Cobre-berilio,
- Cobre-cobalto-berilio,
- Cobre-cromo-circonio, etc.

La conductividad de estos materiales es, por lo general, muy superior a la de los aceros, pero sin llegar a tener la misma dureza, resistencia al desgaste y resistencia a la fatiga. Frecuentemente es necesario un buen recubrimiento de la superficie como condición necesaria para la aplicación con éxito de estos materiales.

2.4.4 Molde, características principales

Como se ha visto anteriormente el molde tiene la función de alojar plástico fundido suministrado por una máquina de inyección, enfriarlo, darle la forma deseada y extraerlo una vez solidificado. El material utilizado en cada una de las partes que componen el molde dependerá de la función que tenga que desempeñar.

El tiempo que se tarda desde el diseño hasta que el molde está aceptado (se han realizado las últimas pruebas), depende de la complejidad del mismo, pero suele oscilar entre 2 y 5 meses.

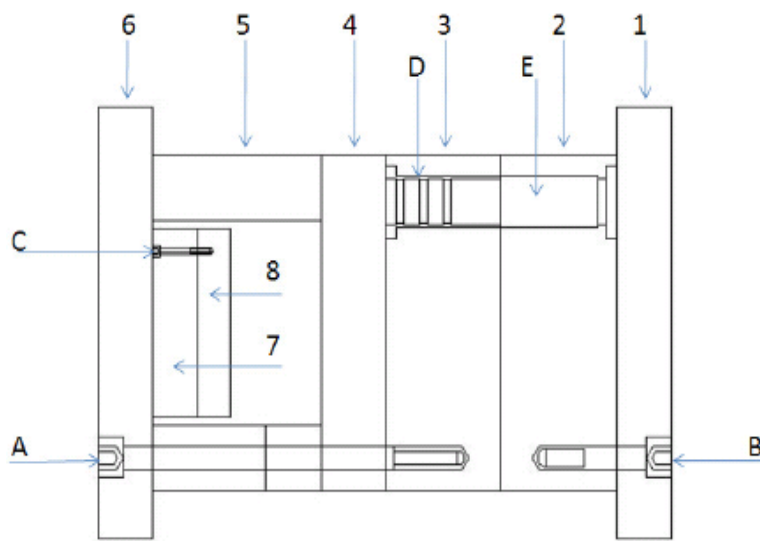
Los trabajos que normalmente se realizan en la construcción de un molde son:

- Concepción del funcionamiento del molde
- Creación de planos y despieces
- Trabajos de fresado
- Trabajos de erosión
- Trabajos de rectificadros
- Trabajos de torno y taladro
- Trabajos de ajuste manual y montaje
- Trabajos de pulido

Una vez fabricado el molde, se realizan pruebas en la máquina de inyección, las cuales dictaminaran que ajustes hay que realizar, para que el molde funcione correctamente y la pieza salga con los requerimientos de calidad necesarios. Se deben realizar los ajustes necesarios y el correcto montaje del molde en la máquina de inyección para evitar colisiones y así evitar daños en cualquiera de estas dos.

2.4.4.1 Partes básicas de un molde

Los moldes están formados por dos partes llamadas: Parte fija o de inyección y parte móvil o de expulsión.



Parte fija o de lado inyección

1. Placa base I
2. Placa porta figura I

Parte móvil del molde:

3. Placa porta figura II
4. Opc. Placa guía de punzones
5. Separador o regle
6. Placa base II
7. Placa porta punzones
8. Placa expulsora

A, B, C: Tornillos que unen las placas.

D: Casquillo guía.

E: Columna guía, para centrar el acoplamiento de los dos bloques.

Figura 2.11 Partes básicas de un molde

Fuente: [1] ALFARO, J. M. (2010). Pág. 48

2.4.4.2 Partes fijas molde de inyección

Parte del molde que no se mueve cuando la máquina de inyectar realiza todos sus movimientos. Es donde apoya el cilindro de inyección de la máquina, para introducir en el molde el plástico fundido. A su vez esta parte está formada por los elementos siguientes:

- a) **Placa base:** Placa de dimensiones (ancho y alto) adecuadas para que según el tamaño de pieza a inyectar, queden espacios libres por donde se podrá sujetar mediante bridas al plato fijo de la máquina. El grosor de esta placa será lo suficiente, para evitar deformaciones y dependerá del peso total del molde.
- b) **Placa porta cavidades:** Un de las placas donde se realizan las figuras de la pieza, bien sea como postizos ajustados en la misma, o directamente realizados sobre ella. Estos postizos o figuras, uno será hembra y otro macho. La hembra llamada cajera suele realizarse siempre que sea posible en la parte fija del molde. Y el macho llamado punzón suele realizarse en la parte móvil.

- c) **Centrador:** Sirve para centrar el molde en la máquina. Suele ser redondo y sobresale de la placa base., lo que sobresale de la placa base entra ajustadamente en el plato fijo de la máquina. Así una vez centrado el molde el cilindro de inyección de la máquina coincide con el orificio por donde tiene que entrar el plástico fundido en el molde.
- d) **Colada / Bebedero, ramales de distribución y entradas:** Canales creados en el molde, que sirven para que el plástico fundido que viene del cilindro de inyección de la máquina, pueda llegar a través de ellos hasta los huecos que tienen la forma de la pieza.
- e) **Circuitos de refrigeración:** Ambas partes del molde (fija y móvil), tiene una serie de circuitos, tanto en el interior de la placa porta figuras o /y en los postizos que tienen las figuras de la pieza, por donde pasa el líquido refrigerante. Con este sistema, a una temperatura dada del líquido refrigerante y trabajando la máquina de forma continuada a un ciclo dado, se establecerá un equilibrio entre la cantidad de calor que suministramos al molde con el plástico fundido, y la cantidad de calor que le quitamos al molde con el líquido refrigerante. El ciclo tiene que ser el menor posible que mantenga las piezas con la calidad requerida.
- f) **Guías o columnas del molde:** Ambas partes del molde tienen un sistema de guías en una parte y de agujeros guía en la otra, de alto nivel de ajuste, que aseguran un perfecto acoplamiento de las partes, evitando movimientos de una parte respecto a la otra cuando recibe la presión del plástico fundido que llega a las cavidades.

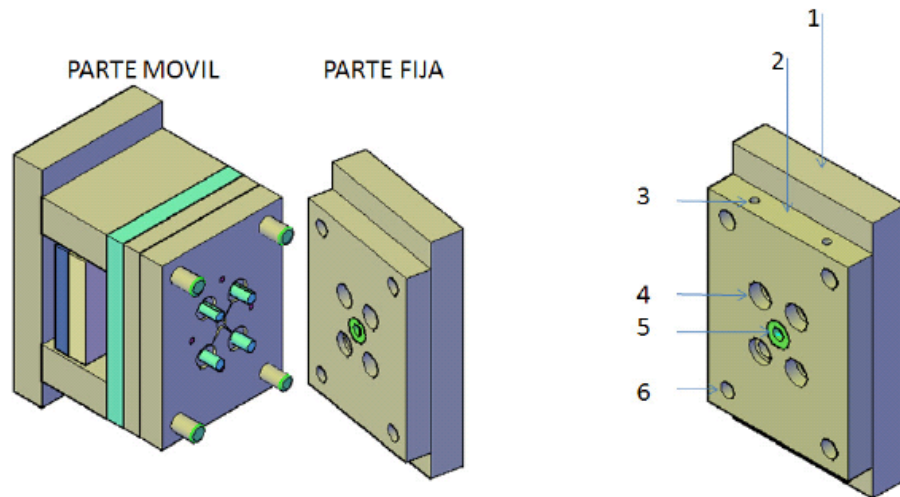


Figura 2.12 Parte fija del molde

1. Placa base; 2. Placa porta figura; 3. Circuitos de refrigeración; 4. Cajera; 5. Centrador; 6. Agujeros guías de columna.

Fuente: [1] ALFARO, J. M. (2010). Pág. 50

2.4.4.3 Partes móviles del molde

Es la parte que está sujeta al plato móvil de la máquina y junto con esta se mueve. En este se encuentra ubicado el sistema de expulsión de la pieza cuando está terminada. A su vez esta parte está formada por los elementos siguientes:

- a) **Placa base:** Al igual que para la parte móvil, sirve para su sujeción mediante bridas u otros elementos de fijación al plato móvil de la máquina de inyectar. Esta placa no lleva centrador, pero lleva un orificio en su parte central que permite la entrada del vástago expulsor de la máquina, hasta la placa expulsora del molde.
- b) **Placa expulsora:** Es un placa doble que lleva los expulsores y recuperadores. Su misión consiste en extraer la pieza con los expulsores que aloja cuando el vástago de expulsión de la máquina hace presión sobre la misma. Mediante los recuperadores lleva la placa expulsora a la posición de inicio en el momento del cierre de ambas mitades.
- c) **Separadores o Regles:** Son gruesos de hierro, puestos a ambos lados del molde, sujetos a la placa base y placa porta figuras mediante tornillos, creando un hueco central entre la placa base y la placa porta figuras, por donde se deslizará mediante guías la placa expulsora.

- d) **Expulsores:** Pueden tener diferentes formas, según la pieza aunque lo común es que sean de forma cilíndrica o laminar. Un extremo se sitúa en la placa expulsora y el otro formando parte de la superficie de molde en contacto con el plástico, hace de trasmisor directo, en la extracción de la pieza de la cavidad del molde donde se aloja.
- e) **Recuperadores:** Son varillas cilíndricas de mayor tamaño que los expulsores, ubicadas fuera de la superficie del molde que hace pieza y cuya misión es evitar que los expulsores dañen el molde cuando se cierran ambas mitades. Asegura así, una recuperación de la placa expulsora y expulsores hasta su posición inicial.
- f) **Plano de partición:** Zona alrededor de las figuras donde ambas partes del molde se tocan, creando el límite de llenado de la cavidad. El ajuste tiene que ser perfecto para evitar que existan sobrantes de material en la pieza. Normalmente para ver el ajuste en estas zonas se suele pintar una de las partes con pintura azul en forma de una fina capa, se presionan ambas partes y el azul tiene que aparecer repartido sobre la zona de la parte no pintada inicialmente. A esta operación se denomina comprobación del ajuste del molde.
- g) **Salida de gases:** Son pequeños desajustes creados de forma precisa en el molde, están situados principalmente en las terminaciones del llenado de las piezas y permiten que el aire que hay en los huecos de la cavidad a llenar, junto con los gases que se generan en la inyección, tenga huecos en el ajuste para salir. Estas salidas son de tal tamaño (aproximadamente 0.02 mm) que permiten que salgan los gases pero no el plástico líquido.

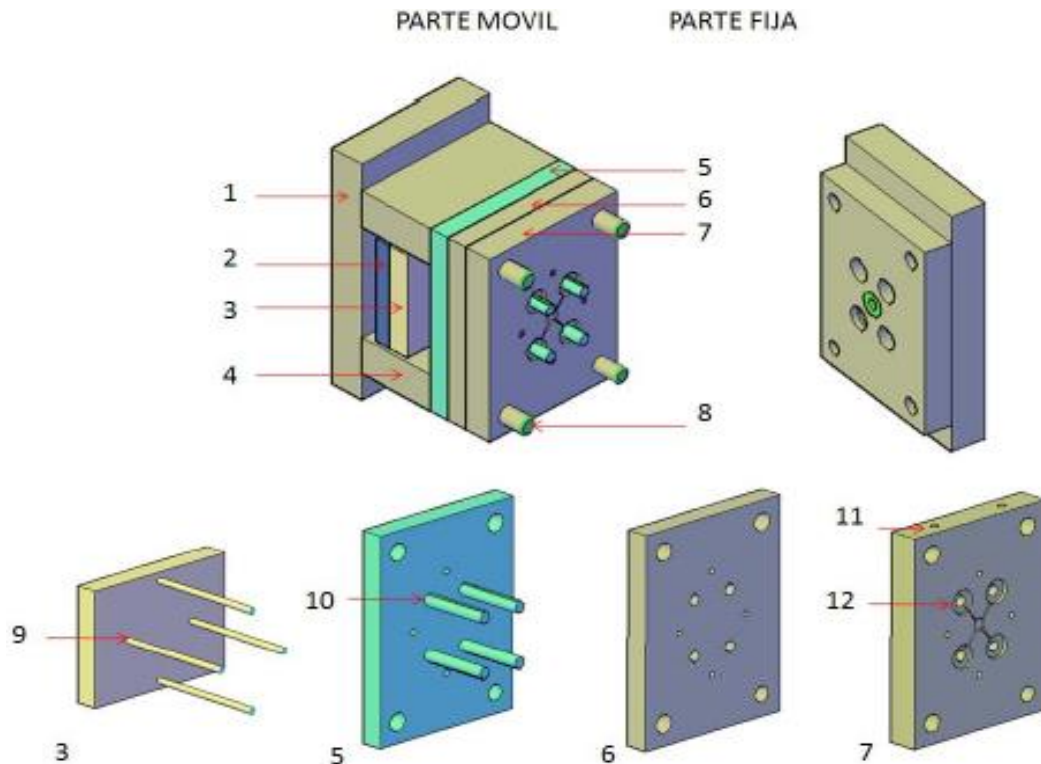


Figura 2.13 Parte móvil del molde

1. Placa base; 2. Placa expulsora; 3. Placa expulsora porta expulsores y recuperadores; 4. Regle; 5. Opc. Placa guía de punzones o noyos; 6. Placa guía de expulsores y punzones; 7. Placa porta figura (1/2molde); 8. Columnas; 9. Expulsores; 10. Noyos; 11. Circuito de refrigeración; 12. Bebedero.

Fuente: [1] ALFARO, J. M. (2010). Pág. 51

En la siguiente figura se muestra el funcionamiento básico de un molde. Cuando este se encuentra cerrado y en estado de reposo es cuando se realiza la inyección de plástico fundido adquiriendo la forma de las cavidades y los noyos o expulsores. Una vez terminado este paso se realiza la extracción de la pieza, esto es separando la parte móvil de la fija y accionando las placas de extracción que empujan el conjunto de la placa porta figura en la parte móvil, esto hace que la misma placa porta figura y los expulsores al estar accionados permitan a la pieza moldeada separarse del molde fácilmente.

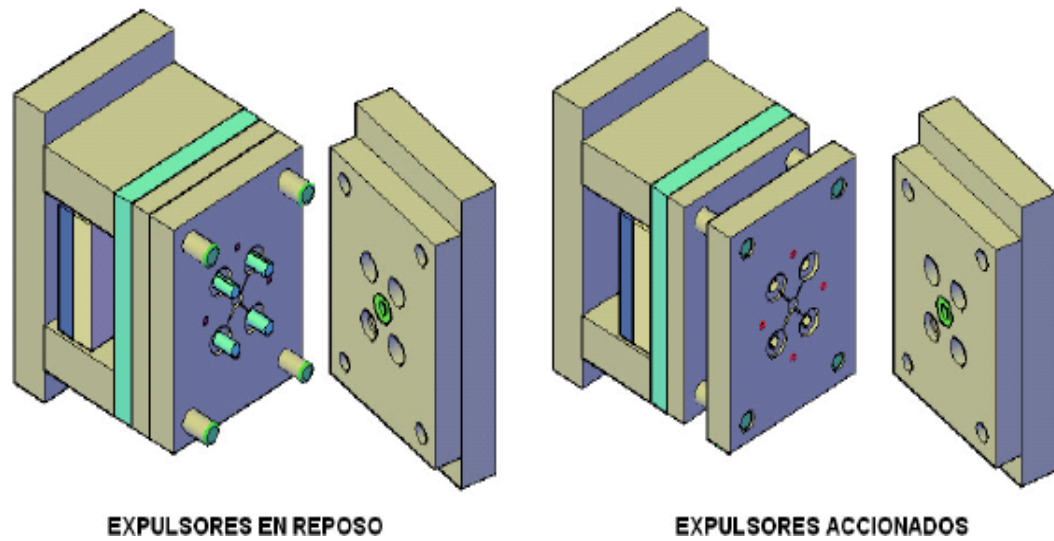


Figura 2.14 Funcionamiento básico de un molde

Fuente: [1] ALFARO, J. M. (2010). Pág. 52

2.4.5 Procesos de manufactura

2.4.5.1 Definición de manufactura

La manufactura, como campo de estudio en el contexto moderno, puede definirse de dos maneras: tecnológica y económica. Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual, tal como se describe en la figura 2.15 (a). La manufactura se realiza casi siempre como una sucesión de operaciones. Cada una de ellas lleva al material cada vez más cerca del estado final deseado.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble, como se muestra en la figura 2.15 (b). El punto clave es que la manufactura agrega valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar. El material original se vuelve más valioso mediante las operaciones de manufactura que se ejecutan sobre él. Cuando el mineral de hierro se convierte en acero, se le agrega valor. Cuando la arena se transforma en vidrio, se le agrega valor. Lo mismo sucede cuando el

petróleo se refina y convierte en plástico; y cuando el plástico se moldea en una compleja geometría de una silla de patio, se hace aún más valioso.

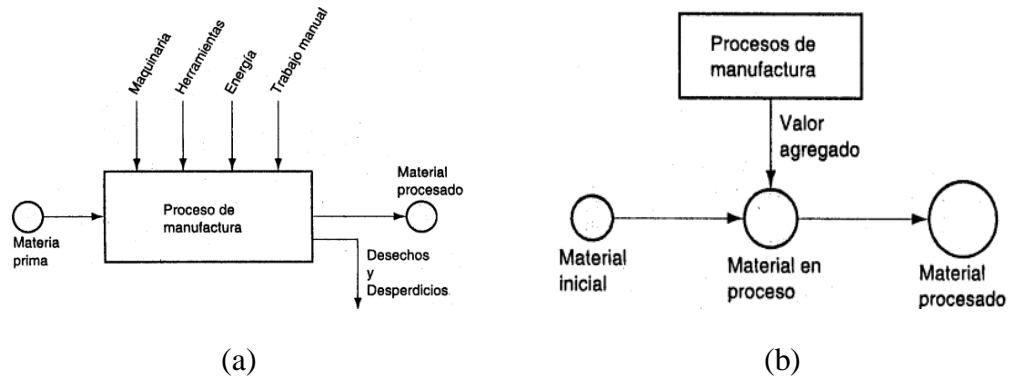


Figura 2.15 Dos maneras de definir manufactura: (a) como un proceso técnico y (b) como un proceso económico

Fuente: [6] GROOVER Mikell, P. (1997). Pág. 3

2.4.5.2 Procesos de Manufactura

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos: 1) operaciones de proceso y 2) operaciones de ensamble. Una operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Esto le agrega valor al cambiar la geometría, las propiedades o la apariencia del material inicial. Por lo general, las operaciones de proceso se ejecutan sobre partes discretas de trabajo, pero algunas de ellas se aplican también a artículos ensamblados. Una operación de ensamble une dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, subensamble o cualquier otra manera que se refiera al proceso de unir (por ejemplo a un ensamble soldado se le llama conjunto soldado). En la figura 2.16 se presenta una clasificación de procesos de manufactura. Algunos de estos procesos usados en la manufactura moderna se remontan a la antigüedad⁵.

⁵Groover Mikell, P. (1997). Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. Ed. Primera. Prentice Hall. Pág. 3.

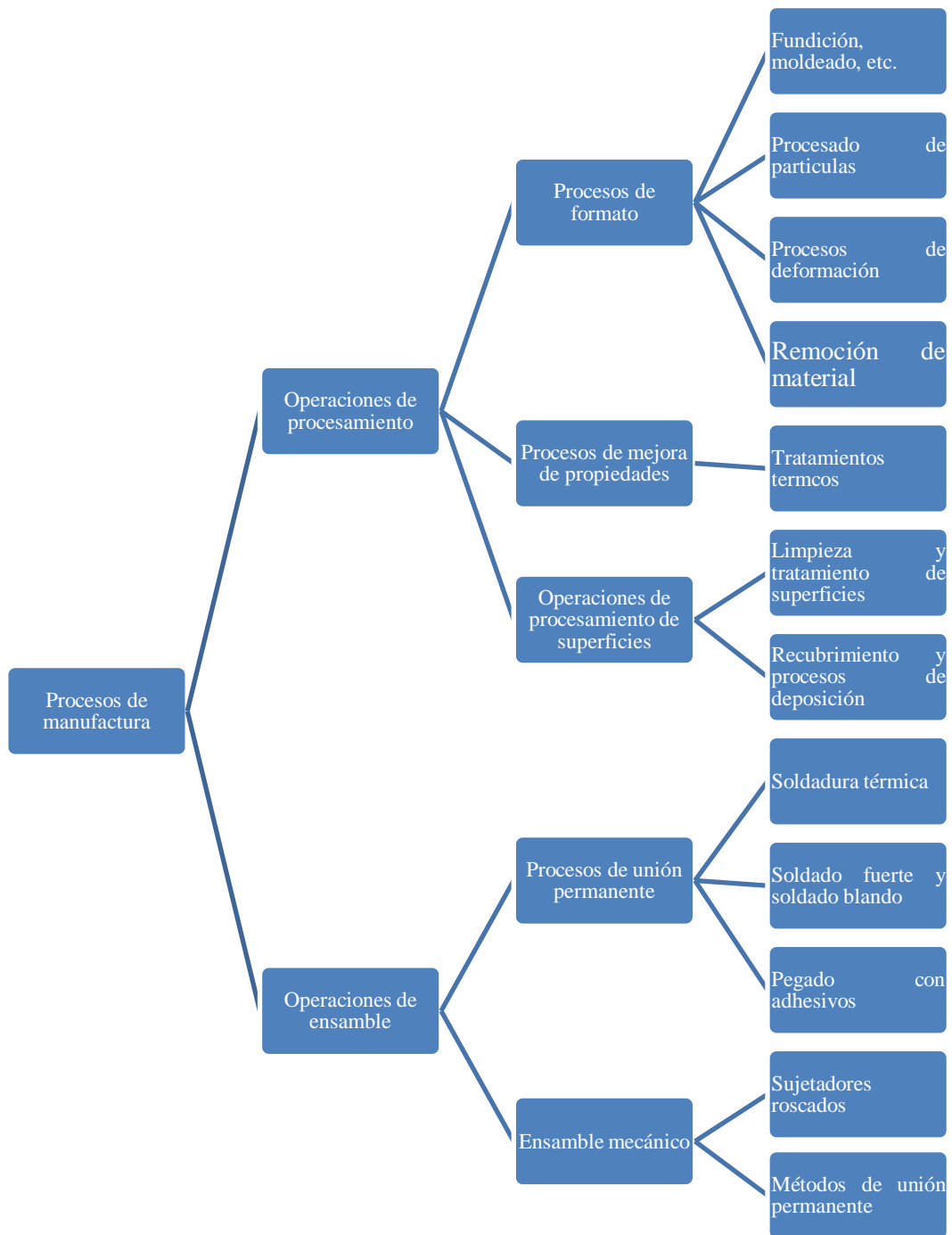


Figura 2.16 Clasificación de procesos de manufactura

Fuente: [6] GROOVER Mikell, P. (1997). Pág. 13.

2.4.6 Industria carrocera Ecuatoriana

“Desde hace algunos años la industria carrocera del Ecuador ha venido creciendo, mejorando y tecnificándose. El emprendimiento de los profesionales de este sector ha conseguido que se fabriquen carrocerías para pasajeros y carga más atractivas, seguras, cómodas y a un precio asequible.

No obstante, con miras a mejorar esta industria para exportación y para abastecer el mercado nacional, sería necesario que el estado desarrolle estrategias orientadas a fortalecer la actividad productiva del sector, para que los productos fabricados en nuestro país puedan colocarse por encima de los otros países.

En este sentido, desde el Ministerio de Industrias y Productividad deberían elaborarse políticas que estimulen al sector que incluyan:

1. Preferencias arancelarias para la importación de insumos que no se fabriquen en el país.
2. Asistencia técnica para mejorar los sistemas de gestión de calidad.
3. Facilidad para acceder a créditos con intereses preferenciales.
4. Apoyo para la innovación y mejoramiento de equipo, maquinaria e instalaciones.
5. Profesionalización de quienes trabajan en el sector.

Según información del Ministerio de Industrias y Productividad (21 de Octubre 2010) existen 287 industrias carroceras de todo tamaño, con diferentes tipos de tecnología y capacidad de producción.

Sería importante que esa cartera de Estado realice una investigación técnica que proporcione más información sobre: el nivel de capacidad instalada, tecnificación, profesionalización, con el fin de conocer su capacidad de producción en un determinado tiempo y así planificar exportaciones.

Es corresponsabilidad del Estado y de los empresarios del sector continuar mejorando la producción para que esta industria cubra todo el mercado nacional y

se consolide hacia el exterior, lo cual redundará en el incremento de divisas necesarias en la actualidad”⁶.

2.4.7 Ergonomía del asiento

Si se desea seleccionar una butaca para un puesto de trabajo determinado, en primer lugar se analizan los criterios de economía y calidad, el valor o la estética del asiento no indican que este sea el más adecuado.

El sentarse debe ser estudiado desde el punto de vista de la posición con que se ubica el hombre en el puesto de trabajo en estudio, partiendo que a través de la estructura ósea del ser humano se hace la descarga del peso del cuerpo y no por los músculos; lo que es cierto es que los huesos descargan el peso sobre las nalgas al sentarse, o una combinación de estas con otros músculos. En la figura 2.17 se observa la forma por la cual el tronco del cuerpo humano hace la descarga del peso sobre una superficie al estar sentado, obsérvese que la transmisión del peso se efectúa a través de las tuberosidades isquiales (aproximadamente el 75%).

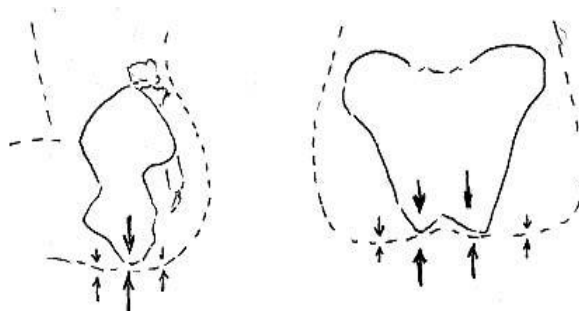


Figura 2.17 Descarga del peso del tronco en posición sedante a través del conjunto óseo

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

Algunas investigaciones efectuadas por Herber en el Wright Air Center en relación con asientos normales y el peso de las nalgas, lo llevaron a concluir que la carga que debe soportar un asiento cuya parte de mayor esfuerzo es la correspondiente a las tuberosidades, pueden llegar hasta los 4,5 Kg/cm² pudiendo llegar a ser mayor, por otro lado en el manual de ergonomía de MAPFRE se cita “en la posición sedante el 75 % aproximadamente del peso se transmite a través

⁶ Buen Viaje. (2012). La Industria Carrocera del Ecuador. (95): Pág. 5

de las tuberosidades isquiáticas hasta el asiento”. “Las presiones alcanzadas sonde unos 6-7 kg/cm² al nivel de esta zona y de 2-4 Kg/cm² en la superficie de la piel”

Otro elemento importante en la magnitud de la presión a la que están sometidas las nalgas es la forma de la superficie de apoyo, que como se nota en la figura 2.18 una superficie plana brinda menos contacto muscular para el intercambio de carga mientras que una superficie curva (anatómica) permite una mayor superficie de contacto y al contener la masa muscular impide la deformación haciendo que exista mayor espesor (más fibras), traumatizando menos al músculo, lo que hace que el cuerpo descance más.

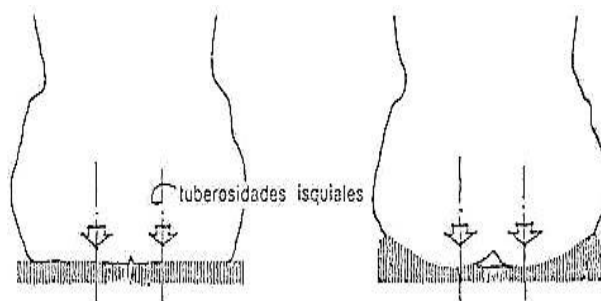


Figura 2.18 Comparación de la forma de los asientos y su efecto sobre las nalgas

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

Sobre la base de lo expuesto Grandjean y otros, determinaron dos perfiles de asientos uno para usos múltiples y el otro para descanso.

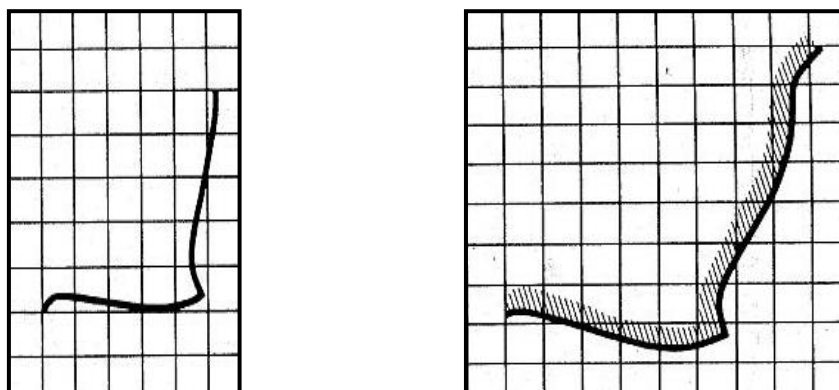


Figura 2.19 Perfiles de asientos

Para uso múltiple a la izquierda y para descanso a la derecha

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

2.4.7.1 Componentes del asiento

Conjunto superior

Definimos como conjunto superior a los elementos formados por:

- Asiento propiamente dicho (almohadón)
- Respaldo (espaldar)
- Apoya brazos (si se lo requiere)

a) Asiento (almohadón)

La selección del almohadón en un asiento es de vital importancia para brindar la comodidad que el usuario, necesita, para ello se darán las características más salientes que debe poseer el mismo para satisfacer los requerimientos.

1. Debe poseer una forma anatómica que respete la las medidas y formas antropométricas de las personas que lo utilizaran.

La profundidad ideal del almohadón del asiento para una persona es aquella que es ligeramente inferior a su longitud poplíteo - nalga, dado que si la profundidad es mayor, la parte anterior del asiento presiona sobre la zona poplíteo comprimiendo las venas y arterias (que pasan por la parte posterior de la pierna y muslo), interrumpiendo la circulación sanguínea, además de dar una sensación muy molesta, si para evitar esto el usuario se desplaza hacia delante, la espalda se retira del respaldo, quedando sin apoyo, como se aprecia en la figura 2.20 y 2.21.

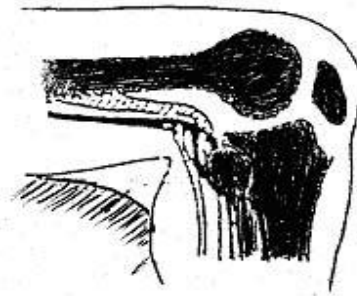


Figura 2.20 Presión sobre la zona poplíteo

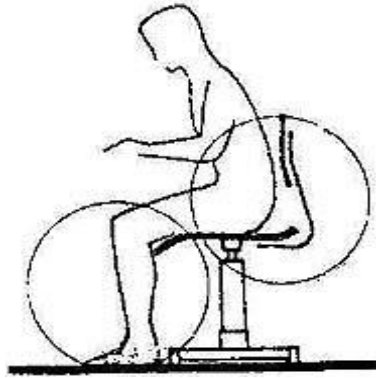


Figura 2.21 Profundidad del almohadón del asiento

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

2. Ser antideslizante, bajo ningún punto de vista el almohadón debe ser resbaladizo dado que da la sensación de inestabilidad.
3. Poseer una cobertura que permita el intercambio de calor.
4. El almohadón debe ser acolchado, anteriormente se las solicitaba de un elemento mórbido de alvéolo abierto para permitir la circulación del aire, pero en el presente al ser las coberturas impermeables esto no es necesario.
5. Al ser la superficie del almohadón impermeable este debe tener canales de ventilación de tal manera que permita salir el calor y humedad de las nalgas y de los genitales, dichos canales no deben coincidir con la ubicación de las protuberancias isquiales.
6. Bajo ningún pretexto se aceptará un almohadón que su tela este pegada con cemento de contacto u otro elemento que migre y/o tenga como estas características cancerígenas, por los componentes químicos que lo constituyen.



Figura 2.22 Almohadón tipo de un asiento moderno

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

b) Respaldo

El respaldo al igual que el almohadón es de vital importancia en la selección de las sillas o asientos. El objetivo de este es dar a la espalda un soporte adecuado para descargar su peso.

1. En la ergonomía clásica se solicitaba que el mismo se regule en forma angular y vertical, para que el usuario regule según sus necesidades de comodidad, en la actualidad esto está cuestionado, dado que el usuario hace la regulación sin hacer caso a sus propias patologías y actúa por efecto de inercia haciendo la ubicación sin efectuar las correcciones que su columna vertebral necesita.

Siendo la finalidad del respaldo un adecuado acople con la espalda, por ello y con la finalidad de confeccionar un respaldo adecuado, en la actualidad se tiende a hacer el respaldo con la forma correcta de la columna vertebral.

2. El elemento de unión con el cuerpo de la silla debe ser elástico.
3. La cobertura tiene igual problemática que en el almohadón, es decir tiene que tener las mismas características del almohadón.
4. El elemento mórvido debe ser más elástico, (blando) que en el asiento porque el peso que soporta es menor. En la figura 2.23. se muestra la distribución de la carga transferida por la espalda al respaldo, según su tamaño, (de protección solo lumbar, lumbar y dorsal y por última lumbar – dorsal – cervical).

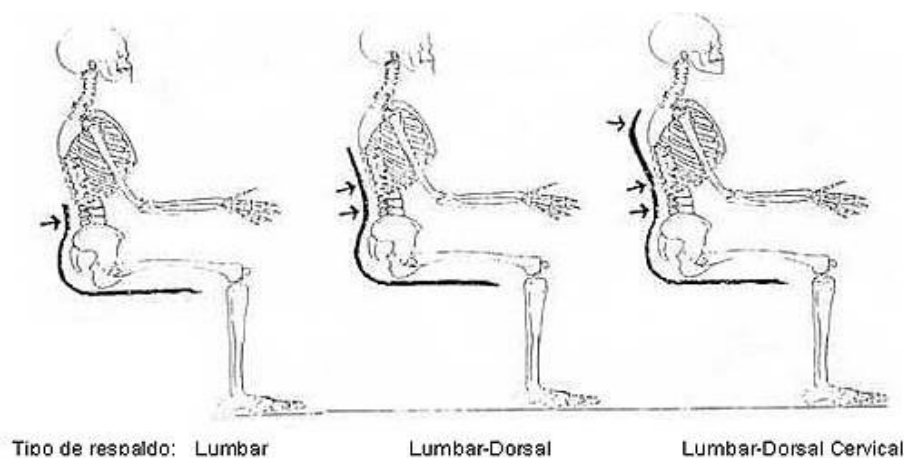


Figura 2.23 Descarga de la espalda según el tipo de respaldo

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

5. El ángulo del respaldo con respecto al almohadón varía según la tarea, para labores en las que el usuario trabaja inclinado hacia adelante, por ejemplo, trabajos en oficinas, el respaldo va con respecto a la horizontal a 90° , en tareas generales va de 93 a 97° .
6. También el alto del respaldo varía con respecto a los requerimientos de la tarea, para labores que se trabaja con gran movimiento de los brazos, el respaldo debe ser bajo con solo protección lumbar; en el caso de tareas generales el respaldo debe tomar la zona lumbar y dorsal, pero en el caso de trabajos frente a tableros de control, o paneles de vigilancia u otra tarea donde el hombre deba estar con la cabeza levantada, es decir con la visión por encima de la horizontal, el respaldo debe proteger la espalda por completo, (zonas lumbar, dorsal y cervical).
7. La norma DIN 4551 establece pautas para el diseño de sillas en la figura 2.24 se observa alguna de ellas, donde se ve claramente el radio de $400-500$ mm propuesto para obtener un respaldo envolvente.

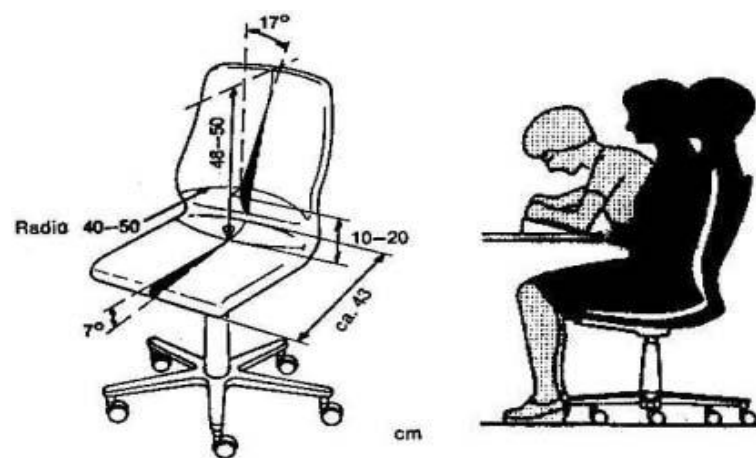


Figura 2.24 Conjunto superior (medidas en cm)

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

c) Apoya brazos (si se lo requiere)

Los apoya brazos deben ser utilizados estrictamente cuando sea necesario, pues en muchos casos impiden salir con libertad de la butaca.

Además debe reunir el requisito de ser acolchados, se los hace de poliuretano inyectado con terminación tipo cuero, (gofrado), que es mórvido y agradable a la

mano, (con él se hacen por ejemplo los volantes de los automóviles), material que es a su vez resistente a los cortes y desgastes y no daña al mobiliario.

2.4.7.2 Generalidades sobre asientos de uso normal

Sobre los asientos hay mucho escrito en otros idiomas, en esta parte se reproduce algunas de las partes de normas de esos países y de recomendaciones generales. España es la nación que más ha trabajado en ergonomía y de hecho la que más incursionado en este tema.

Con respecto a los perfiles de diseño Kirchner y Rohmert establecieron seis tipos identificados con números romanos de I a VI, los mismos se representan en la figura 2.25, en la figura 2.26 se describen los tipos de posturas y se dan esquemas de asientos por tipo.

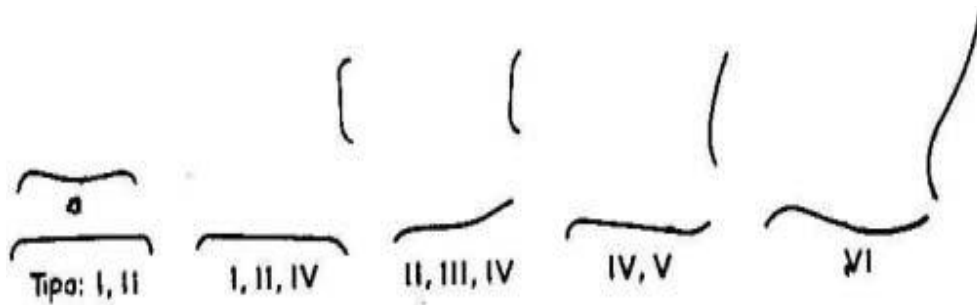


Figura 2.25 Tipos de asientos según Kirchner y Rohmert

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento* [en línea]. (Disponible en Web: <http://www.estrucplan.com.ar>).















TIPO DE POSTURA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE POSTURA	EJEMPLO DE ASIENTO
	<p>TIPO I</p> <p>Breve u ocasional descanso después de realizar un trabajo: Empleo cuando se debe aguardar, apoyo natural de nalgas y muslo</p>	
	<p>TIPO II</p> <p>Trabajos con esfuerzo escaso con brazos o piernas, con ligera inclinación de la dirección visual: Montajes de piezas grandes, cajas, clasificar, etc.</p>	
	<p>TIPO III</p> <p>Trabajos con esfuerzos livianos, movimiento de las manos hacia delante, enmarcar o montaje de grandes piezas</p>	
	<p>TIPO IV</p> <p>Trabajos de concentración con uso del antebrazo, inclinado tomando fuerte, con carga visual: pruebas o montaje de piezas chicas</p>	
	<p>TIPO V</p> <p>Trabajos con pequeños movimientos con ocasionales descansos esfuerzos horizontales con las manos o pies, tareas con necesidad de visión: pequeños montajes, tpeo, trabajo en máquinas.</p>	
	<p>TIPO VI</p> <p>Trabajos con pequeños movimientos, uso de la visión con pequeñas inclinaciones, pruebas con participación activa, movimientos de las manos hacia el pecho horizontalmente, pequeños esfuerzos con las manos: prueba de piezas pequeñas, montaje mecanizado, tableros de comando, etc.</p>	
	<p>TIPO VII</p> <p>Trabajos de pie durante largo tiempo, deben transmitir movimiento con el tronco, con fuerza, además con movimiento de las manos (es apoyo auxiliar), trabajo sobre mesas, máquinas, tareas sobre tablero, etc.</p>	

Figura 2.26 Posturas al sentarse (Kirchner/Rohmert)

Fuente: [9] MELO, José. *El Asiento*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).

2.4.7.3 Antropometría del asiento

La antropometría en este tema está dedicada al diseño de los asientos de pasajeros del transporte público ya que:

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, y trata con las medidas del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad de trabajo.

En la ergonomía, los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano.

Por lo que esta ciencia dedicada a investigar, recopilar y analizar estos datos, resulta una directriz en el diseño de los objetos y espacios de trabajo, al ser estos contenedores o prolongaciones del cuerpo y que por lo tanto, deben estar determinados por sus dimensiones. Estas dimensiones son de dos tipos esenciales: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de la cabeza, troncos y extremidades en posiciones estándar. Mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el usuario en actividades específicas. Al conocer estos datos se conocen los espacios mínimos que el usuario o pasajero necesita para desenvolverse diariamente, los cuales deben de ser considerados en el diseño de su entorno.

En el esquema siguiente se indican los principales segmentos antropométricos desde el punto de vista del espacio de trabajo, y según definiciones de la norma UNE-EN-ISO 7250.

1. Estatura (altura del cuerpo): Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más alto de la cabeza. Datos antropométricos de la población europea (UNE-EN 547-3): 1881 mm (percentil 95) 1944 (percentil 99).
2. Altura de los ojos: Distancia vertical desde el suelo hasta el vértice exterior del ojo.

3. Altura de los hombros: Distancia vertical del el suelo hasta el acromion (el punto más alto del hombro).
4. Altura del codo: Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más bajo del codo flexionado.
5. Altura del puño: Distancia vertical desde el suelo hasta el eje de presión del puño.
7. Altura sentado: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto más alto de la cabeza.
8. Altura de los ojos: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el vértice exterior del ojo.
9. Altura de los hombros, sentado: Distancia vertical desde una superficie del asiento horizontal hasta el acromion.
10. Altura de los codos, sentado: Distancia vertical desde una superficie del asiento horizontal hasta el punto más bajo del codo flexionado en ángulo, con el antebrazo en horizontal.
11. Espesor del muslo.
12. Espesor del abdomen: Máximo espesor del abdomen en posición sentado.
13. Altura poplítea, longitud de la pierna: Distancia vertical dese los pies apoyados en una superficie hasta la superficie interior del muslo inmediata a la rodilla, con esta doblada en ángulo recto.
14. Longitud poplíteo - trasero, profundidad del asiento: Distancia horizontal desde el poplíteo hasta el punto posterior del trasero.
15. Longitud rodilla – trasero: Distancio horizontal desde el punto anterior de la rótula hasta el punto posterior del trasero.
16. Alcance máximo: Máxima distancia desde una superficie vertical hasta la punta de los dedos, susceptible de ser alcanzada con las manos, manteniendo los miembros superiores en extensión máxima en vertical o en horizontal.
17. Alcance del puño: Distancia horizontal desde una superficie vertical hasta el eje del puño, con los omoplatos bien apoyados contra esa superficie vertical.
18. Longitud codo – puño: Distancias horizontal desde la parte posterior del brazo (a la altura del codo) hasta el eje del puño, con el codo flexionado en ángulo recto.

19. Anchura entre hombros: Distancia entre las máximas protuberancias laterales de los músculos deltoides derecho e izquierdo.
20. Anchura entre codos: distancia horizontal máxima entre las superficies laterales de los codos.
21. Anchura de caderas: Distancia horizontal máxima entre las caderas.

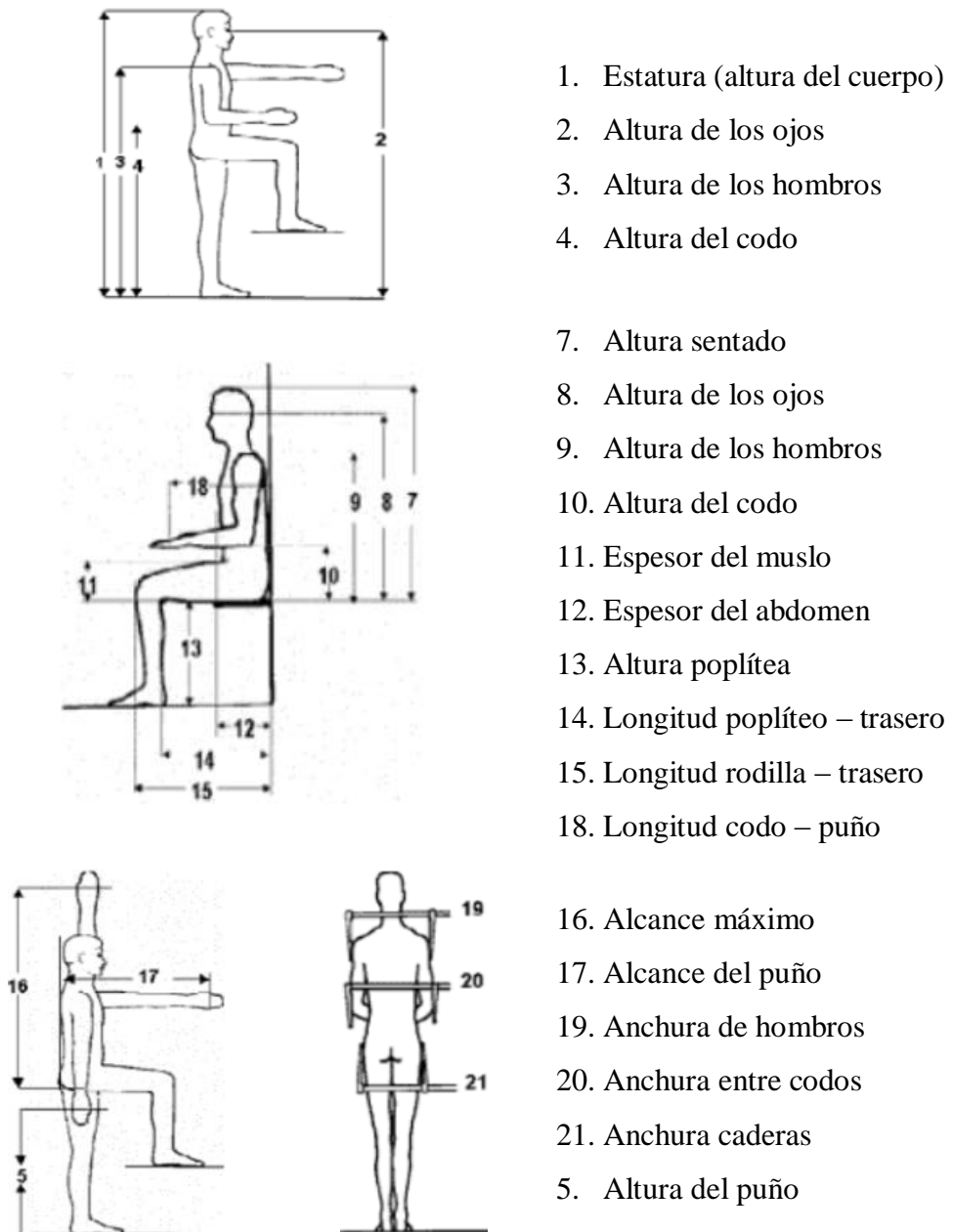


Figura 2.27 Dimensiones antropométricas

Fuente: [8] LLANEZA, Javier. (2009). Pág. 164.

Sobre la base de las dimensiones antropométricas y eligiendo las pertinentes en función de lo que se vaya a diseñar (puesto de trabajo, herramientas, etc.) es posible acometer el estudio de las dimensiones necesarias del área de trabajo.⁷

Tabla 2.9 Datos antropométricos de la población laboral (INSHT)				
Muestra estratificada de 1723 personas (539 mujeres y 1130 Hombres).				
Datos en mm de la población conjunta				
Ref.	Dimensiones antropométricas	Percentiles		
		P5	P50	P95
1	Estatura	1525	1665	1803
2	Altura de los ojos	1423	1558	1699
3	Altura de los hombros	1256	1384	1508
4	Altura del codo	932	1027	1122
5	Altura del puño (de pie)	662	733	807
7	Altura sentado (de pie)	793	859	929
8	Altura de los ojos (sentado)	690	753	819
9	Altura de los hombros	524	579	635
10	Altura del codo (sentado)	182	224	269
11	Espesor del muslo (sentado)	112	145	174
12	Espesor del abdomen (sentado)	173	238	314
13	Altura poplítea	394	419	464
14	Longitud poplíteo – trasero	439	492	540
15	Longitud rodilla – trasero	541	590	644
17	Alcance del puño	606	700	785
18	Longitud codo – puño	392	337	376
19	Anchura de hombros	304	372	432
20	Anchura entre codos	367	461	542
21	Anchura caderas	316	364	417
16	Alcance máximo	Alcance del puño con los dedos estirados		

Fuente: CARMONA, Antonio. MTAS (2001)

⁷ LLANEZA, Javier. *Ergonomía de concepción: Diseño de puestos y espacios de trabajo*. Ergonomía y psicología aplicada Manual para la formación del especialista. 12ª edición. España: Lex Nova S.A. 2009.

2.4.7.4 Asientos para el transporte público

Los asientos para el transporte público tienen una gran cantidad de variables por lo que hay que analizar los distintos casos en forma particular.

Las variables existentes están dadas según los siguientes criterios:

1. Categoría	2. Destinatario	3. Duración del viaje	4. Tipo de vehículo
- Alta	- Niños	- Corto	- Ferroviario
- Media	- Adultos	- Medio	- Automotor
- Baja		- Largo	- Aéreo
			- Naval, etc.

Todos los criterios anteriores hacen que varíe el diseño del mismo por razones típicamente funcionales, cantidad de espacio disponible, peso permitido, etc.

Pero independientemente de todos ellos hay un punto en común que se tiene que tener en cuenta que no corresponde a la ergonomía pero si a la seguridad, que es la característica de los materiales, en todos los casos estos deben ser ignífugos (propiedad del material que durante la reacción química de combustión no produce llamas).

a) Categoría

La categoría no influye en las características ergonómicas del asiento sino en los factores de estima y status por lo cual no los analizaremos.

Generalmente responde a razones de mercado usuario y su poder adquisitivo.

b) Destinatario

El destinatario bajo el punto de vista ergonómico tiene mucha importancia, dado que para el diseño del asiento, se tiene que decidir la tabla antropométrica que se va a utilizar.

Cuando los usuarios son niños, como el caso de los transportes escolares se debería tomar una tabla adecuada a los infantes, pero el problema es que no existen tablas de los niños y menos referida al tamaño por edades.

Para el diseño de los asientos o butacas se utilizan las tablas antropométricas normales usando las medidas correspondientes al 95 percentil del total de la población, para las medidas correspondientes al ancho, el 5 percentil para la profundidad del asiento y el 50 percentil para la altura del asiento. De todos modos existen normas específicas para los asientos de los transportes automotor y los ferroviarios, (estas normas demarcan las medidas de los asientos en forma rígida, pese que en la actualidad se respetan poco estas disposiciones).

Nota: No solo no se respeta lo referido a la antropometría, sino que tampoco el carácter ignífugo de los asientos por razones de seguridad, siendo prácticamente incumplido esto en los asientos del transporte automotor.

c) Duración del viaje

La característica de la duración del viaje hace que se contemplen más los elementos de confort, en el caso de un vehículo destinado a corta distancia, las comodidades son las mínimas pues se consideran que en el trayecto corto los síntomas de cansancio no aparecen, además por lo general los vehículos de este tipo se comportan como vehículos de transporte masivo, motivo por el cual se da prioridad a la cantidad de personas que lleva.

En general las empresas de transporte automotor y ferroviario consideran cortos los viajes urbanos, (hasta media hora de duración).

A los viajes dentro de la zona suburbana o ciudades próximas no más de 50 Km se las considera de media distancia, pasando a ser de larga distancia todos los viajes de mayor distancia.

d) Tipo de vehículo

Tratar los asientos de transporte automotor y ferroviario, es más fácil dado que son más simples de estudiar, por tener en juego menos variables, además los asientos para transporte aéreo o naval poseen reglamentaciones muy específicas, tales como la flotabilidad (que le dan la característica de salvavidas), etc.

2.4.7.5 Dimensiones generales del asiento Bus-Tipo

Sobre el tema hay en existencia muy poca bibliografía en Ecuador, la única información acerca del tema, es la norma NTE INEN 2 205, esta norma establece los requisitos que debe cumplir el bus de servicio urbano, de tal manera que proporcione un adecuado nivel de seguridad y comodidad al usuario, además esta norma explica algunos parámetros de construcción.

La NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 205:2010 segunda revisión, define ciertas medidas a las que se debe regir el fabricante de asientos de servicio urbano para la producción de asientos plásticos Bus-Tipo.

Es así que en el literal b.3 explícitamente manifiesta lo siguiente:

b.3) Asientos para pasajeros

b.3.1) Asientos y disposición. Los asientos deben ser fijos a la carrocería, de tal forma que se proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes de chasis para la distribución de las cargas a los ejes del vehículo.

Dimensiones y distribuciones (ver Anexo A, figura A.7, A.8 y A.9):

- Ancho mínimo del asiento (F): 400 mm

Espacio mínimo disponible para la instalación del asiento (G):

- Asiento individual: 400 mm
- Asientos continuos: 450 mm
- Profundidad mínima: 400 mm
- Altura desde el piso a la base del asiento: 400 mm*
- Ancho mínimo de espaldar: 400 mm
- Espacio entre espaldar y asidero de sujeción: 100 mm*

* Tolerancia admisible 5%

- Altura total del asiento: 900 mm*
- Ángulo entre el espaldar y la base del asiento: 100°- 105°
- Ángulo de inclinación de la base del asiento: 2°- 6°

Distancia entre asientos. La distancia mínima entre asientos será de 680 mm, medidos desde la parte posterior de un asiento y la parte anterior del siguiente.

Capacidad de pasajeros. La ocupación máxima de pasajeros de pie será de 6 por metro cuadrado y la capacidad mínima de pasajeros sentados debe ser el 20 % del total.

Sillas de uso preferencial. Cada bus y minibus urbano debe contar con sillas de uso preferencial, estos lugares se deben identificar, señalar y ubicarse lo más cerca posible a las entradas del bus y minibus. El número mínimo de sillas de uso preferencial debe ser el 12 % del número total de sillas del bus y minibus urbano, redondeando al número entero superior más cercano.

Seguridades. Los asientos no deben tener aristas o protuberancias de ninguna índole.

Material. Deben ser de tipo duro, lavable y antideslizante en las áreas de contacto.

- La estructura y fijación de los asientos debe cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034.⁸

⁸Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. *Vehículos automotores. Bus Urbano. Requisitos*. 2010. Pág. 12 - 13 - 22

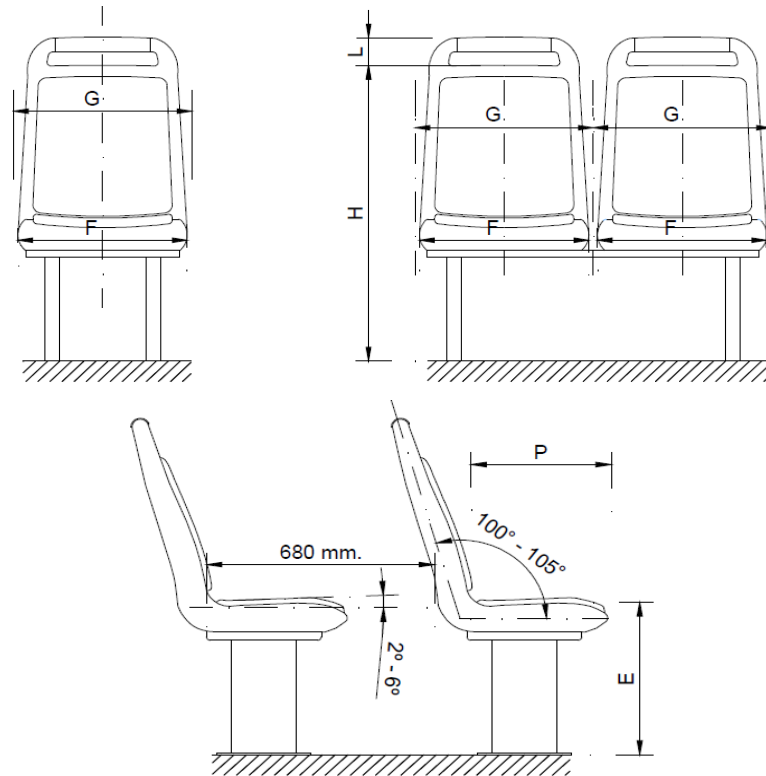


Figura 2.28 Anexo A.7. Dimensiones y disposición de asientos simples y continuos

Fuente: Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. *Vehículos automotores. Bus Urbano. Requisitos.* 2010. Pág. 22

2.5 HIPÓTESIS

H_i: Hipótesis: Un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC ayudará a la producción de partes plásticas para el ensamble del asiento Bus Tipo.

H_o: Hipótesis nula: Un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC no permitirá la producción de partes para el ensamble del asiento Bus Tipo.

2.5.1 Unidades de observación o de análisis

Las unidades de análisis en el siguiente estudio y que además estarán sometidos a observación son todos recursos a utilizarse estos son costos, tiempos de producción, mano de obra, etc., todos estos factores son de suma importancia ya que de estos depende la optimización de recursos y un aspecto esencial que es el precio del producto final.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: Molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC

Variable Dependiente: Producción de partes plásticas para el ensamble del asiento de servicio urbano Bus-tipo.

Término de relación: El término de enlace lógico que permite la relación entre variables y las unidades de observación o de análisis es:

Ayudará

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Para un diseño adecuado de un asiento de servicio público existe una cantidad de variables por lo que hay que analizar los distintos casos de una forma particular.

Es así que algunos de los factores de importancia y que estiman a que el cliente en este caso los carroceros se sienta atraído por el producto son los que ofrecen estética, confort y calidez hacia el producto (como es el color, forma, textura, etc.) este último refiriéndose al usuario.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y para que el producto final tenga éxito en el mercado carroceros, el asiento plástico Bus-tipo que se pretende diseñar debe superar los niveles de producción de la butacas plásticas existente ya en el mercado.

Por tal razón el enfoque que se dará a la siguiente investigación, es un enfoque cualitativo, ya que se tomará datos, parámetros y medidas de otros asientos plásticos, sin dejar de lado las normas a las que se rigen dichos patrones de diseño, con los datos obtenidos se empezara el diseño y mecanización de los diferentes moldes de inyección para el ensamble del asiento plástico basados en sistemas CAD/CAM y CNC los cuales nos ayudaran a planificar de una forma adecuada la producción de las butacas de servicio urbano.

3.2 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Modalidad

La investigación abarcara diferentes modalidades entre las que destacan la bibliográfica ya que tendrá apoyo de diferentes fuentes de carácter documental, es

así que se fundamentara en la consulta de libros y en especial de normas relacionados con la temática en cuestión.

Además tendrá una modalidad basada en la experimentación ya que por medio de la observación, en este caso se realizara una medición de los diferentes parámetros de diferentes asientos ya existentes en el mercado para obtener patrones que ayuden al subsiguiente diseño del mismo.

Por último, otra modalidad será la curricular ya que se basara en conocimientos adquiridos durante los años de formación universitaria, con la colaboración de docentes relacionados con el tema.

3.2.2 Tipo

Se realizará una investigación de tipo exploratoria ya que se realizará un primer acercamiento científico al problema ya que las condiciones, procesos y materiales de trabajo aun no estan completamente definidas.

La investigacion a realizarse será de tipo explicativa ya que como su nombre lo indica se explicará todo lo relacionado con los parametros que se necesita en el diseño y el posterior mecanizado de los moldes de inyección los cuales nos permitirán el ensamble del asiento plástico de servicio urbano conocido como bus tipo, es decir nos servirá como una guía para la construcción de moldes de inyección basados en sistemas CAD/CAM y CNC, ademas se analizará el problema propuesto por medio de interrogantes las cuales nos ayudarán a la comprensión y entendimiento del tema en discusión, este tipo de investigacion nos ayudará en la comprobación de la hipótesis planteada y se dará solucion mediante el planteamiento de una propuesta.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

Para la siguiente investigación se tiene como muestra los siguientes moldes utilizados para la inyección de plástico.

La norma DIN E 16 750 “Moldes de inyección para materiales plásticos” contiene una división de los moldes según el siguiente esquema:

- Moldes estándar (molde de dos placas),
- Molde de mordazas (molde de correderas),
- Molde de extracción por segmentos.
- Molde de tres placas,
- Molde de pisos (molde sándwich),
- Molde de canal caliente.

3.3.2 Muestra

Por medio del estudio a realizarse y tomando en cuenta parámetros de importancia al momento del diseño se ha tomado como muestra un molde estándar de dos placas, con modificaciones las cuales permitan el desmoldeo de las piezas.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Hipótesis:

Un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC ayudará a la producción de partes para el ensamble del asiento de servicio urbano Bus Tipo.

Tabla 3.1 Operacionalización variable independiente				
Estudio de un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC				
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>Molde de inyección: Elemento hueco, de acero especial que es llenado con un polímero para producir una pieza con la forma deseada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Molde 	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de moldeo 	<ul style="list-style-type: none"> • Molde dos placas con postizos y carros deslizantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica (libros, internet, manuales, catálogos). • Observación.
			<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de inyección • Superficie máxima de moldeo 	
<p>Sistemas CAD/CAM: Proceso en el cual se utilizan los ordenadores con la aplicación de tecnología informática adecuada, para mejorar el diseño, desarrollo y fabricación de productos.</p> <p>Sistemas CNC: Proceso de automatización de máquinas-herramientas por medio de un lenguaje de programación en base a instrucciones, coordenadas y códigos numéricos normalizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales del molde 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Acero AISI 1018 (Placa porta molde) • Acero AISI 1018 (Placa porta cavidades) • Acero AISI P20 (Placa de cavidades o postizos) • Acero AISI 4340 (Guiado y expulsión) 	
			<ul style="list-style-type: none"> • Mecanizado 	
Elaborado por: El Autor				

<p align="center">Tabla 3.2 Operacionalización variable dependiente</p> <p align="center">Producción de partes plásticas para el ensamble del asiento de servicio urbano Bus-Tipo</p>				
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
<p>Producción de partes plásticas: Proceso adecuado para piezas de consumo a gran escala. La materia prima se puede transformar en un producto acabado en un solo paso. Para la economía del proceso es decisivo el número de piezas por unidad de tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de inyección • Número de piezas por unidad de tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál el tiempo del ciclo de inyección? • ¿Cuál es el número de asientos producidos por hora? 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Bibliográfica (libros, internet, manuales, catálogos). • Observación.
<p>Elaborado por: El Autor</p>				

3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se realizarán estudios de tipo bibliográfico y experimental. Las técnicas de investigación serán observación directa utilizando un cuaderno de notas con una metodología estructurada, recolección de información de libros e internet.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

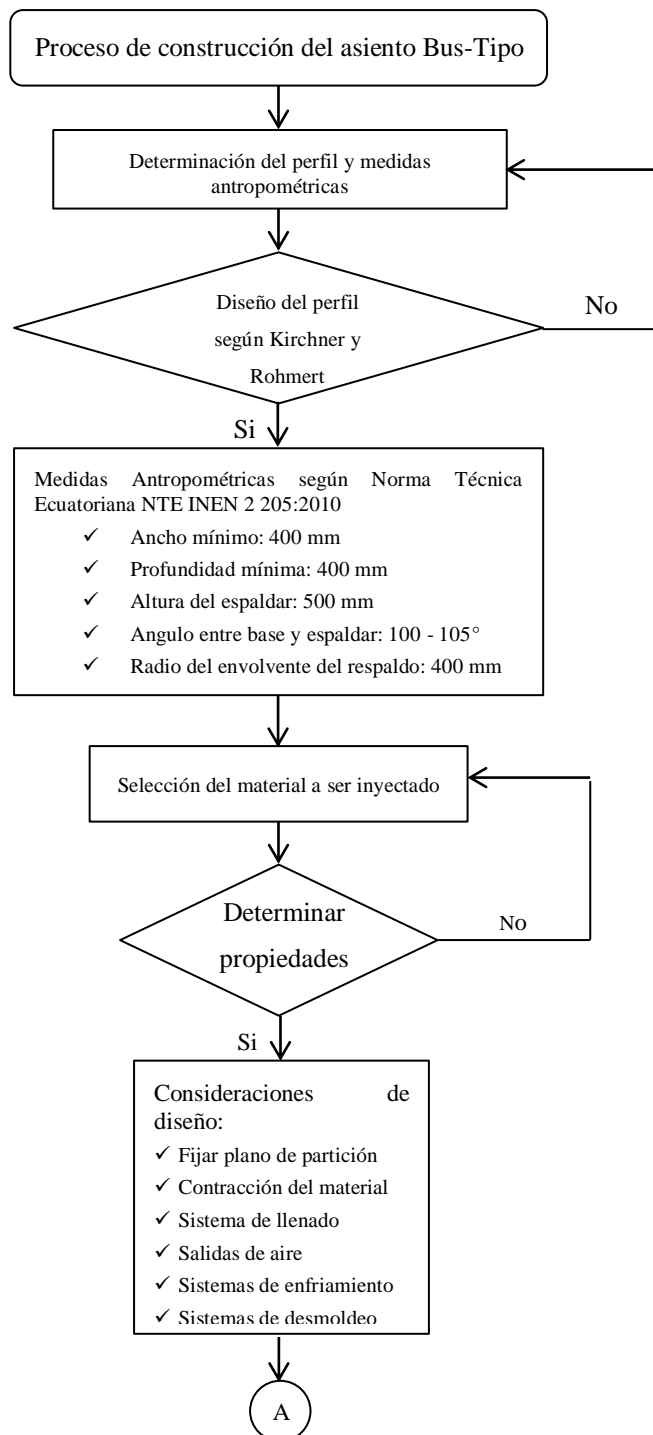
El presente proyecto nos servirá como una guía de construcción de moldes de inyección basados en sistemas que ayudaran a que el diseño, mecanizado y producción de los moldes para el asiento plástico sea más óptimo, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Ergonomía y antropometría del asiento
- Material del asiento a producirse
- Parámetros de construcción de los moldes
- Máquinas – herramientas de fabricación del molde
- Parámetros de mecanizado, etc.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADO



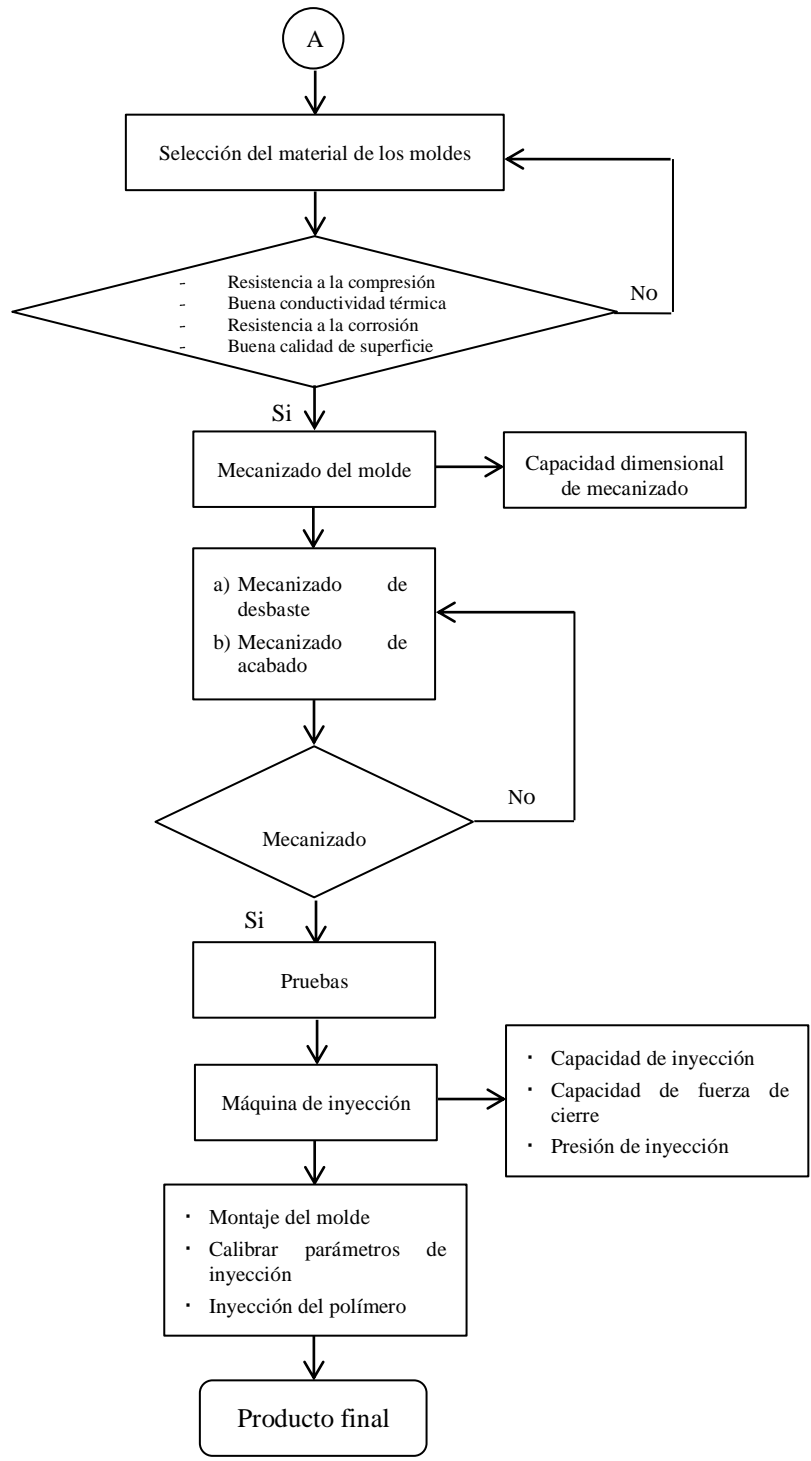


Figura 4.1 Diagrama del proceso del proceso de construcción del asiento Bus-Tipo
Fuente: El Autor

4.1.1 Criterios para la construcción del perfil del asiento Bus–Tipo

Tomando en cuenta lo expuesto en la parte en donde se habla acerca de la ergonomía, antropometría y dimensiones generales del asiento (literal 2.4.7) se ha seleccionado las siguientes medidas y parámetros, que serán de mucha ayuda e importancia al momento del diseño de los diferentes moldes para el ensamble del asiento Bus–Tipo.

- Como el viajar se puede tomar como una tarea general y no es una labor en la cual se necesita un movimiento de brazos continuo, además no se la puede comparar como una labor en donde el individuo realice movimientos con la cabeza levantada, es decir con la visión por encima de la horizontal, entonces se necesita un respaldo que proteja la zona lumbar – dorsal.
- Tomando en cuenta los perfiles de diseño según Kirchner y Rohmert se puede establecer una similitud de la posición con la que el pasajero viaja con la postura tipo I, II, III, IV, V en donde se observa movimientos breves u ocasionales de descanso, esta postura se la emplea cuando se debe aguardar, con un apoyo natural de nalgas y muslos, en esta postura no se necesita realizar esfuerzos considerables.
- Además para la construcción del perfil se tomó en cuenta los diseños de otros modelos de asientos que existe en el mercado que se muestran a continuación.

En la siguiente gráfica se visualizan dos tipos de asientos ergonómicos de empresas constructoras especializadas en butacas plásticas para carrocerías de servicio urbano.

ESTEBAN

EMPRESA CONSTRUCTORA DE ASIENTOS ALEMANA



MARCOPOLO

EMPRESA CARROCERA BRASILEIRA



Figura 4.2 Diferentes tipos de asientos tomados como modelos para la obtención del perfil

Fuente: El autor

a) Descripción del perfil

- Los asientos que actualmente se comercializan en el país se visualiza que la curva lumbar – dorsal está definida por todo el ancho del asiento, esta curva no permite una comodidad adecuada del usuario, ya que el pasajero al sentarse y al poco tiempo de un viaje este empieza a sentir molestias en tal zona.
- Al momento de la construcción del modelo se ha tomado en cuenta los perfiles de otros tipos de asientos en donde la curva de la zona lumbar – dorsal no se encuentra muy pronunciada, esta curva parte desde el medio del asiento y va tendiendo a desaparecer en los extremos del asiento como se denota en la figura 4.2.

- En los modelos de la figura 4.2 a más de no tener una curva tan pronunciada, adicionalmente se visualiza una envolvente a lo largo del espaldar y del asiento con un radio de 400 mm que según la norma DIN 4551 establece.

4.1.2 Parámetros de diseño del asiento Bus-Tipo

Para el diseño de todo mueble es necesario conocer las medidas antropométricas del ser humano (apartado 2.4.7.3). El asiento, a pesar de su ubicuidad y dilatada vida, continúa siendo uno de los elementos peor diseñados del espacio interior.

Una silla antropométricamente correcta no tiene por qué ser cómoda. Y aquel diseño que no esté en función de las dimensiones y tamaño del cuerpo humano será infaliblemente molesto.

a) Altura recomendada para asientos

La altura a la que se halla el asiento con respecto al suelo es uno de los puntos básicos del diseño. Si es excesiva se produce una compresión en la cara inferior de los muslos, con la consecuente sensación de incomodidad y eventual perturbación de la circulación sanguínea. Un contacto insuficiente entre la planta del pie y el suelo merma la estabilidad del cuerpo. Si el asiento es demasiado bajo, las piernas pueden extenderse y echarse hacia delante y los pies quedan privados de toda estabilidad.

De manera general se dará que una persona alta se encuentra más cómoda sentada en una silla baja que otra de poca estatura en una alta. La altura poplítea, según un enfoque antropométrico (apartado 2.4.7.3), es una medida a extraer de tablas (tabla 2.9), con el objeto de definir la altura adecuada de asiento. La serie inferior de la tabla, correspondiente al 5 percentil, es la más recomendable, pues comprende al sector de población con dimensiones de cuerpo menores, el planteamiento lógico es que si la altura de asiento acomoda a toda persona con menor altura poplítea, también lo hará con quienes la tengan mayor. La distancia poplítea que corresponde al 5 percentil es igual a 394 mm para los hombres y 356 mm para las mujeres.

b) Profundidad del asiento

Otra de las consideraciones básicas del diseño es la profundidad del asiento, si la profundidad es excesiva, el borde o arista frontal del asiento comprimirá la zona posterior de las rodillas y entorpecerá el riego sanguíneo a piernas y pies. Para disminuir el malestar en las piernas, el usuario desplazará las nalgas hacia adelante, con lo que la espalda queda con falta de apoyo, se reduce la estabilidad corporal y, en compensación, se intensifica el esfuerzo muscular. El resultado final es cansancio, incomodidad y dolor de espalda.

Una profundidad de asiento demasiado pequeña provoca una desagradable situación al usuario, que tiene la sensación de caerse de bruces y, además, para personas de muslos bajos, no presta suficiente superficie de apoyo.

La longitud nalga – poplíteos la que, consultada en las tablas (tabla 2.9), nos dará la profundidad de asiento idónea. Tomando en cuenta una largura nalga – poplíteo (tabla 2.9 literal 14) de 5 percentil, corresponde a un valor de 429 mm para hombres, y 422 mm para mujeres, estas medidas proporcionarán una adecuada confortabilidad al usuario.

c) Espaldar del asiento

La función esencial del respaldo es dotar de apoyo a la región lumbar. Aunque el tamaño, configuración y colocación del respaldo es una de las consideraciones más relevantes, con objeto de asegurar el perfecto acoplamiento usuario – silla, también es el componente de dimensionado más arduo.

Está comúnmente admitido que la principal función del respaldo es suministrar soporte a la región lumbar o a las espaldas de tamaño pequeño, es decir, la zona cóncava que se extiende desde la cintura hasta la mitad de la espalda. La configuración que reciba el respaldo buscará recoger el perfil espinal, singularmente en la zona lumbar. Se evitará que el acoplamiento sea tan completo que impida cambiar la posición del cuerpo.

La altura total del respaldo varía con la clase o previsión de uso que se otorga a la butaca. Probablemente, basta con proporcionar un apoyo congruente a la zona lumbar, como se verifica en el tradicional asiento de secretaria, a toda la espalda, incluyendo la nuca, como en sillas reclinables, o a zonas intermedias, como en asientos de usos múltiples. Hay que pensar también en dar holgura suficiente que reciba la prominencia de las nalgas, holgura que puede ser en forma de espacio libre, retroceder respecto a la superficie de asiento y a la zona lumbar o proveerse mediante un relleno blando en la zona pertinente de asiento.

d) Apoyabrazos

Los apoyabrazos desempeñan varias funciones: cargan con el peso de los brazos y ayudan al usuario a sentarse o levantarse. Si la silla se emplea en la práctica de algún trabajo, por ejemplo, en el manejo de paneles de control, serán superficie de reposo de brazos.

El dimensionado y situación de estos componentes depende de distintos factores. La altura debe estar adecuada a la misma en la cual el codo se encuentra en reposo, medida que se tiene al tomar la distancia que separa la punta del codo de la superficie de asiento (tabla 2.9). La cuestión se centra en los datos del percentil por el que se opta.

4.1.2.1 Parámetros dimensionales de diseño para el asiento bus-tipo⁹

- 95 percentil para el ancho del asiento: Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 400 mm
- 5 percentil para la profundidad del asiento : Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 400 mm
- 50 percentil para la altura del asiento: Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 500 mm

⁹Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010. *Vehículos automotores. Bus Urbano. Requisitos*. 2010. Pág. 12 - 13 - 22

- Ángulo entre la base y el espaldar del asiento: Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 100 – 105°
- Radio de la envolvente del respaldo: Según norma DIN 4551 = 400 mm
- Espacio entre espaldar y asidero de sujeción: Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 100 mm
- Ángulo de inclinación de la base del asiento: Según norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010 = 2 – 6°

4.1.3 Selección del material a ser inyectado

Generalmente el material a ser inyectado lo indica el diseñador del producto. Sin embargo en forma breve citaremos las características más importantes para la selección del material.

Tabla 4.1 Características fundamentales para la selección del material a ser inyectado	
<p>Propiedades mecánicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la tracción. - Resistencia al choque. - Resistencia a la compresión y - Dureza. 	<p>Propiedades químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad frente a alcoholes, compuestos aromáticos, gasolina, grasas, aceites y ácidos.
<p>Propiedades térmicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad térmica. - Conductibilidad térmica. - Dilatación térmica. - Temperatura de uso. 	<p>Propiedades físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transparencia. - Opacidad. - Neutralidad de olor y de sabor. - Permeabilidad al gas, vapor de agua y a los aromas.
<p>Fuente: [12] SALGADO, José. (1992). Pág. 15 – 17.</p>	

En base a todas estas propiedades se hace un análisis de los puntos favorables y desfavorables de cada uno de ellos, en función del fin al que está destinado el producto final.

4.1.4 Consideraciones previas al diseño del molde del asiento Bus-Tipo¹⁰

A continuación se detallará los principales puntos a tomarse en cuenta, para simplificar al máximo el diseño, sin que afecte a las características exigidas a la pieza en función del uso a que se destinan.

- a) Se debe fijar un plano de partición (P.P.), ya que por perfecta que sea la unión de las dos mitades del molde y aunque no permita la salida de rebaba dejara su huella en la pieza moldeada, por esta razón el plano de partición deberá situarse de forma que las marcas que se produzcan sean lo menos visible y en el caso de formación de posibles rebabas sean eliminadas fácilmente.
- b) Las dimensiones y el peso de la pieza deben ser lo menor posible.
- c) En todas las superficies que estén situadas en la dirección del movimiento de apertura y cierre del molde, han de realizarse con una determinada inclinación para facilitar el desmoldeo de la pieza.

El valor adecuado de esta conicidad oscila entre 3/4 y 1°, es decir del 1.2 al 1.7% de la altura de la pieza.

- d) En las secciones de pared se debe mantener la uniformidad, procurando evitar los cambios bruscos de sección.

En la mayoría de los termoplásticos corrientes el espesor mínimo suele estar comprendido entre 0.5 y 0.9 mm por 100 mm de camino de flujo.

- e) Las piezas no deben tener bordes fijos o cortantes que durante su manejo pueden sufrir roturas, igualmente las secciones nunca deben ser tan delgadas que disminuyan la facilidad del flujo de material.
- f) Para conseguir buena fluidez del material dentro del molde se necesita amplios radios en las esquinas, evitando en lo posible los cantos vivos y los laterales rectos.

¹⁰MENGES, Georg; MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. El molde de inyección. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980.

g) Los termoplásticos inyectados en forma disgregada en un molde frío disminuye su volumen durante el enfriamiento se “contraen”, ésta contracción influye directamente en las dimensiones de las piezas.

A continuación se muestra el porcentaje de contracción que debe tomarse en cuenta al momento del diseño de los moldes.

Tabla 4.2 Contracciones de algunas clases de plásticos			
Clase de plástico	Contracción en %	Clase de plástico	Contracción en %
Poliamida 6	1 – 1.5	Policarbonato	0.8
Poliamida 6 + fibra de vidrio	0.5	Copolimero de acetato	2
Poliamida 6.6	1 – 2	Cloruro de polivinilo duro	0.5 – 0.7
Poliamida 6.6 + fibra de vidrio	0.5	Cloruro de polivinilo blando	1 – 3
Polietileno baja densidad	1.5 – 3	Acrilonitrilo – butadieno – estirenopolipropileno	0.4 – 0.6
Polietileno alta densidad	2 – 3	Polipropileno	1.2 – 2
Poliestireno	0.5 – 0.7	Acetato de celulosa	0.5
Estireno – acrilonitrilo	0.4 – 0.6	Acetobutirano de celulosa	0.5
Polimetacrilato	0.3 – 0.6	Propionato de celulosa	0.5
Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Pau. (1980). Pág. 140.			

4.1.4.1 Sistema de llenado

El sistema de alimentación o llenado tiene como función la de recibir el material de moldeo fundido procedente de la boquilla de inyección de la máquina y conducirlo hasta la cavidad del molde.

Este sistema consta fundamentalmente de las siguientes partes:

- Bebedero
- Canales de alimentación y distribución
- Entradas o puntos de inyección y cavidad de moldeo

- a) **Bebedero:** El bebedero a utilizarse en la construcción de los moldes del diseño son bebederos cónicos con una superficie de contacto curvada entre la boquilla y el manquito del bebedero.
- b) **Canales de alimentación y de distribución:** En el presente diseño el sistema de alimentación está constituido únicamente por el canal cónico de entrada, es así que en los moldes a construirse se prescinde de los canales de distribución y de estrangulamiento ya que el bebedero está conectado directamente a la pieza a inyectarse.
- c) **Entradas o puntos de inyección:** Para conseguir un llenado perfecto de todas las cavidades, se ha seleccionado entradas de tipo directo y laterales, con este tipo de entradas se garantizará que:
- La entrada solidifique inmediatamente después de que se haya llenado la cavidad.
 - La separación de la entrada pueda realizarse con facilidad e incluso en algunos casos esta separación sea automática.
 - Después de la separación de la entrada, sólo que de una pequeña marca en el artículo.

4.1.4.2 Salidas de aire

Por lo general el material inyectado a altas presiones, comprime el aire ocluido en los puntos alejados de la entrada de la cavidad, sufriendo una compresión adiabática que da lugar al aumento de temperatura y que ocasiona señales de quemaduras sobre la superficie de la pieza moldeada, obteniendo piezas con poca solidez, presencia defectuosa, extracción difícil y frecuentemente el llenado no es completo.

Paralelamente el ciclo obtenido es poco eficiente este inconveniente se manifiesta más ampliamente en cavidades profundas o de forma complicada y en ciclos de producción muy rápidos.

En líneas generales se puede indicar que los respiraderos o salidas de aire se debe colocar en los puntos más alejados de la entrada a la cavidad, es decir en aquellas zonas donde se reúnen los distintos frentes de flujo.

Este aire tiene suficientes posibilidades de salida por el plano de partición, a los expulsores y muchas veces es necesario construir la matriz en varias piezas para aprovechar la holgura en los ajustes de los mismos.

La respiración de los moldes puede conseguirse también ajustando la fuerza de cierre de forma que el molde pueda abrirse ligeramente al efectuar el llenado sin embargo hay que dosificar exactamente el volumen de inyección para evitar la formación de rebabas en la pieza.

Como es lógico las dimensiones de las salidas de aire dependerán de la fluidez del material, por los buenos resultados obtenidos, se ha adoptado un canal de 3 – 6 mm de anchura por 0.03 mm de profundidad¹¹, para polímeros como el polipropileno, polietileno, poliestireno, etc.

En los moldes a diseñarse se colocará salidas de aire en las siguientes piezas:

- Placas de apoyo
- Machos exteriores
- Placas de porta cavidades
- Postizos
- Machos interiores

Con lo cual se garantizará obtener piezas moldeadas en buenas condiciones.

4.1.4.3 Enfriamiento del molde

La temperatura del molde es tan importante que precisamente es este parámetro el que rige el ciclo de moldeo. Si la temperatura del molde es alta, el material fluirá más caliente y por tanto mayor será el tiempo de enfriamiento requerido para que la pieza solidifique y pueda ser desmoldeada y si el enfriamiento es enérgico puede ocurrir la solidificación antes del llenado total de las cavidades. Es, pues necesario un equilibrio justo entre ambos extremos para obtener el ciclo óptimo de inyección.

¹¹MENGES, Georg; MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. El molde de inyección. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pag 105 – 106 – 107.

La duración del ciclo de moldeo es siempre demasiado breve para que el calor del material pueda ser dispersado por simple conducción a través de la masa metálica del molde. El calor al no poder ser dispersado con suficiente rapidez, se acumula en el molde, retardando el intercambio térmico entre éste y el material e impidiendo por consiguiente el enfriamiento y el endurecimiento de los objetivos moldeados. En la siguiente tabla se indican las temperaturas de pared del molde para algunas masas de inyección.

Tabla 4.3 Temperaturas de elaboración y del molde para algunas masas de inyección		
Material	Temperatura de elaboración [°C]	Temperatura del molde [°C]
Polietileno baja densidad	170 – 260	0 – 70
Polietileno alta densidad	220 – 320	0 – 70
Poliestireno normal	200 – 250	30 – 60
Poliestirenoantichoque	200 – 250	30 – 60
Poliamida 6	240 – 290	60 – 100
Poliamida 6 + fibra de vidrio	260 – 310	80 – 120
Poliamida 6.6	260 – 300	40 – 120
Poliamida 6.6 + fibra de vidrio	280 – 320	60 – 120
Poliamida 6.10	230 – 260	80 – 120
Estireno – acrinolitrilo	230 – 260	50 – 80
Polimetacrilato	170 – 230	40 – 90
Policarbonato	280 – 310	85 – 120
Copolímero acetal	180 – 230	70 – 130
Cloruro de polivinilo blando	180	20 – 80
Cloruro de polivinilo duro	160 – 190	20 – 80
Polipropileno	180 – 280	0 – 80
Acetato de celulosa	180 – 230	40 – 80
Acetobutirano de celulosa	180 – 220	40 – 80
Propionato de celulosa	180 – 220	40 – 80
Acrinolitriilo-estireno-butadieno (ABS)	180 – 240	50 – 80

Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980) .Pág. 108.

Ejecución práctica de los canales de enfriamiento¹²

Por razones de coste se encuentra frecuentemente canales de enfriamiento rectilíneos, los cuales cruzan el molde, esta distribución de canales paralelos será utilizada ya que es recomendable para piezas rectangulares.

Para refrigerar los moldes, mediante circulación de agua a través de canales practicados en las placas ya sea de la parte fija o móvil del molde, la disposición de los canales de refrigeración debe hacerse de forma que la absorción del calor del molde sea uniforme; el diámetro de estos canales va de 7 a 10 mm en piezas hasta 100 gr y de 12 a 16 mm para piezas superiores a 100 gr.

Como la inyección de las piezas de los moldes a diseñarse se lo realizará por el centro, entonces el sistema de enfriamiento ha de dividirse, de modo que el líquido tenga que recorrer el mismo camino para el enfriamiento de las mitades derecha e izquierda.

Debido a la complejidad del diseño del molde y tomando en consideración las recomendaciones anteriores, se refrigerará placas, postizos hembras, casquillos porta machos y los machos interiores en forma independiente para cada uno de ellos con lo cual se obtiene un enfriamiento uniforme para el molde.

4.1.4.4 Desmoldeo de las piezas obtenidas por inyección

Una vez enfriada y solidificada la pieza, hay que extraerla del molde, es decir, desmoldearla. El caso ideal sería aquel en que la pieza cayese por gravedad al abrir el molde, separándose de la cavidad o del núcleo. Pero la pieza queda retenida por resaltes, fuerzas de adherencia y tensiones internas, por lo que hay que desprenderla del molde mediante dispositivos especiales. Por lo general, los dispositivos de desmoldeo se accionan mecánicamente, aprovechando la carrera de apertura de la máquina.

¹² MENGES, Georg; MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. Ejecución práctica de los canales de enfriamiento. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pág. 125.

El sistema a utilizarse en el diseño de los moldes y el más conocido opera con varillas expulsoras o pernos de empuje normalizados según DIN 1530, que separan la pieza del núcleo. Estas varillas han de emplearse en cantidad suficiente, distribuyéndolas de modo que las piezas puedan desmoldearse sin deformaciones ni deterioros. Para que las varillas tengan un fácil movimiento en el molde, se esmerila el vástago con gran exactitud, recomendándose para el mismo una tolerancia g6 y para el agujero de la varilla da buenos resultados la tolerancia H7¹³, se utilizan varillas expulsoras nitruradas o templadas según los requerimientos.

Según su aplicación existen diversas modalidades de ejecución:

- a. Las varillas de vástago cilíndrico con cabeza cónica, este tipo se emplea cuando no existe especiales exigencias en cuanto a la transmisión de fuerzas. Se emplea con $\varnothing 3 - 16$ mm y una longitud de hasta 400 mm.
- b. Las varillas de vástago cilíndrico con cabeza cilíndrica se adopta cuando se precisa una gran fuerza de eyección. Se emplea con $\varnothing 3 - 16$ mm y una longitud de hasta 400 mm.
- c. Las varillas con cabeza cilíndrica y vástago con espiga en el extremo de menor diámetro, se utiliza cuando la superficie de ataque sobre la pieza es muy pequeña y la fuerza necesaria reducida. Se emplea con 1.5 - 3 mm y una longitud de hasta 200 mm.

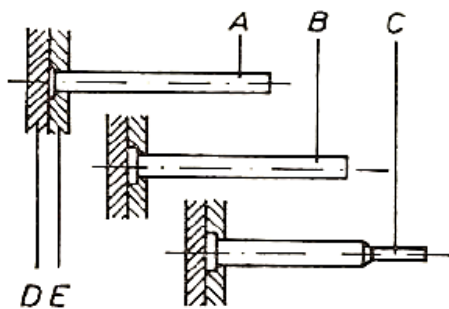


Figura 4.3 Representación esquemática de varias varillas expulsoras

A. Varilla de cabeza cónica y vástago cilíndrico; B. Varilla de cabeza y vástago cilíndrico; C. Varilla de cabeza cilíndrica y espiga en el extremo; D. placa base de la varilla expulsora; E. Placa de fijación de la varilla expulsora.

Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980). Pág. 153.

¹³MENGES, Georg; MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. Medios de accionamiento o configuración de las varillas. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pág. 152

4.1.4.5 Sistemas de eyección especiales

a) Retroceso de eyectores

Los expulsores de toda clase se pueden hacer retroceder de diversos modos, los cuales se basan en la actuación de barras de retroceso, resortes o dispositivos especiales.

En muchos moldes, el mecanismo eyector retrocede gracias a fuertes resortes que actúan al cerrar el molde. Los resortes tienen que vencer con seguridad las fuerzas de rozamiento, a veces considerables de los dispositivos expulsores y del perno guía del eyector. Si la fuerza del resorte no es suficiente, el molde se dañará al cerrarse. La duración del resorte depende del tipo y la magnitud del esfuerzo, del número de ciclos, lo que apenas se controla. Por ello es aconsejable montar en estos moldes un seguro de retroceso, combinándose muchas veces los resortes con las barras de retroceso.

b) Moldes con resaltes de cualquier tipo

Las piezas con resaltes exigen una forma especial de desmoldeo. Para el desmoldeo de las piezas hay que descomponer el movimiento de apertura de la máquina en un movimiento lateral de las correderas o núcleos accionados por la misma. Para ello se emplean pernos inclinados y correderas acodadas, en la figura 4.4 y 4.5 se muestra una comparación de ambos elementos con las dimensiones características para su construcción y montaje.

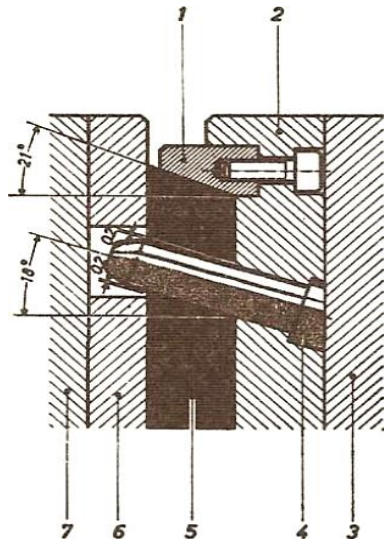


Figura 4.4 Representación esquemática de la disposición constructiva a base de pernos inclinados.

1, superficie de cierre; 2, placa anterior; 3, plato portamolde; 4, perno inclinado; 5, elemento móvil de molde que debe accionarse; 6, placa posterior; 7, placa intermedia.

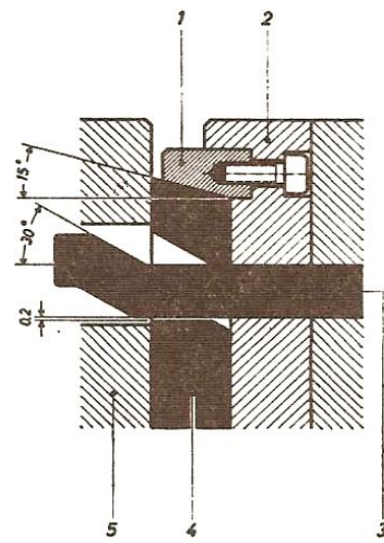


Figura 4.5 Representación esquemática de la disposición constructiva a base de correderas acodadas.

1, superficie de cierre; 2, placa anterior de molde; 3, corredera acodada; 4, elemento móvil de molde que debe accionarse; 5, placa posterior de molde.

Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980). Pág. 183.

En el presente diseño para el desmoldeo de las piezas inyectadas se utilizará pernos inclinados ya que el diseño, producción y montaje de las mismas es más sencillo que el de las correderas acodadas.

El ángulo de inclinación de los pernos puede oscilar entre 15 y 25° ya que de este modo se han obtenido buenos resultados prácticos. Los ángulos grandes facilitan el accionamiento, mientras que los pequeños producen un elevado esfuerzo sobre los pernos, para evitar un endurecimiento, el ángulo no será en ningún caso menor a 6°. la inclinación de los pernos ha de ser siempre menor que la superficie de cierre; se recomienda mantener el ángulo de la superficie de cierre unos 2 a 3° más inclinados, para compensar el juego entre el perno y el agujero.¹⁴

¹⁴MENGES, Georg; MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. Moldes con resaltes de cualquier tipo. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pág. 183.

4.1.4.6 Elementos de centrado y de guía de los molde

a) Guía y centrado de exteriores

Los moldes de inyección necesitan ser guiados, tanto exterior como interiormente para cuidar que los elementos de moldeo coincidan exactamente y de que el molde cierre herméticamente. Si los elementos de moldeo no coinciden pueden chocar mutuamente y deteriorarse bajo la influencia de las elevadas fuerzas de cierre. Además con los moldes descentrados la pieza presentaría distintos espesores de pared no correspondiendo a las medidas exigidas.

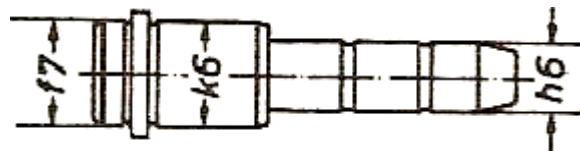
Exteriormente el molde es guiado con el anillo de centrado o el bebedero. El mismo que se adapta a una abertura del plato portamolde por el lado de la boquilla, asegurando una alineación del molde con respecto a la boquilla de la máquina y del sistema de cierre.

b) Guía y centrado de interiores

En los moldes a diseñarse para el guiado interno se utilizará pernos de guía, que se trata de pernos que sobresalen de una de las mitades del molde cuando este se encuentra abierto y, al efectuar al cierre, se introducen con un ajuste perfecto en los orificios de los casquillos y manguitos de acero templado previstos en la otra mitad.

Para obtener guías con un centrado adecuado del molde, los pernos de guía deben tener un acabado con una tolerancia h6 en la zona guía o espiga, una tolerancia k5 en la zona de vástago y una tolerancia f7 en la zona del centrado (figura 4.6). El diámetro en el punto de unión ha de estar reducido en 0.2 mm. La longitud de los pernos de guía depende la profundidad de los vaciados del molde.

Figura 4.6 Tolerancias en los pernos de guía



Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980). Pág. 194.

Para los casquillos, las tolerancias han de ser H7 en el agujero de la zona de guía, k5 en el diámetro exterior cuando el casquillo una prolongación para el centrado, y k6 en el mismo diámetro exterior cuando la tiene.

La prolongación para el centrado debe ir afectando de la tolerancia f7. El diámetro de la valona puede rebajarse en 0.2 mm. La longitud de los casquillos depende del diámetro del agujero, debiendo quedar entre 1.5 y 3 veces dicho diámetro.

El agujero para alojar el casquillo en el molde tendrá una tolerancia H7. En la figura 4.7 se muestra dos formas de casquillos, los que tienen prolongación para centrado sirven para la fijación de los distintos platos portamoldes.

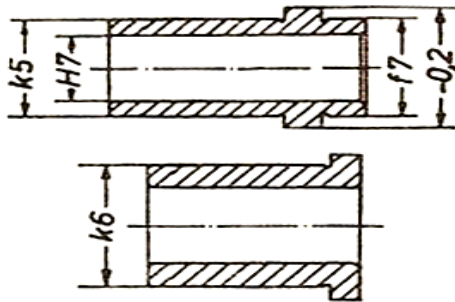


Figura 4.7 Formas de los casquillos de guías con sus tolerancias más frecuentes.

Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980), pag 195.

Las figuras 4.8 a 4.10 presentan algunos ejemplos de montaje de casquillos y pernos de guía.

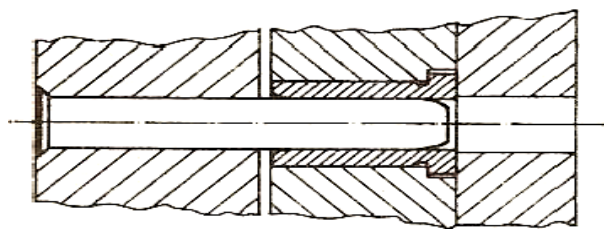


Figura 4.8 Pernos de guías sin ranura de lubricación

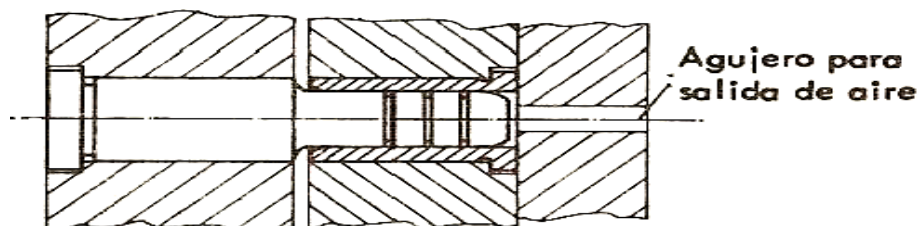


Figura 4.9 Perno con espiga

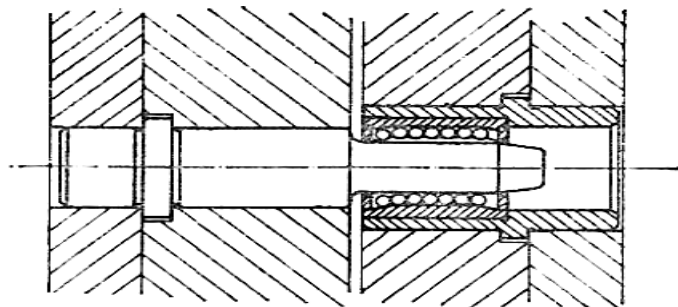


Figura 4.10 Unidad de guía con rodamientos de bolas

Fuente: [10] MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980). pag 195 - 196.

4.1.5 Materiales para la construcción del molde

4.1.5.1 Selección de materiales

Para la elaboración de moldes por el proceso de inyección, es indispensable que los moldes sean de gran calidad con una fabricación muy precisa y deben presentar una elevada duración.

Para la selección de los materiales se debe tomar muy en cuenta la parte técnica y económica del molde, en función de su rentabilidad, exigencias de la pieza, costos de fabricación, tiempo de ciclo y número de piezas que se han de fabricar.

El empleo de uno u otro material depende básicamente de la disponibilidad y utilización apropiada de los aceros, teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos que debe soportar debido a las fuerzas de cierre relativamente altas, junto con las presiones internas durante la inyección y el desgaste por rozamiento. En la fabricación de elementos de moldes se emplean diversos tipos de acero, por lo que el diseñador tiene a veces dificultades para una elección apropiada; las diversas designaciones comerciales de los productos del acero no proporcionan una gran claridad, aunque los principales suministradores editan folletos para su asesoramiento. En la mayor parte de los casos el fabricante de moldes, para la selección de materiales se apoya en las experiencias realizadas. A continuación se intenta dar un resumen general de las propiedades que se exige en los aceros para moldes.

- Máxima resistencia a la compresión, temperatura y abrasión para alcanzar su máxima duración
- La gran estabilidad de dimensiones, incluso con influencias térmicas relativamente amplias, en las condiciones de trabajo, para garantizar la exactitud de forma y dimensiones de las piezas
- Buena conductividad térmica para conseguir un buen atemperado del molde
- Gran resistencia a la corrosión en moldes que se han de utilizar para elaborar termoplásticos con componentes agresivos
- Suficiente resistencia a la atracción y tenacidad
- Buena calidad de la superficie (aptitud para el pulido)

Es así que para la construcción de los moldes del asiento Bus-Tipo se deberá tomar en cuenta, que un acero no puede poseer todas las propiedades anteriormente expuestas, es por ello que antes de fabricar los moldes, es preciso realizar un análisis de los requerimientos indispensables impuestas para su aplicabilidad de cada uno de los moldes y sus componentes, para una apropiada selección de entre la gama que ofrecen todos los suministros.

De acuerdo con los requerimientos y consideraciones de los moldes y sus componentes a continuación se muestra la selección de los aceros y los tratamientos a los cuales serán sometidos que cumplen con las especificaciones requeridas.

Tabla 4.4 Designación de materiales y tratamientos térmicos				
Elementos del molde	Material designación normalizada	Material designación comercial	Propiedades del material	Tratamiento superficial y térmico
Placas porta molde	AISI: 1018 AISI: 1015	Bohler: E 920	HB = 143 max Resistencia a la tracción = 410 - 520 N/mm ²	—
Placas porta cavidades	AISI: 1018 AISI: 1015	Bohler: E 920	HB = 143 max Resistencia a la tracción = 410 - 520 N/mm ²	—
Placas de cavidades o postizos	AISI/SAE: P20	Bohler: M 238 Bohman: 718	HB = 280 - 320 Resistencia a la tracción = 950 - 1100 N/mm ²	Templado Nitrurado
Guiado y expulsión	AISI: 4340 AISI: 01	Bohler: V 155 Bohman: DF2	HB = 240 - 380 $\emptyset \leq 16 \leq 40$ Resistencia a la tracción = 1100 - 1300 N/mm ²	Temple y Revenido
Fuente: BOHLER. (2011). <i>Manual de aceros especiales</i> . Ed. Segunda. BOHMAN. (2012). <i>Materiales de ingeniería</i> . Ed. Tercera.				

El acero AISI 1018 también conocido como acero E 920 según la empresa Bohler (Anexo A) será empleado en las placas porta moldes y las placas porta cavidades ya que son placas en donde no se aplicará cargas mecánicas muy severas, estas placas no serán sometidas a ninguna clase de tratamiento térmico ya que solo sirven de placas de respaldo, pero si se requiere de algún tratamiento térmico debido a que el número de unidades a producirse es elevado, es factible una cementación ya que esta clase de aceros contienen un alto porcentaje de manganeso.

Las placas de cavidades o postizos estarán construidas en un acero exclusivo para la fabricación de moldes plástico que según la empresa Bohler es un acero M 238 (Anexo B) y según la empresa Bohman se designa como un acero Stavax Supreme, se utilizara esta clase de acero ya el tipo de molde a construirse será de alta producción y se requiere que el material tenga una alta resistencia al desgaste, excelente pulibilidad, y buena maquinabilidad, etc, con este material se evitará

futuros costes por mantenimiento debido a las características mencionadas, al material se le suministrará un temple y un posterior nitrurado lo que mejora su resistencia al desgaste.

Para el guiado y la expulsión será necesario la utilización de un acero AISI 4340 o AISI 01 (Anexo C), este tipo de acero es un acero especial bonificado aleado al cromo – níquel – molibdeno, se requiere de este acero ya que este material estará sometido a altas exigencias de resistencia y tenacidad, además se requiere de este material por su estabilidad dimensional al momento de ser sometido a algún tratamiento térmico, como estas componentes están sujetos a un ajuste, al momento de proporcionarles un temple y un posterior revenido no deben tener deformación considerable.

4.1.6 Máquina CNC

El centro mecanizado que se utilizará para la producción de los moldes de inyección es de marca Hartford modelo VMS – 1020S control Fanuc serie Oi – MD a continuación se presenta las especificaciones técnicas:

CENTRO DE MECANIZADO VERTICAL.

Hartford VMS – 1020S

Control Fanuc OiMD

- Motor principal de 10 HP.
- Velocidad del husillo principal de 8000 RPM.
- 4 Guías Cuadradas en el eje X.
- Sople de aire para limpieza del husillo.
- Cambiador tipo sombrilla
- Control Fanuc OiMC.
- Sistema refrigerante de inundación.
- Sistema automático de lubricación.

Tabla 4.5 Especificaciones técnicas del centro de mecanizado	
Capacidades:	
Superficie de la mesa	1150 x 600 mm
Carga máxima admisible sobre la mesa	700 kg
Carrera del eje X	1000 mm
Carrera del eje Y	600 mm
Carrera del eje Z	510 mm
Velocidad de avance en corte	1 – 12 m/min
Velocidad de posicionamiento X, Y	20 m/min
Velocidad de posicionamiento Z	20 m/min
Peso total de máquina	5800 kg
Husillo:	
Revoluciones del husillo	10 – 8000 RPM
Conicidad de husillo	CAT V-40
Distancia min/max entre nariz del husillo y la mesa	100 – 610 mm
Motor del husillo	10 Hp
Precisión:	
Repetibilidad	+ / – .01 mm
De posicionamiento a carrera completa	+ / – .005 mm

En la figura 4.11 se muestra la máquina CNC que ayudará a la producción de los componentes que forman parte de los moldes de inyección para la producción del asiento Bus-Tipo.



Figura 4.11 Centro de maquinado vertical marca Hartford VMS – 1020S control Fanuc 0iMD

4.1.7 Máquina inyectora

Las dos partes más importantes de la máquina, son la unidad inyectora que abarca el dispositivo de aportación del material y la unidad de cierre que efectúa los movimientos de apertura y cierre del molde de inyección mientras que las unidades de potencia y control son necesarias para obtener los movimientos de aquellos y su programación, en este caso como se puede ver en la figura 4.12 se tiene una máquina inyectora vertical de marca Triulzi serie EL 2/200 PV.



Figura 4.12 Máquina inyectora vertical TRIULZI EL 2/200 PV

La máquina inyectora de plástico TRIULZI posee características técnicas particulares, (tabla 4.6) las que deberán tomarse en cuenta a la hora de trabajar en ella, estas características hacen que la inyectora funcione de una manera eficaz:

Tabla 4.6 Características técnicas de la Inyectora TRIULZI		
Marca: TRIULZI		
Modelo: EL 2/200 PV		
Año de construcción: 1977		
Fuerza de cierre	200	Ton
Carrera de placa móvil	450	mm
Espacio entre columnas	540	mm
Fuerza de inyección (regulable)	10	Ton
Máxima capacidad de inyección	2	Kg
Potencia del motor	30	HP
Máxima presión de trabajo	200	Bar
Dimensiones máximas del molde	900 x 540	mm
Peso	7000	Kg

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

- » Del apartado (4.1.1) en donde se explica acerca de los criterios de selección del perfil del asiento, se ha seleccionado un perfil por medio del estudio realizado y tomando en cuenta los modelos de donde se adquirió las dimensiones con las siguientes características:
 - Curva lumbar – dorsal parcialmente definida por el ancho del espaldar y asiento.
 - Envoltente de aproximadamente de 400 mm en el espaldar y parte del asiento según norma DIN 4551.

En la siguiente gráfica se visualiza el perfil construido por los parámetros anteriormente expuestos.

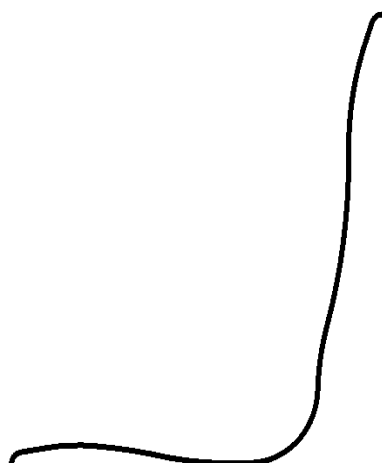


Figura 4.13 Perfil ergonómico del asiento Bus-Tipo.

Empleando los criterios ergonómicos estudiados y tomando en cuenta los perfiles de los modelos de otros asientos existentes en el mercado.

- » Además tomando en cuenta parámetros antropométricos y la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 205:2010, se ha llegado a determinar parámetros dimensionales que se ha de tener en cuenta al momento de modelar el asiento Bus-Tipo.

En el siguiente cuadro se muestra las medidas principales del asiento plástico.

Tabla 4.7 Parámetros dimensionales del asiento Bus-Tipo	
Ancho del asiento	417 mm
Profundidad del asiento	400 mm
Altura del asiento	500 mm
Ángulo entre la base y el espaldar del asiento	100°
Radio de la envolvente del respaldo	400 mm
Espacio entre espaldar y asidero de sujeción	100 mm
Ángulo de inclinación de la base del asiento	2°

- » Basándose en las consideraciones de la tabla 4.6 y en especial la capacidad de inyección de la máquina que es de 2kg, se diseñará un asiento dividido en una forma proporcional, con esto se asegurará que todas las piezas diseñadas se encuentren dentro de la capacidad de carga permitido por la máquina y además tomando en cuenta las dimensiones máximas de la mesa de la inyectora en donde se montará el molde y el espacio entre columnas, los moldes a diseñarse no deben superar los valores dimensionales señalados en la tabla de (900 x 450 x 450) mm.

Los moldes de inyección por la complejidad, el peso y por dimensiones de cada una de las partes del asiento se diseñará una cavidad por molde, de esta manera por cada molde se obtendrán una sola pieza inyectada.

- » Dadas las características técnicas y funcionales de la pieza expuestas en el literal 4.1.3, así como el bajo costo que debe tener; el material seleccionado es el polipropileno del cual anotaremos algunas propiedades generales del producto acabado:

Tabla 4.8 Propiedades Generales del Polipropileno			
Propiedades Físicas			
	Unidad	Método	Valor
Densidad a 20°C a 175°C	g/cm ³	ASTM D1505	0,905 0,760
Densidad Aparente	g/cm ³	ASTM D1505	0,5
Contracción de Molde [^]	%	ASTM D955	< = 2,0
Absorción de Agua (24 h/3 mm espesor)	%	ASTM D270	0,01- 0,03
Permeabilidad al O ₂	cm ³ mm/m ² día atm	ASTM D1434	107
Permeabilidad al vapor de agua	g mm/m ² día	ASTM D96	0,59
Propiedades Térmicas			
Calor Específico	J/g°C	-----	1,926
Conductividad Térmica (20°C)	W/mK	ASTM C177	0,17- 0,22
Coefficiente de Expansión Térmica Lineal de 20°C a 60°C de 60°C a 100°C de 100°C a 140°C	(°C) ⁻¹	ASTM D696	100 x 10 ⁻⁶ 150 x 10 ⁻⁶ 210 x 10 ⁻⁶
Temperatura de Auto-ignición	°C	ASTM D1929	375
[^] : La contracción del PP alcanza valores entre 0,8% y 2,0%. En inyección hay que considerar si la contracción se produce a lo largo del sentido del flujo (1,3% a 2,0%) o si es perpendicular al mismo (0,8% a 1,8%), la contracción media oscila entre 1,0% y 1,9%.			
Fuente: De Aguirre, Hernando. Propiedades generales del polipropileno. [ref. de 5 abril 2013]. (Disponible en: http://www.petroquim.cl/index.php?subid=138)			

A más de las propiedades anteriormente citadas se puede señalar que el polímero tiene las siguientes características:

- Elevada estabilidad de forma al calor, resistencia a la tracción y al choque, rigidez, buena dureza superficial, sin tendencia a la corrosión por tensiones.
- Excelente brillo.
- Costo en el mercado de 2.51 \$/kg.

- » Los bebederos a utilizarse en los moldes serán de una configuración cónica con una superficie curvada entre la boquilla y el manguito del bebedero, los canales de distribución en el diseño de algunos moldes se prescinde ya que el producto a inyectarse es de dimensiones considerables y se construirá una cavidad por molde, es así que el llenado del plástico será de forma directa en unos casos y en otros la entrada del material será de forma lateral.
- » Para la evacuación del aire que se encuentra dentro de las cavidades al momento de la inyección y tomando en cuenta que las piezas a producirse poseen un volumen considerable, se les proporcionará salidas de aire de 6 mm de anchura y 0.3 mm de profundidad (apartado 4.1.4.2) para garantizar un llenado óptimo de los moldes y obtener piezas de excelente calidad.
- » En el enfriamiento de los moldes se aplicará conductos paralelos a lo largo del molde, distribuidos de manera que el líquido refrigerante recorra uniformemente todo la superficie del molde, estos conductos han de tener un diámetro de 12 mm ya que las piezas a producirse superan los 100 gr (apartado 4.1.4.3).
- » Como las piezas a obtener son de complicada configuración, entonces para su desmoldeo se utilizará varillas expulsoras que se encuentran normalizadas según DIN 1530, el tipo de varilla a utilizarse una varilla de vástago cilíndrico con cabeza cilíndrica con diámetro de 5 y 8 mm (apartado 4.1.4.4) , ya que por ser piezas de dimensiones considerables, por tal motivo estarán sometidas a grandes fuerzas de eyección, además para ayudar a la eyección del producto se utilizará pernos inclinados con las configuraciones descritas en la parte de moldes con resaltes de cualquier tipo (apartado 4.1.4.5).
- » Para conseguir la máxima precisión de las partes que comprende el molde al momento del cierre de este, y evitar que las piezas de moldeo se deterioren, los moldes necesitan de elementos propios de centrado y guiado interior, los elementos a utilizarse en el diseño de los moldes de inyección son columnas, bujes, casquillos de centrado, estos elementos estarán diseñados de acuerdo a los requerimientos de cada uno y a la configuración del apartado 4.1.4.6.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hi: Hipótesis: Un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC ayudará a la producción de partes plásticas para el ensamble del asiento Bus Tipo.

Ho: Hipótesis nula: Un molde de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC no permitirá la producción de partes para el ensamble del asiento Bus Tipo.

En esta parte del estudio en donde se verificará la hipótesis se realizará un estudio acerca del proceso de inyección, se debe tomar en cuenta que los asientos de servicio urbano que hoy en día se distribuye al mercado carroceros son bajo el proceso de soplado, el presente estudio presenta una nueva alternativa de producción del asiento, que es por medio de moldes a inyección.

Es así que a continuación se presenta un estudio de algunos aspectos que se tomará en cuenta al momento de la construcción de moldes a inyección.

Los factores que interviene son los siguientes:

- Tiempos de montaje del molde en la máquina inyectora
- Tiempos del ciclo de inyección
- Costos del molde
- Costos del producto
- Costos de la máquina de inyección
- Mantenimiento del sistema
- Seguridad en el sistema
- Número de carrocerías producidas por parte del sector carroceros.
- Número de asientos que se requiere producir.

Al terminar el estudio del proceso de inyección se analizará y posteriormente se observará cual es número de juegos de moldes que se necesita para satisfacer los requerimientos del sector carroceros.

4.3.1 Tiempos de montaje del molde en la máquina

Tabla 4.9 Proceso de montaje del molde a inyección en la máquina	
INYECCIÓN	
Proceso	Tiempo en segundos
1. Montaje del molde en el sistema de elevación	150
2. Elevación del sistema hacia la bancada de la máquina.	50
3. Instalación del molde en la bancada	30
4. Centrado del molde (bebedero con respecto a la unidad de inyección, es decir con la punta de inyección)	150
5. Sujeción del molde	1200
6. Calibración de los parámetros de la máquina	900
7. Carga del material en la tolva	10
Tiempo Total	2490
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estos tiempos pueden estar sujetos a cambio según los requerimientos de cada molde. • Se debe tomar en cuenta que este ciclo de trabajo se realiza una sola vez en todo el proceso con excepción del literal 7. 	
Fuente: El Autor	

4.3.2 Tiempos del ciclo de inyección del polímero

Tabla 4.10 Proceso de inyección del polímero	
INYECCIÓN	
Proceso	Tiempo en segundos
1. Cierre del molde	50
2. Avance de la unidad de inyección	50
3. Tiempo de llenado o de inyección	60
4. Tiempo de compactación o tiempo de moldeo	75
5. Retroceso de la unidad de inyección	50
6. Tiempo de enfriamiento	75
7. Tiempo de apertura del molde	50
8. Tiempo de extracción de la pieza	25
9. Tiempo con el molde abierto	50
10. Carga del material	50
Tiempo Total	535
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos obtenidos en la tabla se tomó como base el molde más grande que es el del espaldar y asiento. • Todos los tiempos obtenidos en la tabla es la suma de los cuatro moldes a producirse y estarán sujetos a cambios, tomando en cuenta este factor el tipo del proceso tendería a bajar, ya que los tiempos de llenado, compactación, enfriamiento y carga de material son menores en los demás moldes debido a que los volúmenes disminuyen en comparación al molde que se toma como referencia. 	
Fuente: El Autor	

4.3.3 Costo del molde

Tabla 4.11 Costos del molde de inyección				
Materiales	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total \$
Placas de respaldo	A36 450x650x30	4	1200	4800
Placas de cavidades	AISI P20 450x600x45	4	2000	8000
Placas intermedias de respaldo	A36 450x600x25	2	800	1600
Placas Expulsoras	A36 450x500x20	4	600	2400
Placas Paralelas	A36 450x50x70	4	200	800
Acero AISI P20	∅ 8x2000			60
Acero AISI P20	∅ 16x2000			120
Acero AISI 4340	∅ 40x2000			250
Herramientas de corte				320
Herramientas de desbaste				240
Herramientas de afinado				350
Utilización máquina CNC				8000
Servicios Básicos de máquina				
Aceite				120
Agua				40
Luz eléctrica				120
Recursos Humanos				
1 Asesor técnico				2000
1 Ayudante técnico				600
1 Investigador				500
Materiales de Oficina				
Accesorios de computador				50
Internet				40
Material de oficina				30
Transporte				15
			Valor	30455
Imprevistos				304.55
			Valor Total	\$ 30759.55

4.3.4 Costo del producto

Tabla 4.12 Datos de los procesos de inyección en la producción del Bus-Tipo	
INYECCIÓN	
Material = Polipropileno	
Peso = 4 Kg	
Costo materia prima = 2.51 \$/Kg	
Costo por asiento = 10.04 \$	
Costo máquina = 30000 \$	
Tiempo de inyección = 535s = 8.92min	
Producción por hora = 7 asientos	
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomando en cuenta la nota de la tabla 4.11 el número de asientos producidos por hora tendería a aumentar al momento de optimizar los tiempos ya una vez calibrados. • El peso del asiento se obtuvo por medio de un software. • Para la obtención del coste de la máquina de inyección por hora, se obtuvo la depreciación de la máquina que es de 10 años 	

Tabla 4.13 Costo del producto inyectado		
	Inyección	
	Costos por hora \$/h	Costo por la producción de un asiento \$
Plástico polipropileno		10.04
Mano de obra	1.99	0.28
Servicios básicos	1.38	0.20
Máquina	1.56	0.22
	Total	10.74
Fuente: El Autor		

4.3.5 Mantenimiento de la máquina

Además de todos los tipos de mantenimientos que en una máquina se debe realizar ya sean estos correctivos, preventivos, predictivos, etc. un operador al momento de empezar a trabajar en la máquina inyectora, el operario está obligado a realizar un mantenimiento dentro de su entorno de trabajo y no se necesita una especial preparación, ni conocimientos especiales, este mantenimiento se denomina de primer nivel.

4.3.5.1 Mantenimiento de primer nivel

A continuación se presenta los pasos o guía a seguir en el mantenimiento de primer nivel.

- a) Comprobar nivel de aceite hidráulico.
- b) Comprobar y/o añadir aceite de engrase centralizado. El engrase de la máquina es uno de los mantenimientos que alargan la vida útil de esta.
- c) Engrase de elementos mecánicos.
- d) Limpieza de los caudalímetros. Son elementos que nos miden el caudal de agua que pasa por distintos circuitos de la máquina, molde o periféricos.
- e) Limpieza del intercambiador de calor de la máquina. También aquí el agua al pasar por los conductos, hace que la cal se vaya quedando en las paredes dificultando el intercambio de calor (agua /aceite). Llegará un momento en que la máquina se nos parará por exceso de temperatura. La temperatura normal de trabajo del aceite hidráulico es de alrededor de los 50°C.
- f) Limpieza de la zona de carga.
- g) Retirada del aceite de engrase utilizado.
- h) Revisión del sistema neumático.
Nota: El sistema neumático en una máquina de inyección se utiliza para la expulsión de la pieza inyectada del molde.
- i) Añadir líquido al sistema de enfriamiento. Es necesario reponer de líquido con frecuencia a este sistema ya que por evaporación pierde líquido.
- j) Limpieza general de la máquina de inyección. Aunque es la tarea que menos le gusta a nadie, hay que mentalizarse de que el puesto de trabajo incluida la

máquina hay que mantenerlo limpio., y a veces se necesita hacer una limpieza a fondo. El trabajar en un sitio limpio y cuidado, además de ayudar a mejorar la calidad, también ayudan a sentirse más a gusto trabajando.

4.3.6 Mantenimiento del molde

4.3.6.1 Mantenimiento en máquina

El molde es la parte más delicada y costosa del proceso de inyección, por lo tanto tenemos que utilizar el máximo cuidado en su manejo y utilizar los sistemas de mantenimiento preventivos necesarios para evitar roturas y aumentar la vida útil del mismo.

Los mantenimientos preventivos a realizar en el molde, pueden ser: Cuando está en máquina realizando una determinada serie y cuando está fuera de máquina.

Los trabajos de mantenimiento que podemos hacer en máquina, tienen que ser aquellos que son rápidos de hacer y que evitan que a la larga se produzcan deterioros en el molde de mayor tiempo y valor. Estos podrían ser:

- a) Limpieza de la partición del molde. En la zona de ajuste del molde se suelen ir quedando restos de material, pequeñas partículas producidas en el desmoldeo. También los gases de la transformación del plástico suelen licuarse/solidificarse parcialmente en esta zona y principalmente en aquellas que corresponden a la última zona de llenado de la pieza. La limpieza se suele hacer con alcohol u elemento similar.
- b) Limpieza de las salidas de gases. Las salidas de gases practicadas en el molde en las zonas de terminación de la pieza, suelen ir tapándose progresivamente. Es necesario limpiarlas y dejarlas efectivas para evitar defectos en las piezas y deterioro en la superficie del molde en dichas zonas.
- c) Engrasar columnas o guías del molde y alojamientos. Dado que estas zonas están muy ajustas es necesario que estén bien lubricadas con grasas especiales para guías. Si no se realiza, el deterioro de las superficies por rozamiento de las columnas pueden aparecer y con mayor seguridad en aquellos casos en que

tenemos temperaturas diferentes (dilataciones diferentes) en ambas mitades del molde.

- d) Eliminar arrastres/negativos. El partaje del molde, o zona de ajuste que corresponde a la parte más próxima a la pieza, pueden aparecer pequeños negativos (aquellas zonas del mismo que no llevan exactamente la misma dirección de desmoldeo de la pieza). Estos pequeños negativos ocasionan los arrastres de material en la pieza. Estos arrastres son pequeños restos de material plástico sólido, que suele quedarse en la zona de ajuste que hace el negativo. Cuando cierra el molde nuevamente, la zona de ajuste del mismo, pisa el resto de material, deformando el acero del molde y a su vez creando mayor negativo, lo que ocasiona que en el próximo ciclo de inyección se cree mayor arrastre.
- e) Engrase de otros elementos móviles del molde. Pueden existir otros elementos móviles del molde, que tengan fácil acceso como son las correderas y guías de corredera. Como concepto podemos decir que cualquier elemento móvil de un molde que no tenga sistema de engrase, tienen que ser engrasados periódicamente.
- f) Ruidos en molde anormales. Es necesario conocer los ruidos normales del molde cuando está trabajando para detectar cualquier ruido anormal del mismo, síntoma de que algo no funciona correctamente. El solo acercase al molde y sin parar la máquina observar cómo trabaja y los sonidos que tiene, es un mantenimiento que puede detectar averías que en principio son pequeñas, pero que si no se solucionan pueden ser de gran envergadura.
- g) Comprobación del atemperador del molde. La comprobación del atemperador del molde o del sistema de refrigeración del mismo, puede detectar anomalías del mismo que además de incidir directamente en la calidad de las piezas, puede perjudicar seriamente al molde por un sobrecalentamiento excesivo.
- h) Pulido rápido. Es posible que aparezca en la superficie del molde alguna zona mate o defecto superficial, que con un poco de diamante líquido y algodón, se puede eliminar rápidamente.

- i) Cuando se termina la serie. Cuando se ha terminado la serie y se va a cambiar el molde, hay que tener la precaución de limpiar ambas superficies del molde y proteger con líquido protector (es como un aceite especial que no gotea).

4.3.7 Seguridad

El molde es el elemento más delicado y más importante del taller, sin él no podríamos fabricar una pieza determinada. También debido a su peso y tamaño pueden resultar peligrosos en algunas situaciones, He aquí algunas precauciones que hay que tener.

4.3.7.1 Seguridad para el operador

Es necesario tener precaución en su manejo, especialmente en las siguientes situaciones:

1. Cuando se coge el molde con cadenas, ganchos y puente grúa para elevarlo, y llevarlo a la máquina, todos los elementos que intervienen además de que tienen que tener la suficiente capacidad para elevarlo, tienen que estar en perfectas condiciones de revisión. Un gancho con la rosca deteriorada, una cadena con eslabones estirados, un puente grúa no revisado, pueden suponer que el molde se nos caiga.
Como norma general, no ponerse nunca debajo de un molde, ni en su elevación, ni en su transporte.
2. El manejo de un molde colgado con un puente grúa, conlleva también un cierto riesgo de accidentes. Evitar los balanceos, mirar siempre el trayecto por donde va el molde ya que el molde puede golpear a algo, o a alguien.
3. No desengancharlo del puente grúa, hasta que no esté totalmente embridado a la máquina de inyección.
4. Al embridarlo a la máquina utilizar los puntos de embridaje necesarios, con los elementos adecuados y en perfecto estado. Apretar suficientemente los tronillos de sujeción. En la mayoría de los casos un molde se cae de la máquina, por falta de apriete.
5. Al apoyarlo en el suelo mirar que el apoyo sea firme, y con suficiente apoyo.

4.3.7.2 Seguridad para el equipo

1. Cuando está trabajando en la máquina de inyección, observar si hace algún ruido extraño. Si lo hace, es algo que no está funcionando correctamente, y puede sufrir un defecto mucho mayor. Se recomienda revisarlo, o llamar a alguien del taller de moldes, para que lo revise.
2. En el almacenamiento de los moldes, evitar contactos de estos con humedad del suelo o fugas de agua. Se recomienda tenerlos elevados.
3. Evitar pisar piezas o coladas. Cuando trabaja en automático es posible que el molde pise piezas o coladas, si se detecta parar o avisar al responsable, si no en poco tiempo destrozaremos el molde.
4. Fugas de líquido en el molde. El circuito de refrigeración puede fugar, bien internamente o por las mangueras que tiene alrededor, es necesario subsanarlo ya que si no se hace, se oxidará el molde.
5. Evitar acceder con elementos metálicos dentro del molde ya que si no lo rayaremos y habrá que pulir. Si por alguna razón se tuviera que emplear algún elemento metálico, utilizar de menor dureza que el molde (cobre, o bronce) y sin aristas vivas.
6. Evitar olvidarse alguna clase de objeto en las superficies del molde, ya que cuando se cierre lo dañará.

4.3.8 Factores que intervienen en el proceso de moldeo a inyección

Tabla 4.14 Factores del proceso de moldeo a inyección	
FACTORES	INYECCIÓN
Costo de máquina	30000 \$
Peso del producto	4 Kg
Tiempo de montaje del molde	207.5 min
Tiempo del proceso de inyección por unidad producida	8.9 min
Número de asientos producidos por hora	8 unidades/hora
Costo del proceso de inyección por asiento producido	10.74 \$
Costo del molde	30759.55 \$
Vida útil del material del molde	Acero = 40 años
Costo del mantenimiento	Medio
Dificultad del mantenimiento	Medio
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Al momento de la manipulación de los moldes en especial en el montaje a la máquina se debe tomar en consideración todas las medidas de seguridad anteriormente expuestas (literal 4.3.7).
Fuente: El Autor	

Más adelante se realizará un análisis entre los factores que inciden en el proceso de inyección, tomando en cuenta el tiempo de producción por unidad y el número de asientos producidos por hora (Tabla 4.14), con el fin de relacionar el número de unidades producidas bajo el proceso de inyección y el número de asientos que demanda el sector carrocerero.

4.3.9 Estudio de producción de carrocerías de servicio urbano

Para la verificación de la hipótesis se recurrió a un estudio acerca de la producción de carrocerías de servicio urbano en donde se tomó en cuenta los siguientes ítems:

1. El número de carrocerías de servicio urbano que se produce.
2. El tipo de asiento que se utiliza para el ensamble de tal carrocería.
3. Procedencia del asiento.
4. La cantidad de asientos que requiere.

De los ítems anteriormente expuestos se realizó cinco preguntas que se las efectuó a un grupo de carroceros, a continuación se presenta el cuestionario de preguntas:

1. ¿Cuántas unidades de servicio urbano produce al año?
2. ¿El asiento que utiliza para el ensamble de la carrocería de servicio urbano es nacional o importado?
3. ¿Si el asiento es importado que procedencia es?
4. ¿Cuál es el número de unidades que adquirir?
5. ¿Cuál es el precio del producto?

Las empresas carroceras a las que se les entrevistó son las siguientes:

- CARROCERÍAS MIRAL
- CARROCERÍAS CEPEDA
- CARROCERÍAS VARMA
- CARROCERÍAS PICOSA

Se optó por la selección de estas empresas ya que por la trayectoria que llevan en el campo carrocerero se puede decir que son las fábricas más importantes del centro del país. A continuación se muestra la tabla con las entrevistas realizadas a los representantes de las carrocerías seleccionadas:

Tabla 4.15 Encuestas realizadas a empresas carroceras de la provincia de Tungurahua

Empresa encuestada	CARROCERÍAS MIRAL Nombre del entrevistado: Ing. Fernando Quinteros (Área de producción) Dirección de la empresa: Panamericana Norte Km 7 1/2 sector el Pisque Número telefónico: 032855172	CARROCERÍAS CEPEDA Nombre del entrevistado: Medardo Cepeda (Gerente-Propietario) Dirección de la empresa: Av. José Peralta s/n y Numa Pompilio Llona sector Huachi Número telefónico: 032585429	CARROCERÍAS VARMA Nombre del entrevistado: Ing. Santiago Vargas (Área de producción) Dirección de la empresa: Pisacha, Sector Lungua Izamba Número telefónico: 032854422	CARROCERÍAS PICOSA Nombre del entrevistado: Ing. Eliana Cisneros (Área de producción) Dirección de la empresa: Av. José Peralta s/n y Manuelita Sáenz Número telefónico: 032585499
1. ¿Cuántas unidades de servicio urbano produce al año?	22	25	18	16
2. ¿El asiento que utiliza para el ensamble de la carrocería de servicio urbano es nacional o importado?	Importado	Importado	Importado	Importado
3. ¿Si el asiento es importado que procedencia tiene?	Colombiano	Colombiano	Colombiano	Colombiano
4. ¿Cuál es el número de asientos que adquiere?	2000	1500	1000	1500
5. ¿Cuál es el precio del producto?	-	-	-	-

4.3.9.1 Resultados del estudio de producción de carrocerías de servicio urbano

Basándose en las entrevistas realizadas a los representantes de las diferentes empresas carroceras se ha llegado a determinar lo siguiente:

- El número de carrocerías de servicio urbano que producen bordea las 80 unidades al año, cabe recalcar que solo se ha tomado en cuenta cuatro empresas carroceras, es decir el número de carrocerías de este tipo aumentaría si se incluye los demás productores.
- Los asientos plásticos que se necesita para el ensamble de la carrocería de servicio urbano son importados de Colombia, es así que tomando en cuenta esta situación, se puede manifestar que la producción de este tipo de asiento es nula en nuestro país.
- Como la demanda producción de este tipo de carrocería se podría decir que es alta entonces los carroceros deben realizar un pedido elevado para satisfacer la demanda.
- Tomando en cuenta la pregunta cuatro de la entrevista (tabla 4.15) las unidades de asientos que los carroceros deben adquirir para el ensamble de la carrocería da un total de 4500 unidades al año esta cifra tendría un aumento al englobar las demás empresas carroceras.

4.3.10 Análisis del estudio de producción de carrocerías y los factores de inyección

Para relacionar el estudio realizado del número de unidades de servicio urbano producidas por el sector carroceros (Tabla 4.15) y los factores que intervienen en el proceso de inyección (Tabla 4.14) se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- El número de carrocerías producidas en total es de = 81 unidades
- Número de asientos que adquiere el carroceros = 4500 unidades
- Tiempo que se requiere para la producción de un asiento inyectado = 8.9 min
- El número de asientos que se produce por hora = 8 unidades

- Tomando en cuenta estos aspectos el número de asientos que se produce al día es de = 64 unidades
- Este número de unidades al mes es igual = 1920 unidades

Cabe recalcar que la producción de este tipo de buses de servicio urbano va alternando, es decir en el año la producción de este tipo de buses se repite dos y hasta tres veces, por tal motivo el número de unidades de asientos que se requiere al año es de alrededor 40000 asientos plásticos sin tomar en cuenta las demás carrocerías productoras de este tipo de transporte y otras plazas de mercado en donde se introduciría el producto.

- Es así que el número de asientos por el método de inyección producidos al año es de = 23000 unidades.
- Entonces para satisfacer los requerimientos del sector carrocerero se necesita la construcción de un juego más de moldes a inyección para obtener el número de 40000 asientos plásticos.

De los resultados anteriores se puede concluir que el asiento plástico Bus-Tipo posee una demanda alta, y no existe una empresa que se dedique a la producción del asientos en el país, por tal motivo los carroceros recurren a la importación del producto, al momento de empezar la fabricación de los moldes que permitan el ensamble del asientos plásticos tomando en cuenta parámetros como un diseño innovador, ergonómico, y que satisfaga las necesidades del usuario, el consumo del asiento va a ser masivo por la demanda que existe, entonces el proyecto en cuestión es factible, ya que el asiento tendrá una gran acogida en el mercado carrocerero, por ser un asiento nacional y se asegura un confort al usuario.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Para el diseño de los moldes para servirán para el ensamble del asiento plástico Bus-Tipo se ha tomado en cuenta diversos aspectos que tienen su validez en normas y principalmente en experiencias que han surgido a lo largo del presente estudio.

- Los polímeros han logrado sustituir otros materiales con son madera, metales, fibras naturales, cerámicos y hasta piedras preciosas; el moldeo por inyección ambientalmente más favorable en comparación con otros procesos como por ejemplo la construcción de asientos en madero o en metal, ya que tales procesos conllevan a la tala de árboles y a la explotación de minas en el caso del hierro procesos que no son favorables a la naturaleza. El proceso de inyección no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos. Sin embargo no todos los plásticos son reciclables, pero en el presente diseño el plástico a utilizarse es el polipropileno que es un material que se puede reciclar.
- Para obtención de un perfil óptimo y que se encuentre dentro de los estándares ergonómicos y de confort se recurrió a tomar medidas de otros modelos de asientos de empresas que se dedican por completo a la fabricación de este tipo de asiento, asimismo se tomó muy en cuenta los parámetros ergonómicos (apartado 2.4.9), es así que se desarrolló un perfil de asiento mostrado en la figura 4.12 en donde se denota que la curva dorsal – lumbar no es tan pronunciada al igual que los otros asientos tomados como muestra, se consiguió este tipo de perfil ya que se notó que en asientos de procedencia colombiana de la empresa Bioplast la curva dorsal – lumbar es muy acentuada

y tiende por todo el ancho del asiento, este tipo de perfil después de un tiempo determinado del viaje empieza a incomodar al pasajero en especial a personas voluminosas, además se debe tomar en cuenta que la curva del asiento que se diseñará el perfil empieza desde el medio del espaldar y va desplazándose y perdiendo su forma hasta llegar a los extremos, en donde solo se notará dos líneas la del espaldar y la del asiento con sus respectivos ángulos de inclinación según normas de construcción ya estudiadas, esto hace de que la curva dorsal – lumbar no empiece a incomodar al pasajero en esa parte al momento de un viaje de tiempos de duración largos. Para la construcción del perfil además de lo explicado en el punto anterior se tomó en cuenta lo establecido en una parte de la norma DIN 4551 que establece que el espaldar debe tener una envolvente con un radio de 400 mm para brindar el confort deseado al pasajero.

- Para el diseño de moldes es indispensable adaptarse al artículo que debe moldearse, al material y a la máquina inyectora. Es importante tener datos adecuados acerca del material plástico con el que se va inyectar, ya que algunos de los parámetros importantes, como densidad, contracción, espesores de pared, temperaturas de moldeo y desmolde, ángulo de desmolde, dependen de las características que éste tenga.
- El tamaño del molde queda definido por las dimensiones de sujeción de la máquina inyectora. Las dimensiones de los moldes quedan limitadas en general por el borde externo de los platos portamoldes.
- Las piezas inyectadas deben quedar exentas de irregularidades en la estructura del material y de tensiones internas para que puedan cumplir las exigencias impuestas, por su finalidad de aplicación hay que evitar al máximo los trabajos de retoque y en las vías de llenado hay que procurar una pérdida de material lo más reducida posibles.
- No existe mucha información bajo norma acerca del diseño de moldes y es casi nula la información de diseño de moldes para la producción de asientos plásticos, algunas de las referencias son empíricas o están basadas en métodos

de prueba y fallo, lo cual hace necesario el uso de la tecnología mediante software de diseños adecuados para optimizar tiempo y dinero al momento de desarrollarlos e implantarlos.

5.2 RECOMENDACIONES

Por cuanto los moldes de inyección deben ser de gran calidad y que las piezas obtenidas cumplan con las condiciones requeridas se recomienda:

- Configurar el artículo de la forma más simple posible y con el menor peso.
- Seleccionar el material termoplástico tomando en cuenta las características técnicas y funcionales de la pieza.
- Buscar el punto más favorable para la colocación de las entradas (punto de inyección).
- Mecanizar salidas de aire, estas ayudan a que haya un llenado total en la cavidad y el artículo moldeado no presente partes quemadas.
- No emplear canales de alimentación largos, ello significa más cantidad de desperdicios, pérdidas de presión y posibilidad de enfriamiento excesivo del material. Cuando se tenga canales largos es conveniente moldes de canales calientes.
- La cavidad, bebederos y canales de alimentación deben tener un pulido espejo.
- Considerar la contracción del material termoplástico en las dimensiones finales de las cavidades.
- Seleccionar el material para la construcción de moldes, en base al diseño del artículo, al número de piezas a producirse y al material plástico a inyectarse.
- Controlar de forma eficiente los parámetros de la máquina inyectora como son presión, temperatura de inyección, fuerza de cierre, el volumen del material inyectado y el ciclo de trabajo.

- El diseño de moldes de inyección puede ser realizado tomando en cuenta criterios en base a la experiencia, la comprensión y aplicación del conocimiento teórico de una referencia adecuada. No obstante se debe decidir de entre la mayoría de parámetros para aplicar un método ingenieril basado en la formación profesional recibida en la UTA.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Tema: Diseño y mecanizado de moldes de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC para la producción de las partes del asiento plástico Bus-Tipo.

Beneficiarios: Empresa FABRIAMERICANA

Ubicación: Provincia de Tungurahua - Cantón Ambato

Moldes 1. Molde Espaldar – Asiento → 2 cavidades, postizos →

Características: Inyección entrada lateral

Molde Travesaño Medio → 2 cavidades, postizos →

Inyección entrada directa

Molde Travesaño Superior e Inferior → 2 cavidades, postizos → Inyección entrada directa

2. La regulación de temperatura será por medio de agua

3. Sistema de extracción → Mecánica – Manual

→ Columnas Inclinas

→ Resortes

4. Salida de gases → Por medio del plano de partición

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La información acerca del tema a nivel internacional es abundante ya sea en países como Colombia, Perú, Argentina, México etc., lo que al contrario sucede en nuestro país que es casi nula, esto se debe a que ha que en nuestro entorno aún no existe un conocimiento adecuado de las máquinas CNC.

A continuación se cita algunos estudios realizados acerca del tema en cuestión:

- El estudio realizado por Daniel Alejandro Andino Núñez en el año 2009 señala que:
 - Al diseñar un molde para una pieza obtenida por inyección plástica, es importante tomar en consideración que el objetivo es producir piezas con la mejor calidad, en un ciclo de inyección tan corto como sea posible.
 - El diseño y fabricación del molde con tecnología CAD/CAM/CAE, permitieron la modelación, la manufactura y la validación del diseño desarrollado, sin embargo, es importante anotar que todo está respaldado en un conocimiento de la Ingeniería Mecánica.
- Así mismo otro estudio realizado por Mayra Daniela Bolagay Aguirre en su tesis realizada en el año 2011 concluye lo siguiente:
 - El uso de programas para diseño y fabricación da un gran soporte a las áreas operativas de la industria manufacturera y que de esta manera se puede llevar a cabo una ventaja competitiva. Por otro lado es evidente que queda muchísimo por explorar en la rama de los software ya que las empresas tienden a preferir hacer inversiones de otro tipo, siendo conveniente promocionar un poco más estos programas, aprender de ellos y utilizar sus aplicaciones al 100% de tal manera que se le saque el provecho máximo a la inversión.

Estos son algunos de los estudios realizados acerca de la producción de moldes de inyección asistidos por sistemas CAD/CAM y CNC que ayudaran a un mejor entendimiento acerca del tema.

6.3 JUSTIFICACIÓN

En el proceso de obtención de una pieza inyectada en plástico, la rentabilidad del proceso y la calidad de la pieza, se ven afectadas directamente por múltiples factores entre los que sobresalen la calidad de los moldes, su eficiencia, su costo y

su disponibilidad. Pero no sólo el molde influye sino que también lo hace el diseño de la pieza, la escogencia del material y las variables del proceso. Luego para obtener procesos rentables con piezas de gran calidad es menester diseñar moldes eficientes, conocer el proceso de inyección en detalle, diseñar las piezas que se van a inyectar de acuerdo al proceso.

Para obtener moldes de una producción eficiente, en la manufactura de estos se requerirá de herramientas y materiales que permitan un mecanizado de alta calidad, que ayuden al desarrollo óptimo de las partes de los diferentes moldes que comprende el asiento.

Con los aspectos anteriores y la presente propuesta se proyecta realizar un diseño de molde de inyección asistidos por sistemas CAD/CAM Y CNC, que permitan la producción de la butaca plástica, tomando en cuenta que la producción de la asiento Bus-Tipo es nula en el país, esto último respaldado en el estudio realizado (apartado 4.3)

6.4 OBJETIVOS:

6.4.1 Objetivo General

- Diseñar y mecanizar los moldes de inyección asistido por sistemas CAD/CAM y CNC para la producción del asiento plástico Bus Tipo.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar parámetros de mecanizado que ayuden a optimizar tiempos en la producción de los moldes de inyección.
- Seleccionar herramientas y materiales adecuados que permitan un mecanizado de excelente calidad.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El presente estudio es totalmente factible, tomando en cuenta que la producción de asientos plásticos a nivel nacional es nula y que todos los asientos que los carroceros adquieren son importados, además cabe recalcar que la inversión que la

empresa donde se implantará el presente proyecto es elevada por tal motivo se la tendrá que amortizarla y los recursos que se requieren deben ser optimizados de una manera eficiente.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Tomando en cuenta parámetros ergonómicos (apartado 2.4.9), dimensiones basadas en normas (apartado 2.4.9.5) y varios factores que influyen en el diseño del asiento plástico se ha llegado a determinar el siguiente modelo.


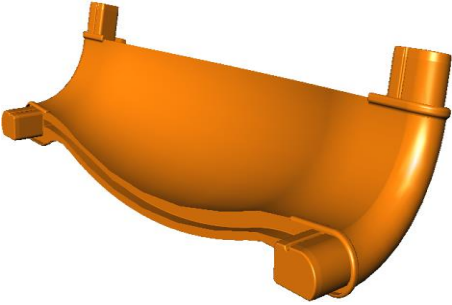
Características de la butaca plástica:

- El asiento plástico está conformado por cinco partes plásticas: Espaldar, asiento, travesaño medio, superior e inferior
- Además se encuentra reforzado con un armazón de cuatro partes de aluminio.
- Los moldes para su construcción se lo dividirá en tres partes, un molde está constituido por el espaldar y el asiento, otro molde por el travesaño medio, y el último por el travesaño superior e inferior.



Figura 6.1 Partes y características del asiento plástico Bus-Tipo.

6.6.1 Partes que conforman el asiento Bus-Tipo

Tabla 6.1 Elementos del asiento Bus-Tipo	
<p>ESPALDAR Volumen = 1237.34 cm³ Peso = 1.12 kg</p> 	<p>ASIENTO Volumen = 805.47 cm³ Peso = 0.73 kg</p> 
<p>TRAVESAÑO SUPERIOR Volumen = 791.53 cm³ Peso = 0.72 kg</p> 	<p>TRAVESAÑO INFERIOR Volumen = 352.6 cm³ Peso = 0.32 kg</p> 
<p>TRAVESAÑO MEDIO Volumen = 1087.81 cm³ Peso = 0.98 kg</p> 	

6.6.2 Características de los diferentes moldes

Las piezas que forman parte de los diferentes moldes del asiento plástico Bus-Tipo están fundamentadas bajo los parámetros expuestos en todo el capítulo IV, el cual se refiere a criterios de construcción del perfil del asiento, parámetros dimensionales de diseño, consideraciones previas al diseño del molde, materiales para la construcción del molde, máquina inyectora y el centro de mecanizado a utilizarse para la construcción, etc.

- El material del producto a inyectarse es polipropileno, entonces al momento de diseñar las partes de los moldes, se debe tomar en cuenta una contracción del material del 1.2 – 2% (Tabla 4.2).
- El sistema de llenado para el molde del asiento y del espaldar, travesaño medio superior e inferior constará de un bebedero cónico que será ubicado en el centro del molde según las leyes de la mecánica de fluidos, ya que el material a inyectarse deberá recorrer la misma distancia en todas las direcciones.
- Los bebedero tendrá una superficie de contacto curva con respecto a la boquilla de inyección

$$\text{Radio de concavidad del bebedero} = 20 \text{ mm}^{15}$$

- La entrada del material será de forma lateral en el caso del molde del espaldar – asiento y con ramificación si lo requiere si se necesita obtener un llenado más rápido, en los otros dos moldes la entrada del material ser a de una forma directa.
- Para las salidas de aire en todos los casos se situarán en las cavidades que sirven como machos, según Menges y Mohren ha dado buenos resultados experimentales canales de 6 mm de anchura y de 0.03 mm de profundidad para moldes de grandes dimensiones.
- Para el enfriamiento del molde se debe tomar en cuenta que la temperatura del molde a la que debe estar para inyectar el material que en este caso es el

¹⁵ Normitech. Rules the tolos. Intech EDM – GmbH. pag 84 – 85 – 86

polipropileno debe estar en el rango de 0 – 80 °C y la temperatura del material debe estar en un promedio de 200 °C (Apartado 4.1.4.3. Enfriamiento del molde. Tabla 4.3), para obtener las condiciones deseadas anteriormente se construirá ductos con un diámetro de 12 – 16 mm ya que son piezas que sobrepasan los 100 gr.¹⁶

- Los moldes constarán de dos cavidades y además de dos carros que a su vez alojaran postizos, estos postizos permitirán realizar las ranuras en donde se situara el travesaño superior en el caso del espaldar y el travesaño inferior en el caso del asiento, además los molde travesaño medio, superior e inferior de la misma manera estarán provistos de ranuras que servirán para el ensamble del mismo.
 - Los carros se les dará una forma de cuña tomando en cuenta la dificultad que el molde presenta al momento del desmoldeo, además estarán provistos de columnas inclinadas, debido que el montaje de estos es más simple y sencillo.
 - El ángulo de inclinación de las cuñas puede oscilar entre 15 – 25° en el caso de todos los moldes a construirse del asiento plástico Bus-Tipo se ha de utilizar un ángulo de 21° ya que de este modo se han obtenido buenos resultados prácticos.
 - El ángulo de las columnas ha de ser menor que la superficie de cierre según Menges recomienda unos 2 a 3 grados más de inclinación, para compensar el juego entre la columna y el agujero.
 - Los carros se guiaran mediante ranuras con sección en forma de T, además en las superficies inclinadas se situaran placas de acero de temple denominado DF2 para una mayor resistencia¹⁷.

Por medio de los parámetros anteriores se ha llegado al diseño de las partes que conforman los moldes del asiento. A continuación se muestran las piezas de los moldes a construirse.

¹⁶ MENGES, Georg;MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. El molde de inyección. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pag 105 – 106 – 107

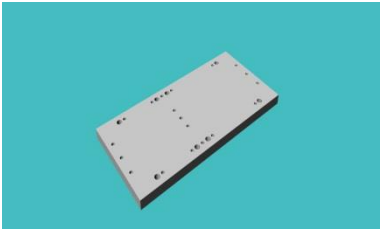
¹⁷ MENGES, Georg;MOHREN, Paul. *Moldes para la inyección de plásticos*. Moldes con resaltes de cualquier tipo. 2ª edición. España: Gustavo Gili S.A. 1980. pag 183

Tabla 6.2 Partes molde espaldar - asiento

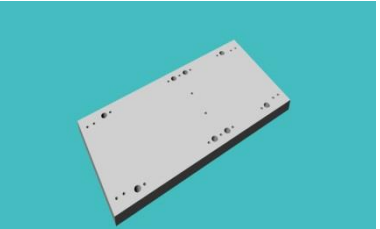
Carro



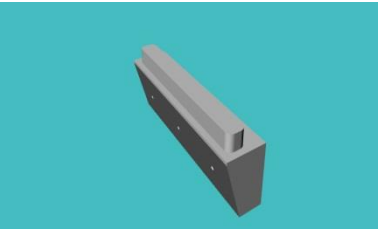
Placa superior



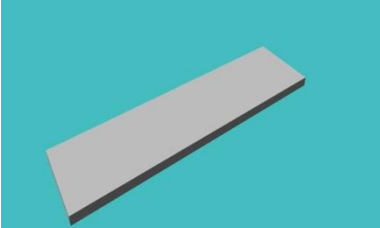
Placa inferior



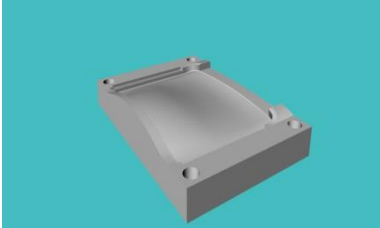
Cuña



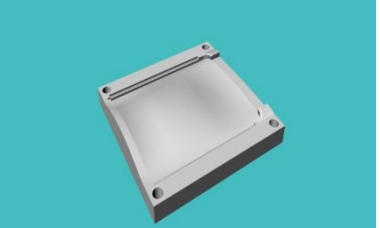
Placa templada (complemento cuña)



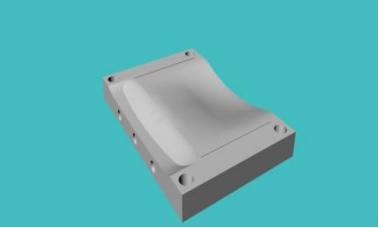
Placa hembra asiento



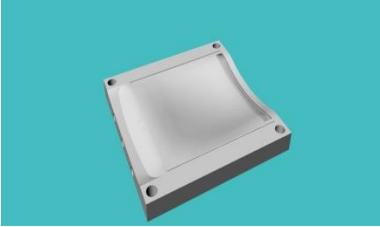
Placa hembra espaldar



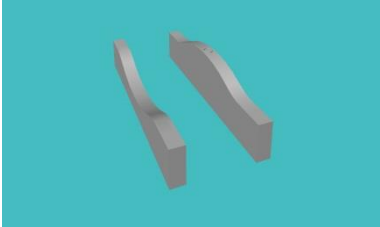
Placa macho asiento



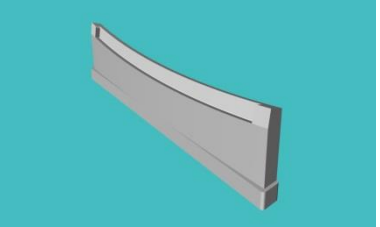
Placa macho espaldar



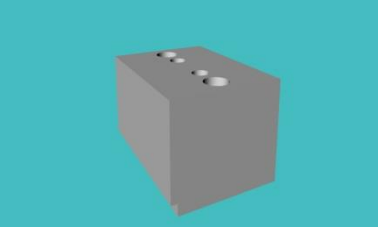
Elementos de llenado



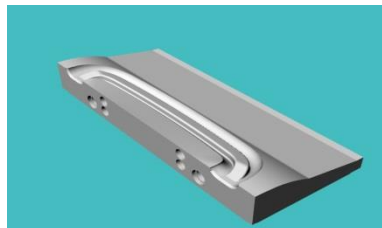
Postizo



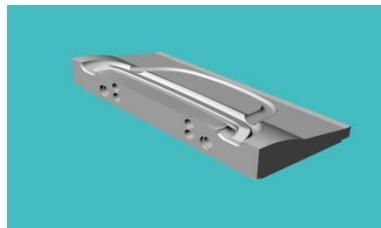
Regletas



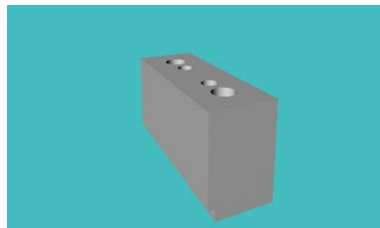
Postizo superior (asiento)



Postizo superior (espaldar)



Regletas guía 1



Regletas 2

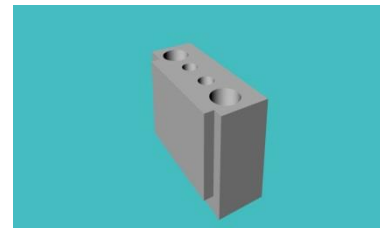
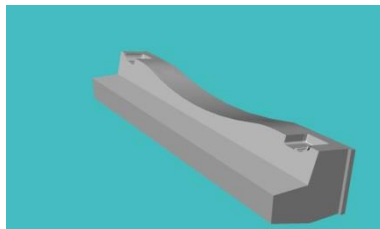


Tabla 6.3 Partes molde travesaño medio

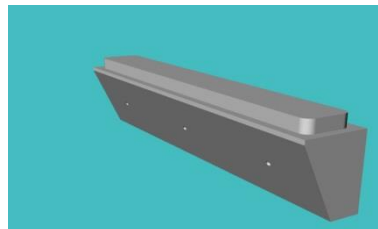
Carro lateral derecho



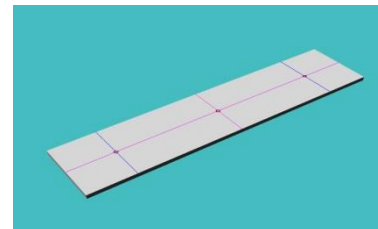
Carro lateral izquierdo



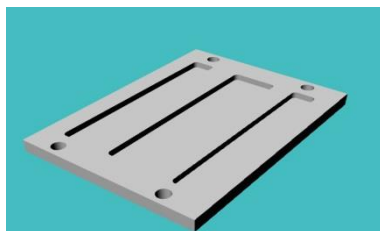
Cuña



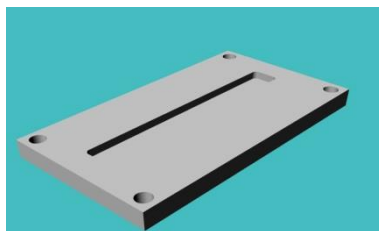
Placa templada (componente cuña)



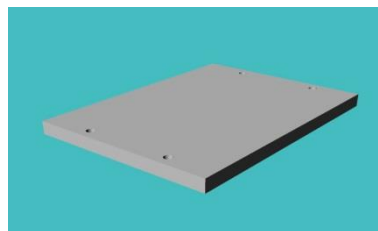
Placa superior



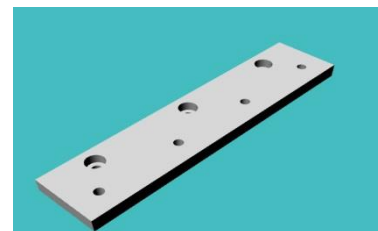
Placa base



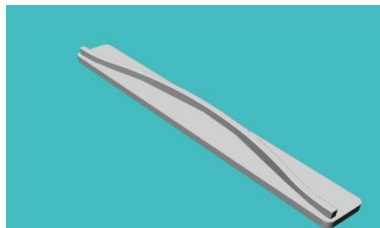
Placa inferior



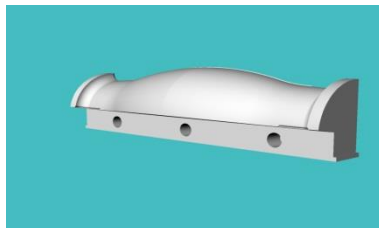
Placa porta resortes



Postizo carro lateral izquierdo



Postizo inferior

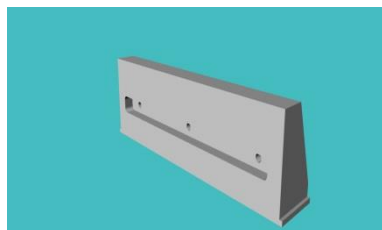


Postizo inferior fijo



Tabla 6.4 Partes molde travesaño superior e inferior

Carro central



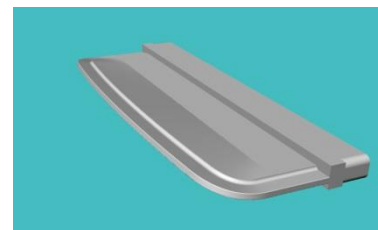
Cuña (componente placa 2)



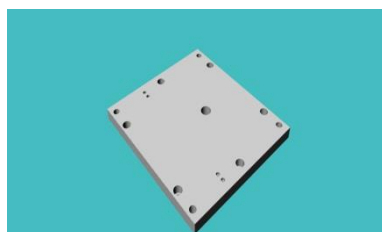
Cuña (componente placa 1)



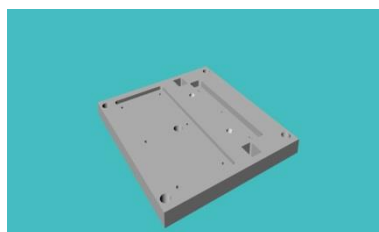
Macho lateral



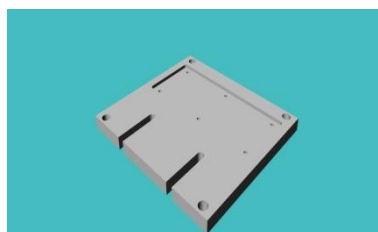
Placa 1 Superior



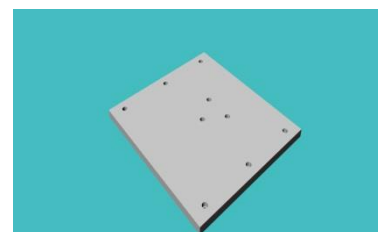
Placa 2 Porta hembras



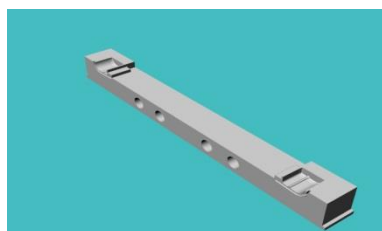
Placa 3 Porta machos



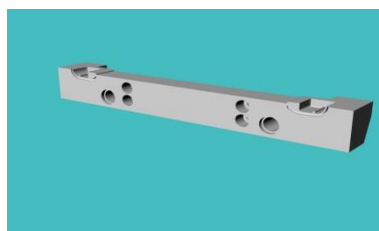
Placa 4 Inferior



Postizo lateral inferior



Postizo lateral superior



Postizo inferior (asiento)



Postizo inferior (espaldar)



6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 Proceso de mecanizado del molde

Velocidad de corte: V_c (m/min)

Indica la velocidad superficial en el diámetro y supone un valor básico para calcular los datos de corte. Este valor es necesario para determinar los datos de corte verdaderos a la profundidad de corte real (a). Este valor resulta particularmente importante si se utilizan fresas de plaquita redonda, fresas de ranurar de punta esférica y cualquier fresa con radio de punta más grande, así como fresas con ángulo de posición inferior a 90 grados.

$$V_c = \frac{D \times \pi \times n}{1000} \quad (a)$$

Velocidad del husillo: n (rpm)

Número de revoluciones que realiza la herramienta de fresado sobre el husillo en cada minuto. Este es un valor orientado a la máquina, que se calcula a partir del valor de velocidad de corte recomendado para una operación.

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (b)$$

Avance por diente: f_z (mm/diente)

Un valor básico para calcular datos de corte, como el avance de mesa. También se calcula considerando el espesor máximo de la viruta y el ángulo de posición.

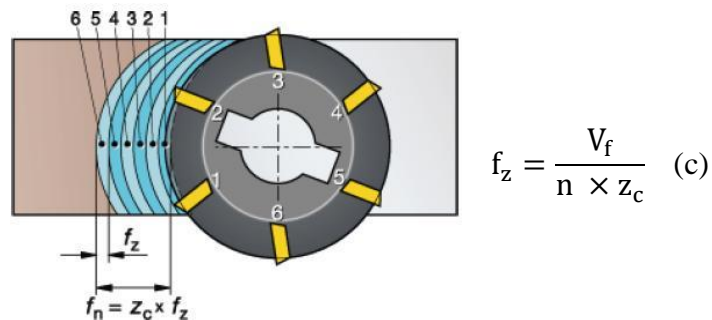


Figura 6.1 Determinación del avance por diente

Avance por vuelta: f_n (mm/rev)

Valor auxiliar que indica hasta dónde se desplaza la herramienta durante una rotación completa. Se utiliza específicamente para cálculos de avance y a menudo para determinar la capacidad de acabado de una fresa.

Avance por minuto: v_f (mm/min)

Avance de mesa, avance de máquina o velocidad de avance en mm/min. Representa el desplazamiento de la herramienta respecto a la pieza, en función del avance por diente (f_z) y del número de dientes de la fresa (z).

$$v_f = f_z \times n \times z \quad (d)$$

Profundidad de corte: a (mm)

La profundidad de corte o profundidad de pasada (a) es la profundidad de la capa arrancada de la superficie de la pieza en una pasada de la herramienta.

La profundidad de corte es igual a:

$$a = \frac{C_m \times 100}{b \times v_f} \quad (e)$$

Para calcular la profundidad de corte primero procedemos a hallar las siguientes variables:

Potencia efectiva (P_e)

Para hallar la potencia efectiva primero debemos conocer la potencia teórica P (kW)

$$P = \frac{V \times I}{1000} \quad (f)$$

Donde:

P = Potencia teórica (kW)

V = Voltaje (Voltios)

I = Corriente (Amperios)

Entonces la potencia efectiva será:

$$P_e = \frac{P \times 70}{100} \quad (\text{g})$$

Volumen máximo de viruta: C_m ($\text{cm}^3/\text{kW min}$)

El volumen máximo de C_m es la cantidad máxima de viruta en cm^3 por kW de potencia que puede desprender la máquina en un minuto.

$$C_m = C_a \times P_e \quad (\text{h})$$

Donde:

C_a = Volumen admisible

P_e = Potencia efectiva

El volumen admisible C_a viene dado el tablas, en el (Anexo H) tabla 5 se muestra el C_a en cm^3 por kW minuto.

Potencia requerida (kW)

Son valores orientados a la máquina-herramienta, que ayudan a calcular la potencia requerida y así garantizar que la máquina pueda manejar la fresa y la operación.

$$\text{kW} = \frac{a \times b \times v_f}{1000 \times C_m} \quad (\text{i})$$

Donde b: es el ancho de la fresa

Tiempo de mecanizado: T_c (min)

Longitud de mecanizado (l_m) dividida por el avance de mesa (v_f).

$$T_c = \frac{l_m}{v_f} \quad (\text{j})$$

6.7.2 Proceso de cálculo

Para determinar los cálculos necesario para el mecanizado de las piezas a construirse se tomará como ejemplo una pieza del molde espaldar – asiento que es un postizo, esta pieza estará alojada en un carro, la cual permitirá dar forma a la ranura en donde se ensamblará los travesaños superior, medio e inferior.

POSTIZO ALOJADO EN LA PARTE DEL ASIENTO Y ESPALDAR PARA EL ENSAMBLE DE LA BUTACA PLASTICA

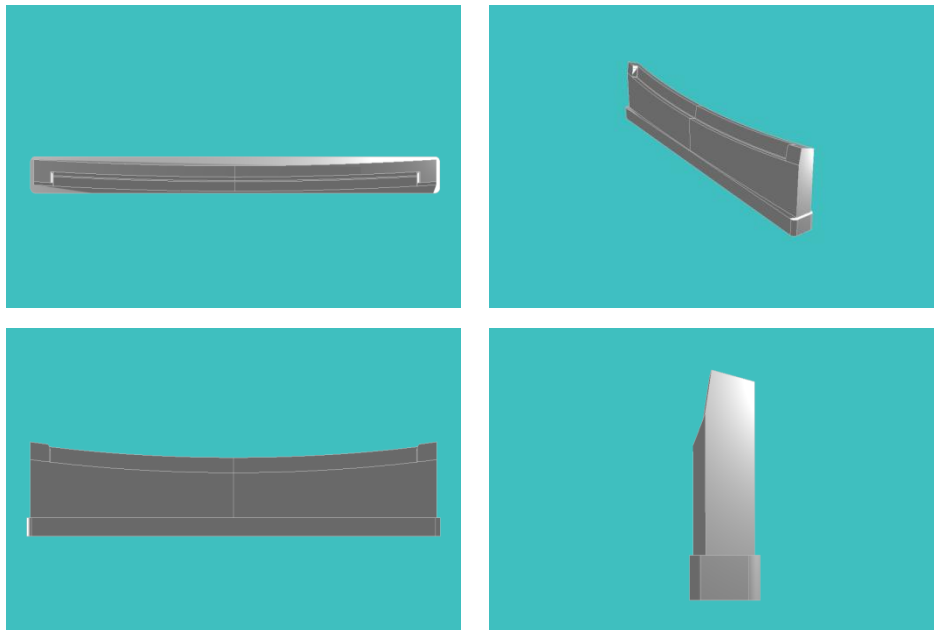


Figura 6.2 Pieza a mecanizar

Tabla 6.5 Datos del material a mecanizar					
Material a mecanizar	Dureza (HB)	Resistencia a la tracción (Kg/mm ²)	Dimensiones (mm)	Velocidad de corte (m/min)	Avance por diente (mm/diente)
AISI/SAE P20	280 – 320	100	258x51.25x20	80 – 100 Anexo D	0.12 Anexo E

Tabla 6.6 Datos de las herramientas (Anexo I)				
Material	Tipo	Diámetro (mm)	Dureza (HB)	Número de filos (Z)
Carburo (Desbaste)	Fresa frontal de insertos	80	60 HRC ~ 647 HB	1
	Fresa de insertos redonda	25R5		2
	Fresa plana	10		4
Carburo (Afinado)	Fresa Redonda	16	60 HRC ~ 647 HB	2
		8		4
		6		2
		3		4

DESBASTE DEL MATERIAL EN BRUTO

Herramienta a utilizarse = Fresa Plana Frontal \varnothing 80 mm

Número de filos = 1

Material del herramental = Carburo

Material a desbastar = AISI/SAE P20 ~ M238

Velocidad del husillo (n)

- La velocidad de corte para este tipo de material ya viene establecida en tablas Anexo D; $V_c = 90$ m/min

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (b)$$

$$n = \frac{90 \times 1000}{\pi \times 80}$$

$$n = 358.09 \text{ rpm}$$

Avance por minuto (v_f)

- El avance por diente para este tipo de material ya se encuentra determinado en tablas Anexo E y F; $f_z = 0.12$ se estableció este valor ya que según el anexo F

estos valores están clasificados según la máquina a utilizarse, el trabajo se realizará en una fresadora convencional, estas máquinas pueden estar sometidas a grandes esfuerzos de corte.

$$v_f = f_z \times n \times z \quad (d)$$

$$v_f = 0.12 \times 358.09 \times 1$$

$$v_f = 42.97 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Profundidad de corte (a)

- Aceros con una resistencia a la tracción de 110 – 180 kg/mm² C_a = 8 cm³/kW min Anexo H.
- Ancho de la fresa b = 40mm el ancho de corte es el 50% del diámetro Anexo G.
- Para dar la profundidad de corte en la máquina, tomamos el 80% de la profundidad dada por el cálculo.¹⁸

Para el cálculo de la profundidad de corte se determina primeramente la potencia efectiva y después el volumen máximo de viruta.

Potencia efectiva

$$P = \frac{V \times I}{1000} \quad (f)$$

$$P = \frac{135 \times 36}{1000}$$

$$P = 4.86 \text{ kW}$$

$$P_e = \frac{P \times 70}{100} \quad (g)$$

$$P_e = \frac{4.86 \times 70}{100}$$

$$P_e = 3.40 \text{ kW}$$

Volumen máximo de viruta

$$C_m = C_a \times P_e \quad (h)$$

¹⁸ CASILLAS, A. *Máquinas. Cálculos de taller*. Cálculos para trabajos de fresado. 23^a edición .pág. 597

$$C_m = 8 \times 3.40$$

$$C_m = 27.22 \text{ cm}^3/\text{kW min}$$

Entonces la profundidad de corte (a) es igual:

$$a = \frac{C_m \times 100}{b \times v_f} \text{ (e)}$$

$$a = \frac{27.22 \times 100}{40 \times 42.97}$$

$$\mathbf{a = 1.58 \text{ mm}}$$

Para el mecanizado tómanos el 80 % de la cantidad teórica calculada

$$\mathbf{a = 1.58 \times 0.80}$$

$$\mathbf{a = 1.26 \text{ mm}}$$

Tiempo de mecanizado

$$T_c = \frac{l_m}{v_f} \text{ (j)}$$

$$T_c = \frac{258}{42.97}$$

$$\mathbf{T_c = 6 \text{ min}}$$

DESBASTE DEL ENCAJONADO

Herramienta a utilizarse = Fresa Plana \varnothing 10 mm

Número de filos = 4

Material del herramental = Carburo

Material a desbastar = AISI/SAE P20 ~ M238

Velocidad del husillo (n)

- La velocidad de corte; $V_c = 90 \text{ m/min}$ (Anexo D)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \text{ (b)}$$

$$n = \frac{90 \times 1000}{\pi \times 10}$$

$$n = 2865 \text{ rpm}$$

Avance por minuto (v_f)

- El avance por diente; $f_z = 0.1$ (Anexo E y F), se toma el valor de 0.1 ya que el centro de mecanizado debe estar sometidos a un tipo de esfuerzo moderado.

$$v_f = f_z \times n \times z \quad (d)$$

$$v_f = 0.1 \times 2865 \times 4$$

$$v_f = 1146 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Profundidad de corte (a)

- Aceros con una resistencia a la tracción de 110 – 180 kg/mm² $C_a = 8 \text{ cm}^3/\text{kW min}$ Anexo H.
- Tomamos el 45% del diámetro de la fresa ya que es una herramienta de forma, $b = 4.5 \text{ mm}$ Anexo G.

Para el cálculo de la profundidad de corte se determina la potencia efectiva y el volumen máximo de viruta, los cuales ya fueron calculados anteriormente:

$$P_e = 3.40 \text{ kW}$$

$$C_m = 27.22 \text{ cm}^3/\text{kW min}$$

Entonces la profundidad de corte (a) es igual:

$$a = \frac{C_m \times 100}{b \times v_f} \quad (e)$$

$$a = \frac{27.22 \times 100}{4.5 \times 1146}$$

$$a = 0.52 \text{ mm}$$

Para el mecanizado tómanos el 80 % de la cantidad teórica calculada

$$a = 0.52 \times 0.80$$

$$a = 0.42 \text{ mm}$$

Tiempo de mecanizado

- La longitud total de mecanizado es igual a la suma de los cuatro lados de la pieza, tal suma nos da un resultado de 556 mm.

$$T_c = \frac{l_m}{v_f} \quad (j)$$

$$T_c = \frac{556}{1146}$$

$$T_c = 0.49 \text{ min}$$

- El resultado obtenido es el tiempo empleado en una vuelta, entonces para la obtención del tiempo total de mecanizado se determina el número de pasadas que se necesita para cubrir los 10 mm de encajonado.
- Tomando en cuenta que la profundidad máxima de corte es igual a 0.42 mm, entonces para cubrir los 10 mm de profundidad de encajonado se necesita un número de 24 pasadas.

$$T_{TC} = 0.49 \text{ min} \times 24$$

$$T_{TC} = 12 \text{ min}$$

DESBASTE DE LA PIEZA

Herramienta a utilizarse = Fresa de insertos redonda 25mmR5

Número de filos = 2

Material del herramental = Carburo

Material a desbastar = AISI/SAE P20 ~ M238

Velocidad del husillo (n)

- La velocidad de corte; $V_c = 90 \text{ m/min}$ (Anexo D)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (b)$$

$$n = \frac{90 \times 1000}{\pi \times 25}$$

$$n = 1146 \text{ rpm}$$

Avance por minuto (v_f)

- El avance por diente; $f_z = 0.1$ (Anexo F)

$$v_f = f_z \times n \times z \quad (d)$$

$$v_f = 0.1 \times 1146 \times 2$$

$$v_f = 230 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Profundidad de corte (a)

- Aceros con una resistencia a la tracción de $110 - 180 \text{ kg/mm}^2$ $C_a = 8 \text{ cm}^3/\text{kW min}$ Anexo H.
- Tomamos el 45% del diámetro de la fresa ya que es una herramienta de forma, $b = 11.25 \sim 12 \text{ mm}$ Anexo G.

La potencia efectiva y el volumen máximo de viruta, son variables ya calculadas anteriormente:

$$P_e = 3.40 \text{ kW}$$

$$C_m = 27.22 \text{ cm}^3/\text{kW min}$$

Entonces la profundidad de corte (a) es igual:

$$a = \frac{C_m \times 100}{b \times v_f} \quad (e)$$

$$a = \frac{27.22 \times 100}{12 \times 230}$$

$$a = 0.98 \text{ mm}$$

Para el mecanizado tómanos el 80 % de la cantidad teórica calculada

$$a = 0.98 \times 0.80$$

$$a = 0.78 \text{ mm}$$

Tiempo de mecanizado

- Para la obtención del tiempo de mecanizado, se determinará el número de pasadas que se necesita para desbaste un espesor aproximado de 3.43 mm.
- Las dimensiones de la parte trasera de la pieza son de 280 y 41.25 mm, para determinar las pasadas horizontales, tomamos en cuenta que se tomará el 45% del diámetro de la herramienta, la mismo que tiene un \varnothing de 25 mm, es decir se la pasada tendrá una longitud de 12 mm, entonces para cubrir un área de 41.25 mm se necesita 4 pasadas.
- El mismo procedimiento se realizará para el cálculo de pasadas para desbaste un espesor aproximado de 3.43 mm, para este proceso tomamos en cuenta que la profundidad del corte para esta herramienta es igual a 0.78 mm, entonces para desbaste un espesor de 3.43 mm se necesita un total de 5 pasadas.
- El número total de pasadas es el producto entre el número que se necesita para cubrir el área total de la pieza, y el número que se necesita para desbaste el espesor, este producto nos da un total de 20 pasadas para realizar el proceso de desbaste.

$$T_c = \frac{l_m}{v_f} \quad (j)$$

$$T_c = \frac{280}{230}$$

$$T_c = 1.21 \text{ min}$$

$$T_{TC} = 1.21 \text{ min} \times 20 \text{ pasadas}$$

$$T_{TC} = 24.35 \text{ min}$$

AFINADO DE LA PIEZA

Herramienta a utilizarse = Fresa redonda ϕ 6 mm

Número de filos = 4

Material del herramental = Carburo

Material a desbastar = AISI/SAE P20 ~ M238

Velocidad del husillo (n)

- La velocidad de corte; $V_c = 90$ m/min (Anexo D)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (b)$$

$$n = \frac{90 \times 1000}{\pi \times 6}$$

$$n = 4774.65 \text{ rpm}$$

Avance por minuto (v_f)

- El avance por diente; $f_z = 0.1$ (Anexo F)

$$v_f = f_z \times n \times z \quad (d)$$

$$v_f = 0.1 \times 4774.65 \times 4$$

$$v_f = 1909.86 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

- Para afinado debe reducirse el avance el 25% Anexos F¹⁹

$$v_f = 1909.86 \times 0.25$$

$$v_f = 477.5 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Profundidad de corte (a)

¹⁹ CASILLAS, A. *Máquinas. Cálculos de taller*. Cálculos para trabajos de fresado. 23ª edición. pág. 600.

- Aceros con una resistencia a la tracción de $110 - 180 \text{ kg/mm}^2$ $C_a = 8 \text{ cm}^3/\text{kW min}$ Anexo H.
- Tomamos el 10% del diámetro de la fresa ya que es una herramienta de forma, $b = 0.6 \text{ mm}$ Anexo G.

La potencia efectiva y el volumen máximo de viruta, son variables ya calculadas anteriormente:

$$P_e = 3.40 \text{ kW}$$

$$C_m = 27.22 \text{ cm}^3/\text{kW min}$$

Entonces la profundidad de corte (a) es igual:

$$a = \frac{C_m \times 100}{b \times v_f} \text{ (e)}$$

$$a = \frac{27.22 \times 100}{0.6 \times 477.5}$$

$$a = 2.4 \text{ mm}$$

Para el mecanizado tomamos el 80 % de la cantidad teórica calculada

$$a = 0.98 \times 0.80$$

$$a = 0.78 \text{ mm}$$

Cabe recalcar que la profundidad de corte (a) en el proceso de afinado al momento del mecanizado, no se toma en cuenta, ya que la altura del material entre el desbaste y la medida real de la pieza, según experiencias y para que la herramienta no se encuentre sometida a altos esfuerzos, dicha altura se encuentra en el rango de 0.1 a 0.15 décimas de milímetros para el proceso de afinado, entonces el cálculo de la profundidad de corte (a) en el afinado será omitido.

Tiempo de mecanizado

$$T_c = \frac{l_m}{v_f} \text{ (j)}$$

$$T_c = \frac{258}{477.5}$$

$$T_c = 0.54 \text{ min}$$

- El resultado obtenido es el tiempo que se necesita en una pasada del proceso de afinado.
- Para obtener el tiempo total del proceso determinados las pasadas totales que se necesita para cubrir una longitud de 41.25 mm, tomando en cuenta que el paso en el afinado es de 0.12 décimas de milímetro, con este valor se ha obtenido resultados aceptables en tal proceso, entonces para cubrir la longitud antes mencionada se necesita de 344 pasadas.

$$T_{TC} = 0.54 \text{ min} \times 344 \text{ pasadas}$$

$$T_{TC} = 185.76 \text{ min}$$

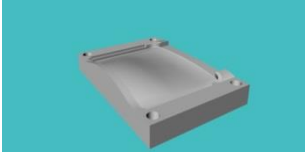
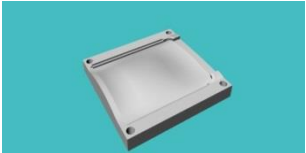
Los cálculos obtenidos se utilizaran en los procesos ya sea de desbaste y afinado, tomando en cuenta el material, la herramienta a utilizarse, el tipo de máquina y las dimensiones de la pieza para el obtención del tiempo de maquinado, todos estos factores influyen en el proceso de mecanizado, y en sí para optimizar los recursos y en especial el tiempo.

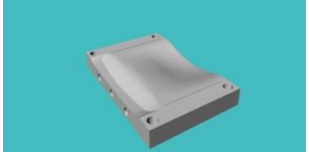
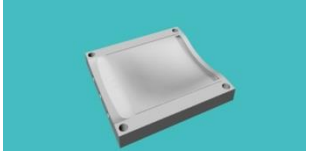
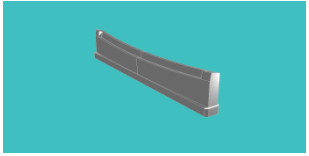
Además de lo estipulado, cabe recalcar que los parámetros también poseen una base empírica, es decir en base a la experiencia del operario, en especial en la profundidad de corte (a) debido a que los datos calculados tienen un porcentaje de ineficacia, ya que si el operario se rige por los datos obtenidos, al finalizar el mecanizado se obtendría ciertas contrariedades, comenzando en la calidad del mecanizado, el deterioro de la herramienta, etc.

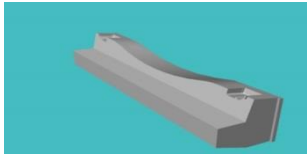

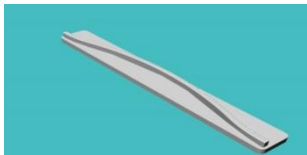
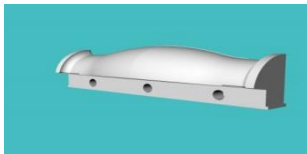
A continuación se presenta tablas en las cuales se muestran los procesos y parámetros de mecanizado de las principales piezas, tales como velocidad de husillo, velocidad de corte, profundidad de corte y tiempo estimado del proceso de mecanizado, en base al material del molde y la herramienta a utilizarse.



Además en el Anexo J (Tablas 6, 7, 8) se establecen los códigos G y M obtenidos de los principales procesos de mecanizado de la pieza de ejemplo.

En el Anexo K se muestra el proceso de transformación de la pieza que se tomó como ejemplo desde la obtención del material en bruto hasta la construcción del postizo que se situará en el carro del molde espaldar – asiento para la obtención de la ranura de ensamble que da paso a la unión del espaldar y el asiento con el travesaño medio de la butaca plástica.


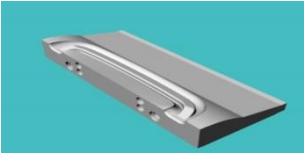
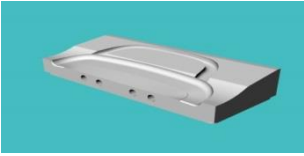
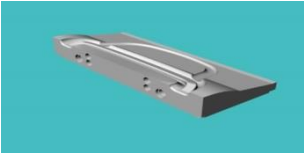
Tabla 6.7 Proceso de mecanizado de los postizos del molde (Fresado)										
Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _f) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Placa hembra asiento	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	450	1320	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2000	400	2397	0.15	
Placa hembra espaldar	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	800	1196	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 10mm	2000	800	541	0.15	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	3500	600	1452	0.1	

Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _c) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Placa macho asiento	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	305	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2600	700	1072	0.15	
Placa macho espaldar	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	700	432	0.7	
		Afinado (Parte inferior del postizo)	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 3mm	3000	700	68	0.1	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2600	800	1124	0.1	
Postizo carros	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	70	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2600	700	372	0.1	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 3mm	3000	800	80	0.1	

Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _t) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Carro lateral derecho	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	450	473	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	1800	350	838	0.15	
Carro lateral izquierdo	M 238	Desbaste Ángulo Cuña	Acabado Horizontal	Carburo	Plana Ø = 16mm	1200	500	548	0.5	
		Desbaste Ángulo Cuña	Acabado Horizontal	Carburo	Plana Ø = 16mm	1200	400	685	0.2	
		Desbaste Encajonado	Desbaste De Área	Carburo	Plana Ø = 16mm	500	300	80	0.7	
		Afinado Encajonado	Desbaste De Contorno	Carburo	Plana Ø = 16mm	500	350	30	0.15	
Carro lateral derecho	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	210	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2000	500	78	0.15	
Postizo inferior	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	650	329	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 12mm	1200	600	871	0.15	

Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _f) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Postizo inferior fijo	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	600	647	0.65	
		Semi afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 16mm	1200	600	314	0.15	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 8mm	1200	800	522	0.1	
		Desbaste (Ranura de ensamble)	Acabado Horizontal	Carburo	Redonda Ø = 8mm	1200	800	61	0.6	
		Afinado (Superficie de ranura)	Afinado de una Área con Inclinación	Carburo	Redonda Ø = 8mm	1200	800	6	0.1	
Carro central	M 238	Desbaste (Ángulo de cuña)	Acabado Horizontal	Carburo	Plana de insertos Ø = 30mm	1100	450	350	0.7	
		Afinado	Acabado Horizontal	Carburo	Plana de insertos Ø = 30mm	1100	450	683	0.15	
		Desbaste (Encajonado)	Desbaste De Área	Carburo	Plana Ø = 16mm	300	200	80	0.5	
		Afinado (Ajuste Encajonado)	Desbaste De Contorno	Carburo	Plana Ø = 16mm	400	350	30	0.1	

Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _t) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Macho lateral	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	650	700	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 12mm	1200	600	1742	0.15	
Carro lateral derecho	M 238	Desbaste (Ángulo Cuña)	Acabado Horizontal	Carburo	Plana de insertos Ø = 21mm	1000	350	253	0.7	
		Afinado (Ángulo Cuña)	Acabado Horizontal	Carburo	Plana de insertos Ø = 21mm	1200	350	700	0.1	
		Desbaste (Encajonado)	Desbaste De Contorno	Carburo	Plana Ø = 16mm	400	300	70	0.25	
		Afinado (Encajonado)	Desbaste De Contorno	Carburo	Plana Ø = 16mm	400	300	50	0.1	
Postizo lateral inferior	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	310	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2000	500	140	0.15	
Postizo lateral superior	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	650	329	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 12m	1200	600	871	0.15	

Pieza	Material	Tipo de proceso	Proceso	Herramienta		Velocidad del husillo (n) (r.p.m)	Velocidad de corte (V _f) (mm/min)	Tiempo estimado de mecanizado (min)	Profundidad de corte (a) (mm)	Esquema
				Material	Tipo					
Postizo inferior (asiento)	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	210	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2000	500	78	0.15	
Postizo superior (asiento)	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	650	329	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 12mm	1200	600	871	0.15	
Postizo inferior (espaldar)	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	500	210	0.65	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 6mm	2000	500	78	0.15	
Postizo superior (espaldar)	M 238	Desbaste	Desbaste Horizontal	Carburo	Redonda de insertos 25 R 5.0	1200	650	329	0.7	
		Afinado	Acabado Paralelo	Carburo	Redonda Ø = 12mm	1200	600	871	0.15	

6.8 ADMINISTRACIÓN

En la determinación del precio del asiento Bus-Tipo se realizó un estudio económico minucioso de los factores que intervienen en la fabricación, tales como:

- Costo del molde
- Costo de la máquina de inyección
- Costo del material a inyectarse
- Tiempo de inyección del material en el molde
- Peso del asiento
- Producción por hora del asiento, etc.

Algunos costes como el precio de la máquina de inyección y del molde se obtuvieron datos como el número de años de vida útil, para realizar el cálculo con sus respectivas depreciaciones.

Es así que la vida útil del acero es de 50 años, como el molde se encuentra sometido a cambios de temperatura, a presiones altas y a otros factores físicos. Por tal motivo se tomará un 50% de la vida útil del material del molde por el deterioro del mismo. El número de años de vida útil en máquinas industriales es de 10 años.²⁰

Para determinar los tiempos de inyección de cada molde se tomó como base el molde espaldar – asiento que es el de dimensiones grandes, los tiempos en cada proceso del ciclo se multiplicaran por el número total de moldes, con esto se determinará el tiempo total del ciclo de inyección para establecer el número de asientos producidos por hora.

²⁰ RLRTI (Reglamento a la Ley de Régimen Tributario Interno), Art. 25. Gastos Generales Deducibles, Numeral 6, 2008

Tabla 6.8 Costes del molde inyección					
	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
Materiales					
	Placas de respaldo	A36 450x650x30	8	600	4800
	Placas de cavidades	AISI P20 450x600x45	16	500	8000
	Placas intermedias de respaldo	A36 450x600x25	8	200	1600
	Placas Expulsoras	A36 450x500x20	4	600	2400
	Placas Paralelas	A36 450x50x70	6	133	800
	Acero AISI P20	∅ 8x2000	1	60	60
	Acero AISI P20	∅ 16x2000	1	120	120
	Acero AISI 4340	∅ 40x2000	1	250	250
	Herramientas de corte		1	320	320
	Herramientas de desbaste				240
	Herramientas de afinado				350
	Utilización máquina CNC				8000
Servicios Básicos de máquina					
	Aceite				120
	Agua				40
	Luz eléctrica				120
Recursos Humanos					
	1 Asesor técnico				2000
	1 Ayudante técnico				600
	1 Investigador				500
Materiales de Oficina					
	Accesorios de computador				50
	Internet				40
	Material de oficina				30
	Transporte				15
				Valor	30455
	Imprevistos				304.55
			Valor Total		30759.55

Tabla 6.9 Proceso de inyección del polímero	
INYECCIÓN	
Proceso	Tiempo en segundos
11. Cierre del molde	50
12. Avance de la unidad de inyección	50
13. Tiempo de llenado o de inyección	60
14. Tiempo de compactación o tiempo de moldeo	75
15. Retroceso de la unidad de inyección	50
16. Tiempo de enfriamiento	75
17. Tiempo de apertura del molde	50
18. Tiempo de extracción de la pieza	25
19. Tiempo de abertura del molde	50
20. Carga del material	50
Tiempo Total	535*
<p>*: Los tiempos obtenidos en la tabla se tomó como base el molde más grande que es el molde espaldar – asiento.</p> <p>Todos los tiempos obtenidos en la tabla es la suma de los cuatro moldes a producirse, tomando en cuenta que se tendrá un mínimo error ya que los otros moldes tienen menos dimensiones.</p>	

6.8.1 Costo del proceso de moldeo a inyección

Tabla 6.10 Datos del proceso de inyección	
INYECCIÓN	
Material = Polipropileno	
*Peso = 4 Kg	
Costo materia prima = 2.51 \$/Kg	
Costo de materia prima por asiento = 10.04 \$	
Costo máquina = 30000 \$	
Costo molde = 31000 \$	
Tiempo de inyección = 535 s = 8.92min	
Producción por hora = 8 asientos	
*: El peso del asiento se obtuvo por medio de un software.	

Tabla 6.11 Costo del asiento			
	Inyección		
	Costo Unitario \$	Costos por hora \$/h	Costo por la producción de un asiento \$
Plástico polipropileno	10.04		10.04
Mano de obra	320	1.33	0.19
Servicios básicos	200	0.83	0.12
Máquina	30000	1.04	0.15
Molde	31000	0.43	0.06
Armazón de aluminio	2.00		2.00
	Precio total del asiento		12.56

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El aumento de la producción en el ensamble del asiento dependerá de parámetros que se podrán implementar en un futuro, tal producción se maximizará al minimizar el ciclo, que es la cantidad de tiempo necesario para fundir el plástico, inyectarlo en el molde, enfriarlo y extraer una pieza terminada.

El procesamiento más consistente es el resultado de un control cuidadoso de la temperatura del plástico, presión del plástico a medida que llena el molde, la velocidad a la que el plástico llena el molde y las condiciones de enfriado. Estas cuatro variables primarias de moldeo son independientes y con frecuencia pueden utilizarse para comprender los cambios en el proceso y solucionar problemas. Si bien las variables se aplican a prácticamente todos los procesos de moldeo por inyección, el proceso será levemente distinto en cada industria, según la aplicación, el plástico utilizado y las preferencias del moldeador.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. ALFARO, J. M.; A. ALTAMIRANO; J. CORREO; A. MARTNEZ; E. PEÑALOZA. (2010). *Fabricación de moldes de inyección de plástico con bases en sistemas CNC y CAD/CAM*. Tesis Ing. Mec. México - Culhuacán. Inst. Politécnico Nacional. ESIME.
- [2]. CAVALLÉ, Pinós. C. (1975). *El sector siderúrgico Español*. 1975. Ed. Eunsa, Pamplona.
- [3]. CASILLAS, A. *Máquinas. Cálculos de taller*. 23^a edición. España.
- [4]. FERNÁNDEZ Pinedo, M. (1995). *Factores de éxito para competir*. Ed. PriceWaterhous. Madrid.
- [5]. GASTROW, Hans. (1998). *Moldes de inyección para plástico 100 casos prácticos*. Ed. Segunda en español. Hander.
- [6]. GROOVER Mikell, P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas*. Ed. Primera. Prentice Hall.
- [7]. LARREA, M. A. (2010). *Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD-CAM) en la construcción de pieza con proceso de Torneado de Control Numérico (CNC)*. Tesis Tlgo. Mec. Industrial. Ecuador – Guayaquil. ESPOL. Instituto de Tecnologías.
- [8]. LLANEZA, Javier. (2009). *Ergonomía de concepción. Diseño de puestos y espacios de trabajo. Ergonomía y psicología aplicada Manual para la formación del especialista*. 12a edición. España Lex Nova S.A.
- [9]. MELO, José. El Asiento [en línea]. (2008). *Salud, seguridad y medio ambiente en la industria*. (Disponible en Web: [http:// www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)).
- [10]. MENGES, Georg; MOHREN, Paul. (1980). *Moldes para la inyección de plásticos*. 2^a edición. España. Gustavo Gili S.A.

- [11]. PRICE WATERHOUSE (1995). *La Pyme industrial español; Factores de éxito para competir*. Ed. Price Waterhous. Madrid.
- [12]. SALGADO, José. (1992). *Diseño y construcción de un molde de inyección*. Tesis Ing. Mec. Guayaquil - Ecuador. ESPOL.
- [13]. SHIGLEY, Joseph. E. (1985). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. Ed. Tercera edición en español. México. McGraw-Hill.

ANEXOS

Anexo A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACERO AISI 1018

EL ACERO

SAE 1018 Eje de transmisión - tolerancias h10-h11



GENERALIDADES: Acero de bajo contenido de carbono.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Mn	P	S
SAE 1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050

PROPIEDADES MECÁNICAS

Suministrado laminado en frío (medidas pequeñas hasta 2 1/2 ") o torneado (medidas hasta 6"). Las medidas 7"; 8"; 9" y 10" son suministradas laminadas en caliente o torneado de desbaste.

Propiedad: Laminado en Frío	
Esfuerzo de cedencia, kg/mm ²	min. 31
Resistencia a la tracción, kg/mm ²	51-71
Elongación, A5	20%
Reducción de área, Z	57%
Dureza	163 HB

APLICACIONES

Donde se requiera aplicaciones con cargas mecánicas no muy severas, pero con ciertos grados de tenacidad importantes, como por ej.: pernos y tuercas, piezas de máquinas pequeñas, ejes, bujes, pasadores, grapas, etc. Factible de cementación con buena profundidad de penetración debido a su alto contenido de manganeso. Excelente soldabilidad.

MEDIDAS EN STOCK:

REDONDO

Diámetro (pulg)	Peso (kg/m)
1/4	0,2
5/16	0,4
3/8	0,6
1/2	1,0
5/8	1,6
3/4	2,2
7/8	3,0
1	4,0
1 1/8	5,0
1 1/4	6,2
1 3/8	7,5
1 1/2	8,9
1 3/4	12,2
2	15,9
2 1/4	20,1
2 1/2	24,9
2 3/4	30,1
3	35,8
3 1/4	42,0
3 1/2	48,7
4	63,6
4 1/2	80,5
5	99,4
5 1/2	120,3
6	143,2
7	194,9
8	254,6
9	322,2
10	397,8

Anexo B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACERO AISI P20

EL ACERO



IMPAX SUPREME =718=AISI P20 Acero pretemplado para moldes de plástico

GENERALIDADES: Es un acero aleado al cromo-níquel-molibdeno, desgasificado en vacío, que se suministra templado y revenido con alta pureza y uniformidad ofreciendo las siguientes ventajas:

- Sin riesgos de temple y ahorro de divisas por este proceso
- Ahorro de tiempo
- Menor costo de las herramientas (evitamos rectificación de deformaciones producidas por el tratamiento térmico)
- Las modificaciones se efectúan fácilmente
- Pueden nitrurarse para mejorar resistencia al desgaste
- Acepta temple a la llama, pudiendo reducir los daños en la superficie

CARACTERÍSTICAS:

1. Excelentes aptitudes para el pulido y elaboración de fotograbados
2. Buena maquinabilidad
3. Alta pureza y homogeneidad probadas con ultrasonido en el 100%
4. Dureza uniforme en todas las dimensiones

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
718	0.37	0.30	1.40	2.00	1.00	0.20
AISI/SAE P20	0.35	0.20-0.40	0.20-0.40	1.70	--	0.40

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	P20
W.Nr	1.2738, (1.2311 mejorado)
UNE	F-5303
AFNOR	35CND7
UDDEHOLM	IMPAX SUPREME

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 310 HB

	20	200
Temperatura °C		
Densidad kg/m³	7800	7750
Módulo de elasticidad N/mm²	205000	200000
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20°C	--	12.7x10 ⁻⁶

APLICACIONES:

- **Moldes de gran tamaño, donde el tratamiento térmico, resulta muy difícil y riesgoso**
- Moldes de inyección para termoplásticos
- Moldes de extrusión para termoplásticos
- Moldes para soplado
- Herramientas de conformar sin arranque de viruta (templadas a la llama o nitruradas)
- Componentes estructurales, ejes

TRATAMIENTO TÉRMICO

Este es un acero destinado a utilizarse en estado de suministro (templado y revenido). Sin embargo, cuando se desea tener mayor dureza del acero, puede ser útil seguir las instrucciones de tratamiento térmico siguientes:

Recocido blando: Proteger al acero y calentarlo en toda su masa a 700 °C. Luego enfriarlo en el horno a 10 °C/hora hasta 600 °C y por último libremente al aire.

Eliminación de tensiones: Después del desbaste, debe calentarse la herramienta en toda su masa a 550 °C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500 °C y después libremente al aire.

Temple:

Nota: El acero debe someterse a un recocido blando completo antes de templearlo.

Temperatura de precalentamiento: 500-600 °C

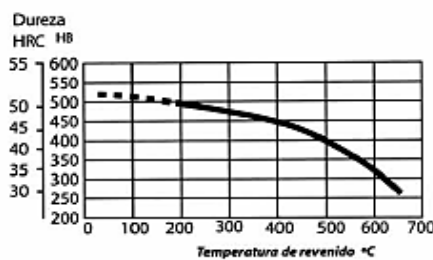
Temperatura de austenización: 850 °C

Agentes de enfriamiento:

- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante (Solamente geometrías sencillas)
- Aceite
- Temple escalonado martensítico a 300 °C, durante máx. 4 minutos; después, enfriar al aire libre

Nota: Revenir inmediatamente antes que la herramienta alcance los 70 °C

GRÁFICO DEL REVENIDO (2h+ 2h)



Otras operaciones de tratamiento térmico:

Temple a la llama o por inducción: Se pueden lograr durezas de hasta 50 HRC, seguido de un enfriamiento al aire y las piezas pequeñas requerirán en algunos casos enfriamiento forzado. Debe ir seguido al temple un revenido inmediato.

Nitruración: Se crea una superficie muy dura y resistente al desgaste, erosión y corrosión. Para obtener mejores resultados se debe hacer el respectivo desbaste, luego eliminado de tensiones a 550 °C, rectificado y por último nitrurado. Dureza obtenida por nitruración 53-55 HRC.

MEDIDAS EN STOCK:

REDONDO

Díámetro (mm)	Peso (kg/m)
28	4,8
35	7,6
43	11,4
50,8	15,9
55	18,7
76,2	35,8
80	39,5
102	64,1
115	81,5
127	99,4
153	144,3
165	167,9
180	199,8
230	326,1
254	397,8
300	554,9
400	986,5

PLATINAS

Platinas (mm)	Peso (kg/m)
25 x 200	3,93
25 x 300	5,89
30 x 100	2,36
30 x 200	4,71
30 x 250	5,89
40 x 160	5,02
40 x 200	6,28
40 x 250	7,85
40 x 300	9,42
50 x 160	6,28
50 x 200	7,85
50 x 250	9,81
50 x 300	11,78
56 x 396	17,41
63 x 200	9,89
63 x 250	12,36
63 x 300	14,84
66 x 346	17,93
80 x 300	18,84
102 x 305	24,42

PLANCHA

Plancha (mm)	Peso (kg/m)
25 x 700	137,4
40 x 700	219,8
50 x 700	274,8
60 x 700	329,7

Anexo C

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACERO AISI 4340 / DF2

EL ACERO



ARNE=DF2=AISI 01 Acero para trabajo en frío

GENERALIDADES: Acero al manganeso-cromo-tungsteno, templable en aceite para uso general. Apto para una gran variedad de aplicaciones de trabajo en frío. Buena maquinabilidad, estabilidad dimensional en el temple y buena combinación de dureza y tenacidad tras temple y revenido. Suministrado a 190 HB aproximadamente.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	W	V
ASSA B DF2	0.90	--	1.20	0.50	0.50	0.10
AISI/SAE 01	0.85-0.95	0.20-0.40	1.00-1.30	0.40-0.60	0.40-0.60	0.20

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	01
DIN	100MnCrW4
W.Nr	1.2510
UNE	F-5220
UDDEHOLM	ARNE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 62 HRC

Temperatura °C	20	200	400
Densidad kg/m ³	7800	7750	7700
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000	170000
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20 °C	—	11.7x10 ⁻⁶	11.4x10 ⁻⁶

APLICACIONES:

HERRAMIENTAS PARA:	ESPESOR DE MATERIAL	HRC
Corte:	hasta 3 mm	60-62
Cizallado, punzonado, troquelado, desbastado, tronzado	3-6 mm	54-60
	6-10 mm	54-56
Cizallas para trabajar en frío.		54-60
Herramientas de tronzado y desbarbado para piezas de forja	caliente	58-60
	frío	56-58
Conformado		56-62
Doblar, acuar, embutición profunda, repujado y conformado por estirado.		56-60
Troqueles pequeños de acuar en frío, expulsores, brocas y machos de roscar de tamaño pequeño y mediano.		56-60



TRATAMIENTO TÉRMICO

Recocido blando: Proteger al acero y calentarlo en toda su masa a 780 °C. Luego enfriarlo en el horno a 15°C/h hasta 650 °C y por último libremente al aire.

Eliminación de tensiones: Después del desbastado en máquina, calentar la herramienta a 650 °C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500 °C y después libremente al aire.

Temple:

Temperatura de precalentamiento: 600-700 °C

Temperatura de austenización: 790-850 °C

Agentes de enfriamiento:

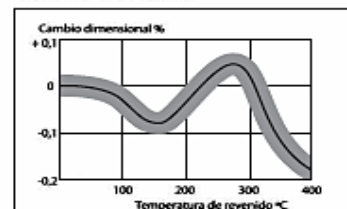
- Aceite
- Temple escalonado martensítico a 180-225 °C, después enfriar al aire

Cambios dimensionales durante el temple y revenido

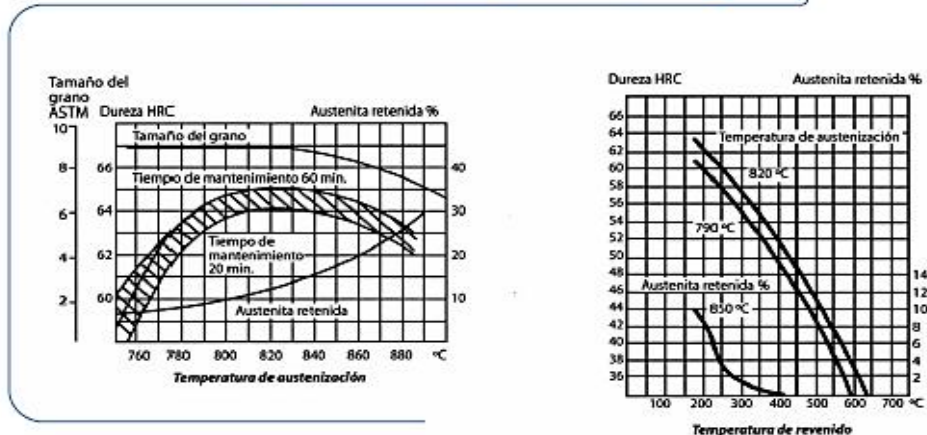
Durante el temple: (Plancha de muestra: 100x100x25 mm)

	Ancho %	Longitud %	Espesor %
Temple en aceite desde 830 °C			
mín.	+0.03	+0.04	--
máx.	+0.10	+0.10	+0.02
Temple escalonado martensítico desde 830 °C			
mín.	+0.04	+0.06	--
máx.	+0.12	+0.12	+0.02

Durante el revenido:



CURVAS PARA TEMPLEY REVENIDO (2h+2h)



MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
12,7	1,0
14	1,2
16	1,6
18	2,0
20	2,5
22	3,0
25,4	4,0
28	4,8
30	5,5
32	6,3
35	7,6
38	8,9
41	10,4
45	12,5
50,8	15,9
55	18,7
60	22,2
63,5	24,9
70	30,2
76,2	35,8
80	39,5






Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
85	44,5
90	49,9
95	55,6
102	64,1
108	71,9
115	81,5
120	88,8
127	99,4
135	112,4
140	120,8
150	138,7
153	144,3
160	157,8
170	178,2
180	199,8
203	254,1
225	312,1
230	326,1
250	385,3
280	483,4
305	573,5

Anexo D

Tabla 1. VELOCIDADES DE CORTE V_c (m/min) Y AVANCES PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS VALORES MEDIOS UTILIZADOS HERRAMIENTAS DE METAL DURO (WIDIA) O SIMILAR						
Material a trabajar	Fresas Normales			Fresado con coronas de cuchillas		
	Marca Widia	$V_c = \text{m/min}$	f_z	Marca Widia	$V_c = \text{m/min}$	f_z
Acero hasta 75 kg/mm ²	s 1	100 – 120	0.02 – 0.0	s 1	150 – 250	0.02 – 0.05
	s 3	40 – 50	0.05 – 0.5	s 3	40 – 60	0.05 – 0.15
Acero 75 – 100 kg/mm ²	s 1	80 – 100	0.02 – 0.03	s 1	120 – 150	0.02 – 0.05
	s 3	25 – 35	0.05 – 0.1	s 3	40 – 50	0.05 – 0.15
Acero 110 – 125 kg/mm ²	s 1	60 – 80	0.02 – 0.03	s 1	80 – 120	0.02 – 0.05
	s 3	20 – 30	0.02 – 0.05	s 3	30 – 35	0.05 – 0.08
Acero más de 125 kg/mm ²	s 1	30 – 50	0.01 – 0.03	s 1	50 – 70	0.02 – 0.03
	s 3	15 – 20	0.02 – 0.05	s 3	20 – 25	0.02 – 0.05
Acero Fundido hasta 50 kg/mm ²	s 1	100 – 120	0.02 – 0.05	s 1	150 – 250	0.02 – 0.05
	s 3	40 – 50	0.05 – 0.1	s 3	40 – 60	0.05 – 0.15
Acero Fundido más de 70 kg/mm ²	s 1	80 – 100	0.02 – 0.03	s 1	120 – 150	0.02 – 0.05
	s 3	25 – 35	0.05 – 0.1	s 3	40 – 50	0.05 – 0.15
Fundición Gris hasta 200 Brinell	G 1	50 – 60	0.1 – 0.15	G 1	120 – 180	0.1 – 0.2
Fundición Gris más de 200 Brinell	H 1	30 – 40	0.05 – 0.1	H 1	35 – 45	0.05 – 0.1
Fundición roja, Bronce, Latón	G 1	80 – 100	0.05 – 0.1	G 1	100 – 250	0.1 – 0.15
Metales ligeros	G 1	100 – 800	0.1 – 0.15	G 1	800 - 1500	0.1 – 0.25
Aleaciones de Aluminio	G 1	50 – 70	0.05 – 0.15	G 1	200 – 500	0.1 – 0.2
Materiales plásticos	G 1	80 – 100	0.05 – 0.1	G 1	100 – 200	0.1 – 0.2
Acero Inoxidable	s 1	60 – 80	0.01 – 0.03	s 1	80 – 100	0.02 – 0.03
	s 3	20 – 30	0.02 – 0.05	s 3	30 – 35	0.02 – 0.05
Metal MONEL	s 1	70 – 90	0.01 – 0.03	s 1	90 – 110	0.02 – 0.03
	s 3	30 – 40	0.02 – 0.03	s 3	40 – 50	0.02 – 0.05

Fuente: CASILLAS, A. *Máquinas. Cálculos de taller*. Cálculos para trabajos de fresado. 23^a edición. pag 598.

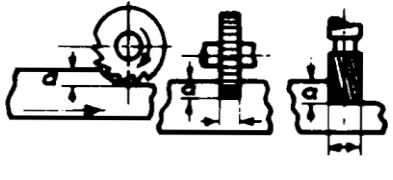
Anexo E

Tabla 2. AVANCES f_z PARA TRABAJAR DIVERSOS MATERIALES EN LA MAQUINAS FRESADORAS. VALORES MEDIOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE ACERO RÁPIDO 18 – 20% W						
	Tipo de fresas	 ①	 ②	 ③	 ④	 ⑤
	Material a fresar	Avance en milímetros por diente de la fresa				
ACEROS	40 – 50 kg/mm ²	0.075	0.30	0.20	0.10	0.20
	50 – 60 kg/mm ²	0.06	0.30	0.20	0.09	0.20
	60 – 85 kg/mm ²	0.045	0.25	0.15	0.08	0.15
	85 – 110 kg/mm ²	0.037	0.20	0.15	0.07	0.12
	110 – 140 kg/mm ²	0.026	0.15	0.10	0.06	0.10
	140 – 180 kg/mm ²	0.02	0.10	0.07	0.05	0.10
ACERO MOLDEADO	38 kg/mm ²	0.075	0.20	0.20	0.09	0.10
	45 kg/mm ²	0.06	0.20	0.15	0.08	0.10
	52 kg/mm ²	0.05	0.20	0.15	0.08	0.10
ACERO INOXIDABLE		0.037	0.15	0.10	0.05	0.10
METAL MONEL		0.045	0.30	0.15	0.06	0.10
ALUMINIO, MAGNESIO, LATÓN DULCE		0.12	0.20	0.20	0.10	0.15
ALEACIONES DE ALUMINIO. LATÓN DURO		0.09	0.20	0.15	0.10	0.10
CUPRO – ALUMINIO		0.06	0.15	0.15	0.10	0.10
COBRE PARA COLECTORES		0.09	0.20	0.20	0.10	0.10
MATERIALES PLÁSTICOS		0.07	0.20	0.20	0.10	0.10
BRONCE CORRIENTE		0.075	0.30	0.15	0.10	0.15
BRONCE FOSFOROSO		0.052	0.25	0.10	0.08	0.12
Fuente: CASILLAS, A. <i>Máquinas. Cálculos de taller.</i> Cálculos para trabajos de fresado. 23 ^a edición.pag 596.						

Anexo F

Tabla 3. VALORES MEDIOS PARA DESBASTAR EN LA MAQUINA FRESADORA UTILIZANDO FRESAS CILÍNDRICAS DE PLANEAR				
Material		Avance en mm por diente de la fresa (f_z)		
		Máquinas corrientes	Máquinas fuertes	Máquinas muy fuertes
Acero	40 – 50 kg/mm ²	0.10	0.20	0.25
	50 – 60 kg/mm ²	0.08	0.17	0.20
	60 – 85 kg/mm ²	0.06	0.15	0.17
	85 – 110 kg/mm²*	0.05	0.10	0.12
	110 – 140 kg/mm ² *	0.035	0.075	0.10
	140 – 180 kg/mm ² *	0.025	0.05	0.075
Acero Moldeado	30 kg/mm ²	0.10	0.20	0.25
	45 kg/mm ²	0.08	0.17	0.20
	52 kg/mm ²	0.07	0.15	0.17
Acero Inoxidable		0.05	0.12	0.15
Metal Monel		0.06	0.15	0.17
Aluminio, Laton dulce, Magnesio		0.17	0.40	0.45
Aleacion Aluminio, Laton duro		0.12	0.25	0.30
Cupro – Aluminio		0.08	0.17	0.20
Cobre para colectores		0.09	0.20	0.25
Materiales plásticos		0.09	0.20	0.25
Bronce corriente		0.10	0.25	0.30
Bronce Fosforoso		0.07	0.15	0.17
Hierro Fundido	15 kg/mm ²	0.08	0.30	0.35
	18 kg/mm ²	0.08	0.25	0.30
	22 kg/mm ²	0.07	0.20	0.25
	26 kg/mm ²	0.07	0.17	0.20
<p>Para afinado debe reducirse el avance el 25%</p> <p>Profundidad de fresado para desbaste, 8 a 12 mm</p> <p>Profundidad de fresado para afinado, 1mm</p> <p>*Resistencia de aceros aleados después de tratados (estado de recocido)</p> <p>Es indispensable normalizar las fresas en tres grupos</p> <p>1. Aceros Normales 2. Materiales duros, Fundición y Bronces. 3. Metales Ligeros</p>				
<p>Fuente: CASILLAS, A. <i>Máquinas. Cálculos de taller</i>. Cálculos para trabajos de fresado. 23^a edición. pag 600.</p>				

Anexo G

Tabla 4. NORMALIZACIÓN DE LAS PROFUNDIDADES DE FRESADO			
	Profundidades de fresado (a) y ancho de corte		
	Fresado en terminación y con pasada única	Fresado en desbaste	Fresado en afinado
1. Fresas Cilíndricas	Todo el ancho de la fresa, $a = 3 \text{ mm}$	Todo el ancho de la fresa, $a = 5 - 8 \text{ mm}$	Todo el ancho de la fresa, $a = 1 \text{ mm}$
2. Fresas Frontales	Ancho = al diámetro de la fresa, $a = 3 \text{ mm}$	La mitad del diámetro de la fresa, $a = 5 \text{ mm}$	Igual al diámetro de la fresa, $a = 1 \text{ mm}$
3. Fresas Frontales de mango	Igual al diámetro de la fresa, $a = 2 \text{ mm}$	La mitad del diámetro de la fresa, $a = 4 \text{ mm}$	Igual al diámetro de la fresa, $a = 0.5 \text{ mm}$
4. Fresas de disco	$a =$ Ancho de la fresa como máximo	$a =$ a la mitad del ancho de la fresa	$a = 5\%$ del ancho de la fresa
5. Fresas de forma	$a =$ Todo el perfil en pequeñas formas	$a = 1.$ Pasada 45% altura, 2 45%	$a = 10\%$ de la altura de su forma
Nota: Para dar la profundidad de corte en la máquina, tomamos el 80% de la profundidad dada por el cálculo.			
Fuente: CASILLAS, A. <i>Máquinas. Cálculos de taller.</i> Cálculos para trabajos de fresado. 23ª edición .pág. 597.			

Anexo H

Tabla 5. C_a = VOLUMEN DE VIRUTA EN cm^3 QUE PUEDE CORTAR POR kW MINUTO	
Material a fresar	C = Volumen cortado en cm^3/kWmin
Acero de 40 – 60 kg/mm^2	14
Acero de 60 – 85 kg/mm^2	12
Acero de 85 – 110 kg/mm^2	10
Acero de 110 – 180 kg/mm^2	8
Fundición blanda 180 Brinell	25
Fundición Semidura 200 Brinell	20
Latón	40
Bronce corriente	30
Bronce fosforoso	20
Aluminio	65
Aleaciones de Aluminio	50

Fuente: CASILLAS, A. *Máquinas. Cálculos de taller*. Cálculos para trabajos de fresado. 23ª edición. pág. 595.

Anexo I

HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL MECANIZADO

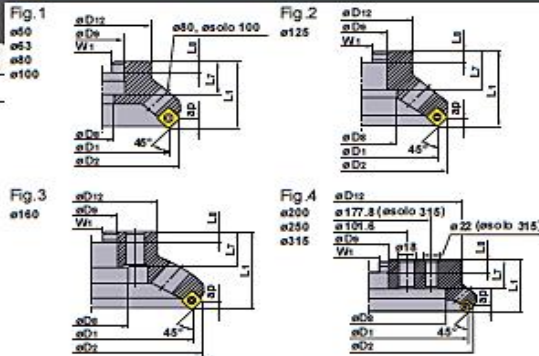
HERRAMIENTAS ROTATORIAS

FRESADO FRONTAL **45°**

<MECANIZADO GENERAL>

Alacín ligera	Fundición	Acero carburo Acero aleado	Acero inoxidable	Acero endurecido
---------------	-----------	-------------------------------	------------------	------------------

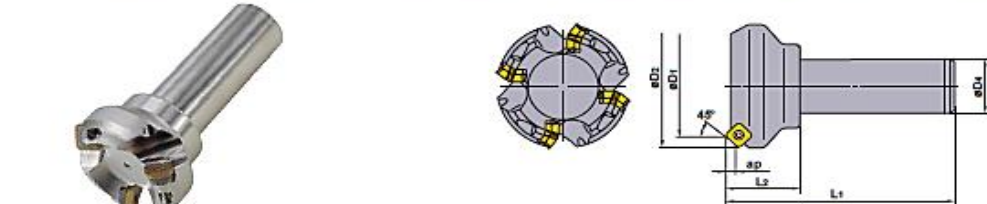
- Placas positivas de 20° para moldes, precisas y económicas.
- Tipo fijación por tornillo.
- Amplia área de desprendimiento de la viruta.
- Excelente rigidez debido al empleo de soportes de metal duro.



CH 45°
A.R. +20° ~ +23° T. +4°49' ~ +9°53'
R.R. -13° ~ -10° I. +22°55' ~ +23°02'

TIPO FRONTAL

Tipo	Referencia	Stock	Número de filos	Dimensiones (mm)										Masa (kg)	Max. Profundidad de corte ap (mm)	Tipo (Fig.)
				D1	D2	L1	D3	L7	D4	D12	W1	L3				
Paso Ancho	ASX445-050A03R	●	3	50	63.0	40	22	20	11	45	10.4	6.3	0.5	6	1	
	-063A04R	●	4	63	75.9	40	22	20	11	50	10.4	6.3	0.7	6	1	
	-080A04R	●	4	80	93.2	50	27	22	13.5	56	12.4	7	1.0	6	1	
	-100A05R	●	5	100	113.2	50	32	25	17.5	70	14.4	8	1.6	6	1	
	-125B06R	●	6	125	138.0	63	40	32	56	80	16.4	9	2.4	6	2	
	-160C07R	●	7	160	173.0	63	40	29	56	100	16.4	9	3.9	6	3	
	-200C08R	★	8	200	212.9	63	60	32	135	155	25.7	14	6.7	6	4	
Paso fino	-250C10R	★	10	250	262.9	63	60	32	174	200	25.7	14	10.5	6	4	
	-315C14R	★	14	315	327.9	80	60	57	256.8	285	25.7	14	22.4	6	4	
	ASX445-050A04R/L	□	4	50	63.0	40	22	20	11	45	10.4	6.3	0.4	6	1	
	-063A05R/L	□	5	63	75.9	40	22	20	11	50	10.4	6.3	0.6	6	1	
	-080A06R/L	□	6	80	93.2	50	27	22	13.5	56	12.4	7	0.9	6	1	
	-100A07R/L	□	7	100	113.2	50	32	25	17.5	70	14.4	8	1.5	6	1	
	-125B08R/L	□	8	125	138.0	63	40	32	56	80	16.4	9	2.3	6	2	
Paso extra fino	-160C10R/L	□	10	160	173.0	63	40	29	56	100	16.4	9	3.6	6	3	
	-200C12R/L	□	12	200	212.9	63	60	32	135	155	25.7	14	5.8	6	4	
	-250C14R/L	□	14	250	262.9	63	60	32	174	200	25.7	14	10.6	6	4	
	-315C18R/L	□	18	315	327.9	80	60	57	256.8	285	25.7	14	22.2	6	4	
	ASX445-050A05R	●	5	50	63.0	40	22	20	11	45	10.4	6.3	0.4	6	1	
	-063A06R	●	6	63	75.9	40	22	20	11	50	10.4	6.3	0.6	6	1	
	-080A08R	●	8	80	93.2	50	27	22	13.5	56	12.4	7	0.9	6	1	
Paso extra fino	-100A10R	●	10	100	113.2	50	32	25	17.5	70	14.4	8	1.5	6	1	
	-125B12R	●	12	125	138.0	63	40	32	56	80	16.4	9	2.3	6	2	
	-160C16R	●	16	160	173.0	63	40	29	56	100	16.4	9	3.6	6	3	
	-200C20R	●	20	200	212.9	63	60	32	135	155	25.7	14	6.5	6	4	
	-250C24R	●	24	250	262.9	63	60	32	174	200	25.7	14	10.3	6	4	
	-315C28R	●	28	315	327.9	80	60	57	256.8	285	25.7	14	21.8	6	4	



TIPO MANGO

Referencia	Stock	Número de filos	Dimensiones (mm)					Max. Profundidad de corte ap (mm)
			D1	D2	L1	D4	L2	
ASX445R503S32	★	3	50	63.0	125	32	40	6
634S32	★	4	63	75.9	125	32	40	6

●: Existencia en Europa. ★: Existencia en Japón.
□: A fabricar según demanda.



REPUESTOS

Referencia herramienta	①	②	* ③	*	
	Placa base	Tornillo	Tornillo roscado	Llave (Placa)	Llave (Placa asiento)
Tipo ASX445	STASX445N	WCS503507H	TPS35	TIP15T	HKY35R

* Par de fijación (N · m) : WCS503507H=5.0, TPS35=3.5

PLACAS CON ROMPEVIRUTAS

Material	P	M	K	N	S	H	Rebubrimiento						Cermat (General)				Dimensiones (mm)				Geometría
	Acero	Acero Inoxidable	Fundición	Metales no férricos	Alúmina y cerámicos, Alúmina y óxido	Materiales endurecidos	F7030	MC5020	VP15TF	VP30RT	NX4343	VP45N	HT10	D1	S1	F1	Re	Geometría			
Figura														Dimensiones (mm)				Geometría			
Figura	Referencia	Clase	Honing	Rebubrimiento						Cermat (General)				D1	S1	F1	Re				
JL Rompevirutas	SEET13T3AGEN-JL	E	E	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	13.4	3.97	1.9	1.5				
JM Rompevirutas	SEMT13T3AGSN-JM	M	S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	13.4	3.97	1.9	1.5					
JH Rompevirutas	SEMT13T3AGSN-JH	M	S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	13.4	3.97	1.9	1.5					
FT Rompevirutas	SEMT13T3AGSN-FT	M	S	●									13.4	3.97	1.9	1.5					
JP Rompevirutas	SEGT13T3AGFN-JP	G	F									●	13.4	3.97	2.2	-					

PLACAS WIPER

Figura	Referencia	Clase	Honing	Cermat	General	CBN	PCD	Dimensiones (mm)					Geometría
								L1	L2	S1	F1	Re	
	WEEW13T3AGER8C	E		●				16.48	16.60	3.97	7.5	1.5	
	13T3AGTR8C	T	●					16.48	16.60	3.97	7.5	1.5	
	WEEW13T3AGFR3C	F				●		16.48	16.60	3.97	3.0	1.5	
	13T3AGTR3C	T			●			16.48	16.60	3.97	3.0	1.5	

REPUESTOS > M001
DATOS TÉCNICOS > N001

K011

HERRAMIENTAS ROTATORIAS

CONDICIONES DE CORTE RECOMENDADAS

Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	Acabado – Corte Ligero		Corte Ligero-Semi-Fuerte		Corte Medio-Pesado		
				Avance por Diente (mm/diente)	Revoluciones	Avance por Diente (mm/diente)	Revoluciones	Avance por Diente (mm/diente)	Revoluciones	
P Acero dulce	≤180HB	F7030	280 (210–350)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		VP15TF	250 (200–300)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		VP30RT	230 (180–280)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		NX4545	180 (130–230)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
		VP45N	180 (130–230)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
	Acero al carbono Acero aleado	180–280HB	F7030	250 (200–300)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH
			VP15TF	220 (170–270)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH
			VP30RT	200 (150–250)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH
			NX4545	150 (120–180)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–
			VP45N	150 (120–180)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–
	280–350HB	F7030	180 (130–230)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		VP15TF	140 (100–180)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		VP30RT	120 (80–160)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		NX4545	100 (80–120)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
		VP45N	100 (80–120)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
M Acero inoxidable	≤270HB	VP15TF	220 (170–270)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		VP30RT	200 (150–250)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		NX4545	150 (120–180)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
		VP45N	150 (120–180)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
K Fundición Fundición dúctil	Resistencia a la tracción ≤450MPa	MC5020	200 (150–250)	–	–	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH FT	
		F5010	200 (150–250)	–	–	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
		F5020	200 (150–250)	–	–	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	FT	
		VP15TF	180 (130–250)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	0.3 (0.2–0.4)	JH	
N Aleación de aluminio	–	HT110	300–	0.15 (0.1–0.2)	JP	0.2 (0.1–0.3)	JP	0.3 (0.2–0.4)	JP	
S Aleaciones termo-resistentes (Inconel, Vespaly, etc.)	–	VP15TF	40 (20–50)	0.15 (0.1–0.2)	JL	0.2 (0.1–0.3)	JM	–	–	
H Acero de alta aleación	40–55HRC	VP15TF	80 (60–100)	0.1 (0.05–0.15)	JL	0.15 (0.1–0.2)	JM	0.2 (0.1–0.3)	JH	

● Revoluciones (min⁻¹)=(1000×Velocidad de corte)÷(3.14×φD) ● Avance de mesa (mm/min)=Avance por mesa×Número de dientes×Revoluciones de corte

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LAS PLACAS

■ Instrucciones para el uso de rompevirutas JP

- El rompevirutas JP tiene el bisel afilado, cuando se utilice llevar puesto guantes.
- Cuando mecanizamos aluminio, el bisel de la placa principal tiende a fallar. Para impedir esto, utilizar el corte recomendado.

■ Instrucciones para placas wiper

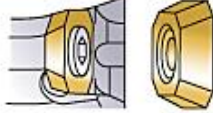


- Las placas Wiper para la ASX445 són de puntas individuales.
- Para instalar la placa wiper, el correcto posicionamiento viene determinado por un pequeño chaffán.

CARACTERÍSTICAS

ESTABLE, LARGA VIDA DE LA HERRAMIENTA, CUERPO DE PRECISIÓN

Una placa asiento de metal duro exclusiva de Mitsubishi con mecanismo Anti-Fly Insert (AFI) mejora la colocación de la placa, permitiendo un corte estable bajo condiciones de bastante carga.



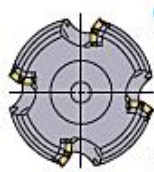
El cuerpo de la fresa está hecho de aleaciones especiales que proporcionan elevada resistencia y temperatura. La superficie tiene un tratamiento especial para mejorar la resistencia de la corrosión.



Para la fresa ASX utilizamos un tornillo tipo rosca que mejora la fijación y la precisión. El posicionamiento de las placas pueden ser realizado sin quitar completamente el tornillo.

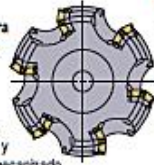


APLICACIONES PARA VARIOS PROCESOS DE MECANIZADO



Tipo Paso Ancho

1. La 1ª recomendación para el corte de acero y acero inoxidable.
2. Para un corte profundo y avance con gran desprendimiento de virutas.
3. Para una larga proyección y una posible rigidez en el mecanizado.



Tipo Paso Fino

1. La 1ª recomendación para la fundición, acero endurecido y la aleación resistente al calor.
2. Para un corte superficial con un bajo avance y un bajo volumen de desprendimiento de la viruta.



Paso Extra Fino

1. La 1ª recomendación para la fundición.
2. Para las operaciones de corte donde el volumen de la viruta es menor y queremos ir a gran avance.

ROMPEVIRUTAS PARA UNA GRAN GAMA DE APLICACIONES

JL Acabado y corte ligero	JM Acabado y corte semi-pesado	JH Acabado corte medio-pesado	JP Para aleaciones de aluminio	FT Para desbaste y fundición
Placa de gran precisión rectificada en la periferia. Gran ángulo de corte para baja resistencia de corte.	Elevada precisión en las placas clase M. Para un amplio rango de materiales y condiciones de corte.	Elevada precisión en placas clase M. Duros filos de corte para una elevada resistencia en la rotura.	Placa de gran precisión en la periferia. Gran ángulo de corte para un alto espesor de maquinado y una mayor resistencia al impacto.	Elevada precisión en las placas clase M. Elevada resistencia de rotura en las placas sin rompevirutas.
① La rigidez del material es baja.	① Corte general.	① Corte ininterrumpido. ② Escala.	① Mecanizado general de aluminio y de metales no ferrosos. ② Elevado avance de corte.	① Para desbaste en la fundición.

CALIDAD DE PLACAS PARA UN AMPLIO RANGO DE METALES

P Acero al carbono: Acabado	M Acero inoxidable	K Fundición: Fundición gris	N Aleación de aluminio	S Aleaciones termo-resistentes	H Acero de alta aleación
Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.	Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.	Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.	Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.	Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.	Estable: Corte continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos. Corte inestable: Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos.

(Nota) Cuando mecanizamos el acero o el acero inoxidable donde el acabado debe de ser bueno en la superficie, utilizamos cermet NX4545.
Corte Estable : Corte Continuo, Profundidad de corte constante, Elementos de corte firmemente sujetos
Corte Inestable : Corte Fuerte Interrumpido, Profundidad de corte irregular, Elementos de corte mal sujetos

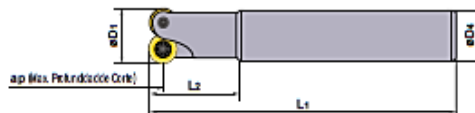
HERRAMIENTAS ROTATORIAS

FRESADO MULTIFUNCIONAL



RRD NEW

Alación ligera	Fundición	Acero carbono Acero al esmeril	Acero inoxidable	Acero endurecido
----------------	-----------	-----------------------------------	------------------	------------------

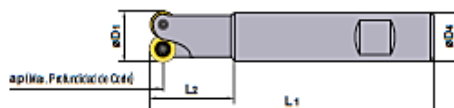


- 15° Placa positiva.
- Placa redonda que tiene un filo de corte muy fuerte.
- Disponible una gran gama de herramientas.
- Conveniente para mecanizado de moldes.

CON MANGO RECTO

Solo herramienta a mano derecha.

R (mm)	Referencia	Stock	Número de dientes	Dimensiones (mm)					Tornillo	Llave	Placa
				D1	D4	L1	L2	ap			
2.5	RRD025R102S10Z	●	2	10	10	75	23	2.5	83215	TKY06F	RDH/Z 0501M00
	123S12Z	●	3	12	12	75	23	2.5	83215	TKY06F	
	154S16Z	●	4	15	16	80	23	2.5	83215	TKY06F	
3.5	RRD035R122S10Z	●	2	12	10	75	23	3.5	TS253	TKY08F	RDHM/Z 07T1M00
	122S12Z	●	2	12	12	75	23	3.5	TS253	TKY08F	
	122S16Z	●	2	12	16	88	15	3.5	TS253	TKY08F	
	122S16ZL	●	2	12	16	128	15	3.5	TS253	TKY08F	
	122S16ZM	●	2	12	16	108	15	3.5	TS253	TKY08F	
3.5	RRD035R152S16Z	●	2	15	16	88	18	3.5	TS25	TKY08F	RDH/MZ 0702M00
	152S16ZM	●	2	15	16	108	18	3.5	TS25	TKY08F	
	152S20Z	●	2	15	20	130	20	3.5	TS25	TKY08F	
	152S20ZM	●	2	15	20	150	20	3.5	TS25	TKY08F	
	152S25Z	●	2	15	25	176	20	3.5	TS25	TKY08F	
3.5	RRD035R153S12Z	●	3	15	12	75	17	3.5	TS253	TKY08F	RDHM/Z 07T1M00
	153S16Z	●	3	15	16	78	30	3.5	TS253	TKY08F	
5	RRD050R202S20Z	●	2	20	20	90	31	5.0	B-TS35	TKY15F	RDHM/Z 1003M00
	202S20ZM	●	2	20	20	110	51	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25Z	●	2	20	25	136	72	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25ZL	●	2	20	25	176	112	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25ZM	●	2	20	25	156	92	5.0	B-TS35	TKY15F	



MANGO TIPO WELDON

Solo herramienta a mano derecha.

R (mm)	Referencia	Stock	Número de dientes	Dimensiones (mm)					Tornillo	Llave	Placa
				D1	D4	L1	L2	ap			
3.5	RRD035R122S16W	●	2	12	16	88	15	3.5	TS253	TKY08F	RDH/MZ 07T1M00
	122S16WL	●	2	12	16	128	15	3.5	TS253	TKY08F	
	122S16WM	●	2	12	16	108	15	3.5	TS253	TKY08F	
3.5	RRD035R152S16W	●	2	15	16	88	18	3.5	TS25	TKY08F	RDH/MZ 0702M00
	152S16WM	●	2	15	16	108	18	3.5	TS25	TKY08F	
	152S20W	●	2	15	20	130	20	3.5	TS25	TKY08F	
	152S20WM	●	2	15	20	150	20	3.5	TS25	TKY08F	
	152S25W	●	2	15	25	176	20	3.5	TS25	TKY08F	
3.5	RRD035R153S16W	●	3	15	16	78	30	3.5	TS253	TKY08F	RDH/MZ 07T1M00
	202S20W	●	2	20	20	90	31	5.0	B-TS35	TKY15F	
5	RRD050R202S20WM	●	2	20	20	110	51	5.0	B-TS35	TKY15F	RDH/MZ 1003M00
	202S25W	●	2	20	25	135	72	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25WL	●	2	20	25	176	112	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25WM	●	2	20	25	156	92	5.0	B-TS35	TKY15F	
	202S25WM	●	2	20	25	156	92	5.0	B-TS35	TKY15F	

●: Existencia en Europa.

K072

CONDICIONES DE CORTE RECOMENDADAS

CONDICIONES DE CORTE PARA DESBASTE (ae=50% of Ø)

Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	Ø10-15mm		Ø20mm		Ø24-25mm		Ø30-42mm		Ø50-80mm		Ø100-160mm	
				ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)
P Acero Dulce	≤180HB	NX4545 F7030 VP15TF	(250-320)	-0.2	0.25	-0.5	0.45	-1.0	0.35	-1.0	0.40	-1.0	0.50	-1.5	0.60
			(240-300)	0.2-0.3	0.20	0.5-1.0	0.25	1.0-2.0	0.30	1.5-2.0	0.32	1.0-1.5	0.40	1.5-2.5	0.45
			(200-280)	0.3-0.5	0.12	1.0-1.5	0.15	2.0-2.5	0.20	2.0-3.0	0.25	1.5-3.0	0.35	2.5-5.0	0.35
Acero al carbono Acero aleado	180-350HB	NX4545 F7030 VP15TF	(220-300)	-0.2	0.20	-0.5	0.40	-1.0	0.30	-1.0	0.40	-1.0	0.50	-1.5	0.55
			(200-290)	0.2-0.3	0.15	0.5-1.0	0.20	1.0-1.5	0.25	1.5-2.0	0.30	1.0-1.5	0.38	1.5-2.5	0.40
			(160-250)	0.3-0.5	0.10	1.0-1.5	0.10	1.5-2.0	0.22	2.0-3.0	0.22	1.5-3.0	0.30	2.5-4.5	0.32
M Acero inoxidable	≤270HB	F7030 VP20M	(180-240)	-0.1	0.15	-0.5	0.20	-1.0	0.20	-1.0	0.25	-1.0	0.25	-1.5	0.30
			(160-200)	0.1-0.2	0.15	0.5-1.0	0.15	1.0-2.0	0.18	1.5-2.0	0.20	1.0-1.5	0.22	1.5-2.5	0.25
			(140-180)	0.2-0.25	0.10	1.0-1.5	0.12	2.0-2.5	0.14	2.0-3.0	0.15	1.5-3.0	0.18	2.5-5.0	0.20
K Fundición	Resistente a la tracción ≤450MPa	VP15TF VP20M VP10H	(200-250)	-0.1	0.15	-0.5	0.18	-1.0	0.20	-1.0	0.25	-1.0	0.30	-1.5	0.35
			(180-230)	0.1-0.2	0.10	0.5-1.0	0.10	1.0-1.5	0.15	1.5-2.0	0.18	1.0-1.5	0.25	1.5-2.5	0.22
			(160-200)	0.2-0.25	0.10	1.0-1.5	0.10	1.5-2.0	0.12	2.0-3.0	0.15	1.5-3.0	0.18	2.5-4.5	0.20
H Acero endurecido	-52HRC -58HRC -60HRC	VP15TF VP10H VP05HT	(140-200)	-0.1	0.12	-0.1	0.14	-0.1	0.15	-0.1	0.18	-0.1	0.18	-0.1	0.20
			(110-180)	0.1-0.15	0.10	0.1-0.20	0.12	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.14	0.1-0.30	0.14	0.1-0.30	0.15
			(100-170)	0.1-0.15	0.10	0.1-0.20	0.10	0.1-0.30	0.10	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.12

(Nota 1) Cuando utilizamos el ancho completo de corte hay que reducir las condiciones de corte en un 20%.

(Nota 2) Cuando utilizamos un voladizo muy largo por favor reducir las condiciones de corte un 20%.

CONDICIONES DE CORTE PARA ACABADO (ae=20% of Ø)

Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	Ø10-15mm		Ø20mm		Ø24-25mm		Ø30-42mm		Ø50-80mm		Ø100-160mm	
				ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)	ap (mm)	fz (mm/rev)
P Acero Dulce	≤180HB	NX4545 F7030 VP15TF	(260-360)	-0.1	0.15	-0.15	0.20	-0.15	0.25	-0.15	0.30	-0.15	0.32	-0.3	0.35
			(240-320)	0.1-0.2	0.15	0.1-0.2	0.15	0.1-0.2	0.18	0.1-0.3	0.20	0.1-0.3	0.22	0.2-0.3	0.25
			(220-280)	0.2-0.24	0.10	0.1-0.30	0.15	0.1-0.30	0.18	0.1-0.30	0.20	0.2-0.30	0.20	0.3-0.40	0.20
Acero al carbono Acero aleado	180-350HB	NX4545 F7030 VP15TF	(250-350)	-0.1	0.12	-0.1	0.15	-0.1	0.18	-0.1	0.25	-0.1	0.28	-0.15	0.30
			(230-310)	0.1-0.15	0.12	0.1-0.30	0.15	0.1-0.30	0.15	0.1-0.30	0.20	0.1-0.3	0.22	0.15-0.3	0.25
			(210-270)	0.15-0.2	0.10	0.15-0.30	0.12	0.15-0.30	0.15	0.15-0.30	0.15	0.2-0.3	0.18	0.2-0.3	0.18
M Acero inoxidable	≤270HB	F7030 VP20M	(180-240)	-0.1	0.12	-0.1	0.18	-0.1	0.20	-0.1	0.22	-0.1	0.25	-0.15	0.30
			(160-200)	0.1-0.2	0.10	0.1-0.30	0.12	0.1-0.3	0.15	0.1-0.3	0.18	0.1-0.3	0.20	0.15-0.3	0.22
			(140-180)	0.2-0.25	0.10	0.2-0.30	0.10	0.2-0.3	0.12	0.2-0.3	0.12	0.2-0.3	0.15	0.2-0.3	0.18
K Fundición	Resistente a la tracción ≤450MPa	VP15TF VP20M VP10H	(200-300)	-0.1	0.15	-0.1	0.18	-0.1	0.20	-0.1	0.22	-0.1	0.25	-0.15	0.30
			(200-280)	0.1-0.2	0.10	0.1-0.30	0.10	0.1-0.3	0.15	0.1-0.3	0.15	0.1-0.3	0.20	0.15-0.3	0.22
			(180-240)	0.2-0.25	0.10	0.2-0.40	0.10	0.2-0.4	0.12	0.2-0.4	0.12	0.2-0.4	0.15	0.2-0.4	0.18
H Acero endurecido	-52HRC -58HRC -60HRC	VP15TF VP10H VP05HT	(150-200)	-0.1	0.15	-0.1	0.14	-0.1	0.15	-0.1	0.18	-0.1	0.18	-0.1	0.20
			(120-180)	0.1-0.15	0.10	0.1-0.20	0.12	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.14	0.1-0.30	0.14	0.1-0.30	0.15
			(100-180)	0.1-0.15	0.10	0.1-0.20	0.10	0.1-0.30	0.10	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.12	0.1-0.30	0.12

(Nota 1) Cuando utilizamos el ancho completo de corte hay que reducir las condiciones de corte en un 20%.

(Nota 2) Cuando utilizamos un voladizo muy largo por favor reducir las condiciones de corte un 20%.

PLACAS > J023, J024
REPUESTOS > M001
DATOS TÉCNICOS > N001

K075

HERRAMIENTAS ROTATORIAS

FRESA CON MANGO
Y PUNTA ESFERICA



SRF, SRB

Alación ligera	Fundición	Acero carbono Acero aleado	Acerinizable	Acero endurecido



- La forma del filo de corte mejora el desprendimiento, similar a la fresa integral de metal duro.
- Exacta tolerancia en el radio que permite un elevado acabado en la precisión.
- Disponible con mango de metal duro.

Fig.1

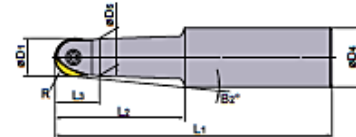


Fig.2

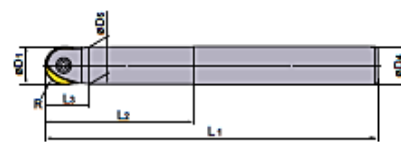


Fig.3



TIPO DE MANGO DE ACERO

Solo herramientas a mano derecha.

Tipo	Referencia	Stock	Número de dientes	Dimensiones (mm)								Tipo (Fig.)	*		
				R	D1	D4	L1	D5	L2	L3	B2°		Tomillo	Llave	Placa
Estándar	SRFH10S12M	●	1	5	10	12	110	9.5	40	13	1°30'	1	RS3008T	⊙TKY08D	SRFT10 SRBT10
	12S16M	●	1	6	12	16	120	11.5	50	15	1°30'	1	RS3510T	⊙TKY10D	SRFT12 SRBT12
	16S20M	●	1	8	16	20	130	15.5	50	20	1°30'	1	RS4015T	⊙TKY15T	SRFT16 SRBT16
	20S25M	●	1	10	20	25	150	19.5	70	24	1°30'	1	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	25S32M	●	1	12.5	25	32	180	24.5	80	30	1°30'	1	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25
	30S32M	●	1	15	30	32	200	29.5	100	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT30 SRBT30
32S32M	●	1	16	32	32	200	31.5	100	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT32 SRBT32	
Semi-largo	SRFH10S12L	●	1	5	10	12	150	9.5	60	13	1°30'	1	RS3008T	⊙TKY08D	SRFT10 SRBT10
	12S16L	●	1	6	12	16	160	11.5	70	15	1°30'	1	RS3510T	⊙TKY10D	SRFT12 SRBT12
	16S20L	●	1	8	16	20	160	15.5	70	20	1°30'	1	RS4015T	⊙TKY15T	SRFT16 SRBT16
	20S25L	●	1	10	20	25	180	19.5	80	24	1°30'	1	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	20S20L80	●	1	10	20	20	180	19.5	80	24	—	2	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	25S32L	★	1	12.5	25	32	200	24.5	100	30	1°30'	1	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25
25S25L100	●	1	12.5	25	25	200	24.5	100	30	—	2	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25	
30S32L	★	1	15	30	32	230	29.5	130	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT30 SRBT30	
Longitud	SRFH20S25E	●	1	10	20	25	220	19.5	120	24	1°30'	3	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	20S20E120	●	1	10	20	20	220	19.5	120	24	—	2	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	25S32E	●	1	12.5	25	32	250	24.5	150	30	1°30'	3	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25
	25S25E150	●	1	12.5	25	25	250	24.5	150	30	—	2	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25
30S32E	●	1	15	30	32	300	29.5	200	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT30 SRBT30	
Extra largo	SRFH20S25X	★	1	10	20	25	250	19.5	150	24	1°30'	3	RS5020T	⊙TKY20T	SRFT20 SRBT20
	25S32X	★	1	12.5	25	32	300	24.5	200	30	1°30'	3	RS6025T	⊙TKY25T	SRFT25 SRBT25
	30S32X	★	1	15	30	32	350	29.5	250	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT30 SRBT30
	32S32X	★	1	16	32	32	350	31.5	250	35	—	2	RS8030T	⊙TKY30T	SRFT32 SRBT32


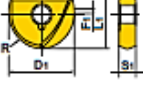


(Nota) Asegurarse de que las placas se ajustaron en la forma correcta. (Referencia página K087.)

* Par de fijación (N·m) : RS3008T=1.5, RS3510T=2.5, RS4015T=3.3, RS5020T=5.0, RS6025T=7.5, RS8030T=10.0

● : Existencia en Europa. ★ : Existencia en Japón.

HERRAMIENTAS ROTATORIAS

PLACAS

Figura	Referencia	Recubrimiento		Dimensiones (mm)					Geometría
		VP15TF	MP8010	D1	R	L1	F1	S1	
	* SRFT10	●	●	10	5	8.5	0.5	2.6	
	* 12	●	●	12	6	10	0.5	3	
	* 16	●	●	16	8	12	1	4	
	* 20	●	●	20	10	15	1	5	
	* 25	●	●	25	12.5	18.5	1	6	
	* 30	●	●	30	15	22.5	1	7	
	* 32	●	●	32	16	23.5	1	7	
	SRBT10	●		10	5	8.5	—	2.6	
	12	●		12	6	10	—	3	
	16	●		16	8	12	—	4	
	20	●		20	10	15	—	5	
	25	●		25	12.5	18.5	—	6	
	30	●		30	15	22.5	—	7	
	32	●		32	16	23.5	—	7	

* Caja de 2 placas.

CONDICIONES DE CORTE RECOMENDADAS

	Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	Avance por diente (mm/diente)	Profundidad de corte (mm)
P	Acero al carbono Acero aleado	180—280HB	VP15TF	200 (80—300)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
	Acero pre-endurecido	≤45HRC	VP15TF	150 (80—200)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
	Acero aleado para herramientas	180—380HB	VP15TF	150 (80—200)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
K	Fundición	Resistente a la tracción ≤350MPa	MP8010	250 (180—450)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
	Fundición dúctil	Resistente a la tracción ≤800MPa	MP8010	200 (80—300)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
H	Acero tratado	45—55HRC	VP15TF	100 (60—120)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.05D1
		≥55HRC	MP8010	80 (60—120)	0.2 (0.1—0.3)	≤0.01D1

(Nota 1) Los valores de amba muestran el promedio actual de las velocidades de corte. Los valores cambian ligeramente de acuerdo con el estado de la máquina y el método utilizado. Ajustar los valores dependiendo de la situación actual de la máquina, y de los datos detallados en la tabla de arriba.

(Nota 2) Para fresas con mango de acero, es posible aumentar las condiciones de corte en un 20%.

(Nota 3) Tenga en cuenta lo siguiente cuando mecanice acero endurecido con MP8010.

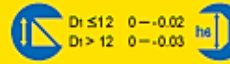
- Acortar lo máximo posible el voladizo de la longitud sobrante.
- Usar con el mango de Metal Duro recomendado.
- Poner especial cuidado con la profundidad de corte para evitar roturas.

● : Existencia en Europa.

K086

MSMHDD

Alto rendimiento, Longitud media, 4 hélices

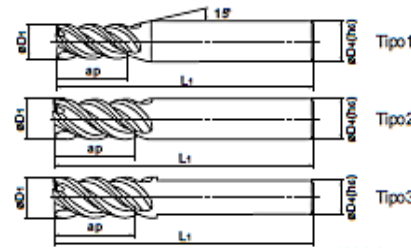


4 ≤ D4 ≤ 6	0 - -0.008
8 ≤ D4 ≤ 10	0 - -0.009
12 ≤ D4 ≤ 16	0 - -0.011
20 ≤ D4 ≤ 25	0 - -0.013

Acero Carbono, Acero Aleado, Fundido (<30HRC)	Acero inoxidable austenítico (<549HRC)	Acero Endurecido (<55HRC)	Acero Endurecido (>55HRC)	Acero Inoxidable Austenítico	Aleación (Titanio, Aluminio, Aluminio y Hierro)	Aleación de Cobre	Aleación de Aluminio
○	○	○	○	○	○	○	○



● Fresa frontal de alto rendimiento con 4 hélices.



Unidad : mm

Referencia	Diámetro D1	Longitud de corte ap	Longitud total L1	Diámetro del mango D4	Número de hélices N	Stock	Tipo
MSMHDD0200	2	4	45	4	4	●	1
D0210	2.1	5	45	4	4	●	1
D0220	2.2	5	45	4	4	●	1
D0230	2.3	5	45	4	4	●	1
D0240	2.4	5	45	4	4	●	1
D0250	2.5	5	45	4	4	●	1
D0260	2.6	6	45	4	4	●	1
D0270	2.7	6	45	4	4	●	1
D0280	2.8	6	45	4	4	●	1
D0290	2.9	6	45	4	4	●	1
D0300	3	8	45	6	4	●	1
D0310	3.1	8	45	6	4	●	1
D0320	3.2	8	45	6	4	●	1
D0330	3.3	8	45	6	4	●	1
D0340	3.4	8	45	6	4	●	1
D0350	3.5	8	45	6	4	●	1
D0360	3.6	11	45	6	4	●	1
D0370	3.7	11	45	6	4	●	1
D0380	3.8	11	45	6	4	●	1
D0390	3.9	11	45	6	4	●	1
D0400	4	11	45	6	4	●	1
D0410	4.1	12	45	6	4	●	1
D0420	4.2	12	45	6	4	●	1
D0430	4.3	12	45	6	4	●	1
D0440	4.4	12	45	6	4	●	1
D0450	4.5	12	45	6	4	●	1
D0460	4.6	13	50	6	4	●	1
D0470	4.7	13	50	6	4	●	1
D0480	4.8	13	50	6	4	●	1
D0490	4.9	13	50	6	4	●	1
D0500	5	13	50	6	4	●	1
D0510	5.1	13	50	6	4	●	1
D0520	5.2	13	50	6	4	●	1
D0530	5.3	13	50	6	4	●	1
D0540	5.4	13	50	6	4	●	1
D0550	5.5	13	50	6	4	●	1
D0560	5.6	13	50	6	4	●	1
D0570	5.7	13	50	6	4	●	1
D0580	5.8	13	50	6	4	●	1

CARBURO
METALÚRGICO

CUADRADO

PUNTA
ESFÉRICA

RADIOS

CÓNICO

FRESAS INTEGRALES

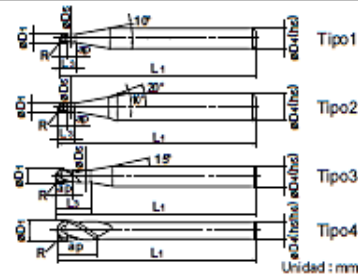
VF25B
 Punta de bola, Corta longitud de corte,
 2 hélices, Para materiales endurecidos

$R \leq 6 \pm 0.005$ $D_1 \leq 12 \quad 0 \text{---} -0.01$ $h_s \leq 12$
 $R > 6 \pm 0.01$ $D_1 > 12 \quad 0 \text{---} -0.02$ $h_s > 12$

Acero Carburo, Acero Aleado, Fundido (<30HRC)	Acero Endurecido, Acero Aleado (<45HRC)	Acero Endurecido (<55HRC)	Acero Endurecido (>55HRC)	Acero Inoxidable Austenítico	Aleación TiAl, Aleación Aluminio-Polímeros	Aleación de Cobre	Aleación de Aluminio
---	---	---------------------------	---------------------------	------------------------------	--	-------------------	----------------------



Fresa integral con punta esférica, con 2 hélices, con recubrimiento IMPACT MIRACLE para materiales templados muy duros.



Referencia	Radio de punta esférica R	Diámetro D1	Longitud de corte ap	Cuello largo L3	Diám. cuello D5	Longitud total L1	Diámetro del mango D4	Número de hélices N	Stock	Tipo
VF2SBR0010S04	0.1	0.2	0.2	0.4	0.17	45	4	2	●	1
R0010S06	0.1	0.2	0.2	0.4	0.17	50	6	2	●	2
R0015S04	0.15	0.3	0.3	0.6	0.27	45	4	2	●	1
R0015S06	0.15	0.3	0.3	0.6	0.27	50	6	2	●	2
R0020S04	0.2	0.4	0.4	0.8	0.36	45	4	2	●	1
R0020S06	0.2	0.4	0.4	0.8	0.36	50	6	2	●	2
R0030S04	0.3	0.6	0.6	1.2	0.56	45	4	2	●	3
R0030S06	0.3	0.6	0.6	1.2	0.56	50	6	2	●	3
R0040S04	0.4	0.8	0.8	1.6	0.76	45	4	2	●	3
R0040S06	0.4	0.8	0.8	1.6	0.76	50	6	2	●	3
R0050S04	0.5	1	1	2	0.94	45	4	2	●	3
R0050S06	0.5	1	1	2	0.94	50	6	2	●	3
R0060S04	0.6	1.2	1.2	2.4	1.14	45	4	2	●	3
R0060S06	0.6	1.2	1.2	2.4	1.14	50	6	2	●	3
R0070S04	0.7	1.4	1.4	2.8	1.34	45	4	2	●	3
R0070S06	0.7	1.4	1.4	2.8	1.34	50	6	2	●	3
R0075S04	0.75	1.5	1.5	3	1.44	45	4	2	●	3
R0075S06	0.75	1.5	1.5	3	1.44	50	6	2	●	3
R0080S04	0.8	1.6	1.6	3.2	1.54	45	4	2	●	3
R0080S06	0.8	1.6	1.6	3.2	1.54	50	6	2	●	3
R0090S04	0.9	1.8	1.8	3.6	1.74	45	4	2	●	3
R0090S06	0.9	1.8	1.8	3.6	1.74	50	6	2	●	3
R0100S04	1	2	2	4	1.9	50	4	2	●	3
R0100S06	1	2	2	4	1.9	60	6	2	●	3
R0125S06	1.25	2.5	2.5	5	2.4	60	6	2	●	3
R0150S03	1.5	3	3	—	—	60	3	2	●	4
R0150S06	1.5	3	3	6	2.9	70	6	2	●	3
R0200S04	2	4	4	—	—	60	4	2	●	4
R0200S06	2	4	4	8	3.9	70	6	2	●	3
R0250S06	2.5	5	5	10	4.9	80	6	2	●	3
R0300S06	3	6	12	—	—	80	6	2	●	4
R0400S08	4	8	14	—	—	90	8	2	●	4
R0500S10	5	10	18	—	—	100	10	2	●	4
R0600S12	6	12	22	—	—	110	12	2	●	4
R0800S16	8	16	30	—	—	140	16	2	●	4
R1000S20	10	20	38	—	—	160	20	2	●	4

CAJUDO (META DURA)

CUADRADO

PUNTA ESFÉRICA

RADIOS

CÓNICO

FRESAS INTEGRALES

Anexo J



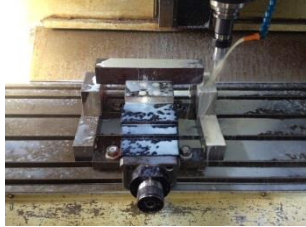




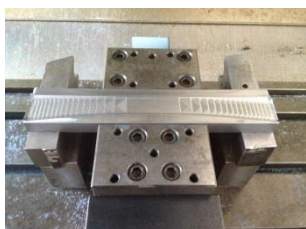




Tabla 6. OBTENCIÓN DE LOS CÓDIGOS G Y M PARA EL MECANIZADO DE DESBASTE DEL ENCAJONADO

O001	XI46.196 Y-10.655	XI44.277 Y-12.892	XI47.288 Y-7.916	XI46.196 Y-10.655	XI44.277 Y-12.892
M25 G49	XI45.329 Y-11.853	XI43.068 Y-13.744	XI46.855 Y-9.331	XI45.329 Y-11.853	XI43.068 Y-13.744
G17 G40	XI44.277 Y-12.892	XI41.736 Y-14.386	XI46.196 Y-10.655	XI44.277 Y-12.892	XI41.736 Y-14.386
G21	XI43.068 Y-13.744	XI40.316 Y-14.801	XI45.329 Y-11.853	XI43.068 Y-13.744	XI40.316 Y-14.801
G80	XI41.736 Y-14.386	XI38.847 Y-14.977	XI44.277 Y-12.892	XI41.736 Y-14.386	XI38.847 Y-14.977
G90	XI40.316 Y-14.801	XI38.917 Y-15.975	XI43.068 Y-13.744	XI40.316 Y-14.801	XI38.917 Y-15.975 F2000.
(2 1/2 AXIS PROFILING)	XI38.847 Y-14.977	F2000.	XI41.736 Y-14.386	XI38.847 Y-14.977	Z-7.5 F200.
G0 XI38.917 Y-15.975	XI38.917 Y-15.975	Z-1.25 F200.	XI40.316 Y-14.801	XI38.917 Y-15.975
S2865 M3	F2000.	XI38.847 Y-14.977	XI38.847 Y-14.977	F2000.
G43 Z10. H0	Z-0.833 F200.	XI38.518 Y-15. F1146.	XI38.917 Y-15.975	Z-7.083 F200.	XI42.739 Y13.936
M8	XI38.847 Y-14.977	XI38.483 Y-15.001	F2000.	XI38.847 Y-14.977	XI44.021 Y13.101
G1 Z-0.417 F1800.	XI38.518 Y-15. F1146.	X-138.319	Z-6.667 F200.	XI38.518 Y-15. F1146.	XI45.143 Y12.06
XI38.847 Y-14.977 F200.	XI38.483 Y-15.001	X-139.846 Y-14.9	XI38.847 Y-14.977	XI38.483 Y-15.001	XI46.072 Y10.844
XI38.518 Y-15. F1146.	X-138.319	X-141.333 Y-14.542	XI38.518 Y-15. F1146.	X-138.319	XI46.782 Y9.489
XI38.483 Y-15.001	X-139.846 Y-14.9	X-142.739 Y-13.936	XI38.483 Y-15.001	X-139.846 Y-14.9	XI47.251 Y8.032
X-138.319	X-141.333 Y-14.542	X-144.021 Y-13.101	X-138.319	X-141.333 Y-14.542	XI47.467 Y6.517
X-139.846 Y-14.9	X-142.739 Y-13.936	X-145.143 Y-12.06	X-139.846 Y-14.9	X-142.739 Y-13.936	XI47.524 Y2.195
X-141.333 Y-14.542	X-144.021 Y-13.101	X-146.072 Y-10.844	X-141.333 Y-14.542	X-144.021 Y-13.101	XI47.529 Y-2.128
X-142.739 Y-13.936	X-145.143 Y-12.06	X-146.782 Y-9.489	X-142.739 Y-13.936	X-145.143 Y-12.06	XI47.482 Y-6.45
X-144.021 Y-13.101	X-146.072 Y-10.844	X-147.251 Y-8.032	X-144.021 Y-13.101	X-146.072 Y-10.844	XI47.288 Y-7.916
X-145.143 Y-12.06	X-146.782 Y-9.489	X-147.467 Y-6.517	X-145.143 Y-12.06	X-146.782 Y-9.489	XI46.855 Y-9.331
X-146.072 Y-10.844	X-147.251 Y-8.032	X-147.524 Y-2.195	X-146.072 Y-10.844	X-147.251 Y-8.032	XI46.196 Y-10.655
X-146.782 Y-9.489	X-147.467 Y-6.517	X-147.529 Y2.128	X-146.782 Y-9.489	X-147.467 Y-6.517	XI45.329 Y-11.853
X-147.251 Y-8.032	X-147.524 Y-2.195	X-147.482 Y6.45	X-147.251 Y-8.032	X-147.524 Y-2.195	XI44.277 Y-12.892
X-147.467 Y-6.517	X-147.529 Y2.128	X-147.277 Y7.956	X-147.467 Y-6.517	X-147.529 Y2.128	XI43.068 Y-13.744
X-147.524 Y-2.195	X-147.482 Y6.45	X-146.822 Y9.407	X-147.524 Y-2.195	X-147.482 Y6.45	XI41.736 Y-14.386
X-147.529 Y2.128	X-147.277 Y7.956	X-146.13 Y10.76	X-147.529 Y2.128	X-147.277 Y7.956	XI40.316 Y-14.801
X-147.482 Y6.45	X-146.822 Y9.407	X-145.22 Y11.977	X-147.482 Y6.45	X-146.822 Y9.407	XI38.847 Y-14.977
X-147.277 Y7.956	X-146.13 Y10.76	X-144.118 Y13.024	X-147.277 Y7.956	X-146.13 Y10.76	XI38.917 Y-15.975 F2000.
X-146.822 Y9.407	X-145.22 Y11.977	X-142.856 Y13.871	X-146.822 Y9.407	X-145.22 Y11.977	G0 Z10.
X-146.13 Y10.76	X-144.118 Y13.024	X-141.469 Y14.493	X-146.13 Y10.76	X-144.118 Y13.024	M5
X-145.22 Y11.977	X-142.856 Y13.871	X-139.997 Y14.874	X-145.22 Y11.977	X-142.856 Y13.871	M9
X-144.118 Y13.024	X-141.469 Y14.493	X-138.483 Y15.001	X-144.118 Y13.024	X-141.469 Y14.493	G91 G28 Z0.
X-142.856 Y13.871	X-139.997 Y14.874	XI38.319	X-142.856 Y13.871	X-139.997 Y14.874	G90 M30
X-141.469 Y14.493	X-138.483 Y15.001	XI39.846 Y14.9	X-141.469 Y14.493	X-138.483 Y15.001	
X-142.856 Y13.871	XI38.319	XI41.333 Y14.542	X-142.856 Y13.871	XI38.319	
X-141.469 Y14.493	XI39.846 Y14.9	XI42.739 Y13.936	X-141.469 Y14.493	XI39.846 Y14.9	
X-139.997 Y14.874	XI38.319	XI44.021 Y13.101	X-139.997 Y14.874	XI38.319	
X-138.483 Y15.001	XI41.333 Y14.542	XI45.143 Y12.06	X-138.483 Y15.001	XI41.333 Y14.542	
XI38.319	XI42.739 Y13.936	XI46.072 Y10.844	XI38.319	XI42.739 Y13.936	
XI39.846 Y14.9	XI44.021 Y13.101	XI46.782 Y9.489	XI41.333 Y14.542	XI44.021 Y13.101	
XI41.333 Y14.542	XI45.143 Y12.06	XI47.251 Y8.032	XI42.739 Y13.936	XI45.143 Y12.06	
XI42.739 Y13.936	XI46.072 Y10.844	XI47.467 Y6.517	XI44.021 Y13.101	XI46.072 Y10.844	
XI44.021 Y13.101	XI45.143 Y12.06	XI44.021 Y13.101	XI45.143 Y12.06	XI46.782 Y9.489	
XI45.143 Y12.06	XI46.782 Y9.489	XI44.021 Y13.101	XI46.072 Y10.844	XI47.251 Y8.032	
XI46.072 Y10.844	XI47.251 Y8.032	XI45.143 Y12.06	XI46.782 Y9.489	XI47.467 Y6.517	
XI46.782 Y9.489	XI47.467 Y6.517	XI46.072 Y10.844	XI47.251 Y8.032	XI47.524 Y2.195	
XI47.251 Y8.032	XI47.524 Y2.195	XI46.782 Y9.489	XI47.467 Y6.517	XI47.529 Y-2.128	
XI47.467 Y6.517	XI47.529 Y-2.128	XI46.822 Y9.489	XI47.524 Y2.195	XI47.482 Y-6.45	
XI47.524 Y2.195	XI47.482 Y-6.45	XI47.251 Y8.032	XI47.529 Y-2.128	XI47.288 Y-7.916	
XI47.529 Y-2.128	XI47.288 Y-7.916	XI47.467 Y6.517	XI47.482 Y-6.45	XI46.855 Y-9.331	
XI47.482 Y-6.45	XI46.855 Y-9.331	XI47.524 Y2.195	XI47.529 Y-2.128	XI46.196 Y-10.655	
XI47.288 Y-7.916	XI46.196 Y-10.655	XI47.529 Y-2.128	XI47.288 Y-7.916	XI45.329 Y-11.853	
XI46.855 Y-9.331	XI45.329 Y-11.853	XI47.482 Y-6.45	XI46.855 Y-9.331		

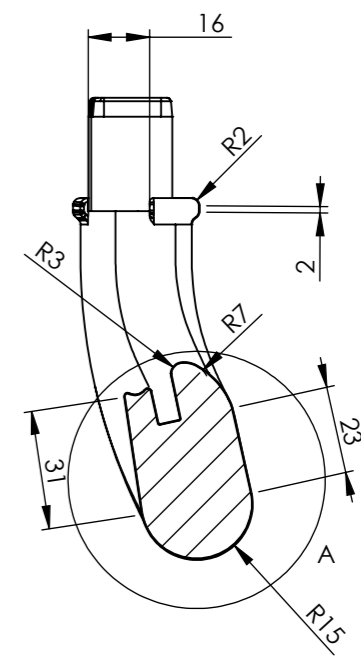
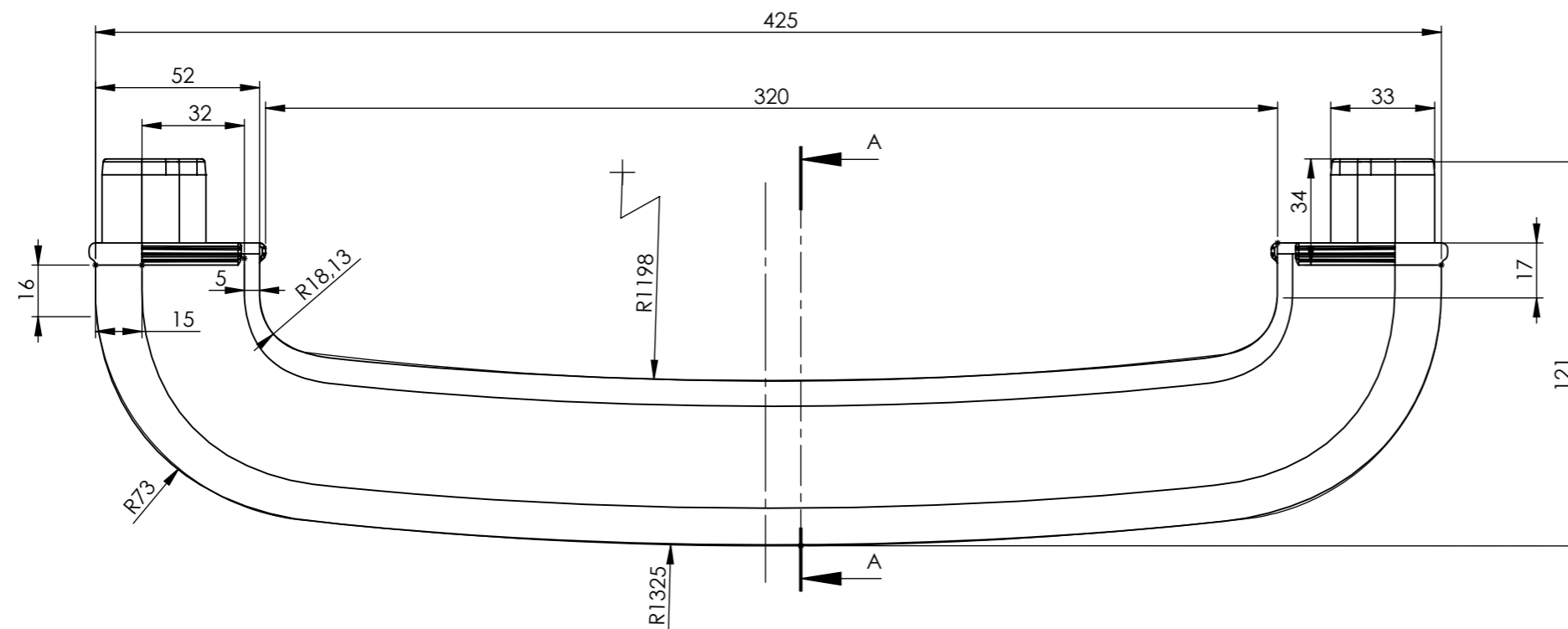
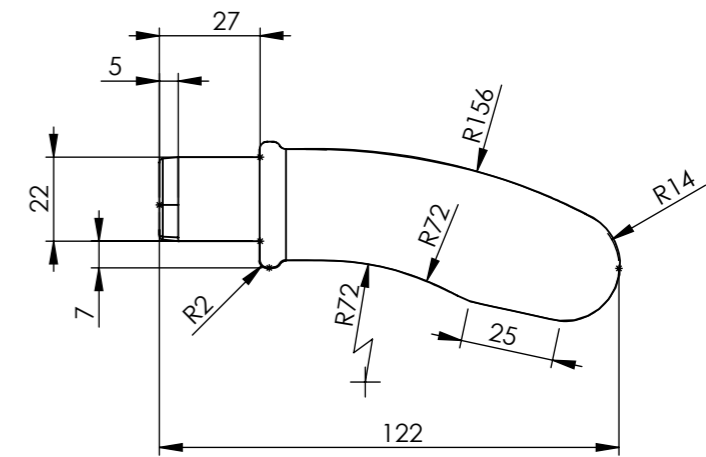
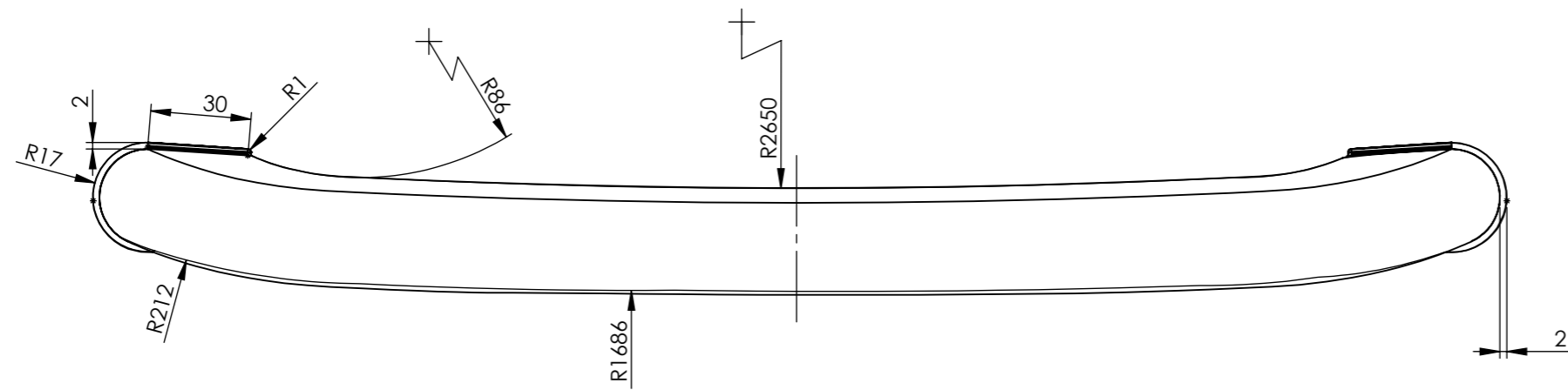
Tabla 7. OBTENCIÓN DE LOS CÓDIGOS G Y M PARA EL DESBASTE DE LA PIEZA

O001	X139.308 Y4.722	X-53.729 Y-6.807	X77.091 Y-7.894	F200.	X-9.802 Y-14.203
M25 G49	X139.587 Y4.58	X-42.971 Y-6.427	X77.07 Y-6.924	X39.245 Y-16.317 F230.	X-9.814 Y-8.778
G17 G40	X139.808 Y4.359	X-32.21 Y-6.131	X56.996	X28.253 Y-16.055	X-9.797 Y-3.354
G21	X139.95 Y4.08	X-21.447 Y-5.92	X63.697 Y-7.202	X17.259 Y-15.876
G80	X139.999 Y3.771	X-10.683 Y-5.793	X70.395 Y-7.525	X6.264 Y-15.782
G90	X139.942 Y-22.236	X0.082 Y-5.751	X77.091 Y-7.894	X-4.731 Y-15.772	X-9.752 Y2.071
(HORIZONTAL ROUGHING)	X139.781 Y-22.528	X10.847 Y-5.793	G0 Z10.	X-15.727 Y-15.846	X-9.606 Y2.338
G0	X139.534 Y-22.751	X21.611 Y-5.92	X-76.986 Y3.076	X-26.721 Y-16.004	X-9.386 Y2.548
{X133.764 Y-22.371	X139.227 Y-22.881	X32.374 Y-6.132	G1 Z-3.077 F1000.	X-37.714 Y-16.246	X-9.113 Y2.683
S1200 M3	X138.894 Y-22.902	X43.134 Y-6.428	X-77.446 Y3.033 F230.	X-48.704 Y-16.573	X-8.813 Y2.729
G43 Z10. H0	X130.404 Y-22.023	X53.893 Y-6.809	X-77.889 Y2.907	X-59.692 Y-16.983	X-1.024 Y2.732
M8	X128.121 Y-21.806	X64.647 Y-7.274	X-78.302 Y2.701	X-60.018 Y-16.797	X2.24 Y2.73
G1 Z0.231 F1000.	X129.069 Y-11.837	X75.398 Y-7.823	X-78.671 Y2.423	X-60.277 Y-16.525	X5.503 Y2.724
X130.404 Y-22.023 Z- 0.365 F200.	X129.361 Y-11.771	X86.144 Y-8.457	X-78.981 Y2.082	X-60.447 Y-16.19	X8.767 Y2.714
X128.121 Y-21.806 Z- 0.769	X129.62 Y-11.623	X96.885 Y-9.176	X-79.224 Y1.69	X-60.513 Y-15.82	X9.094 Y2.594
X117.454 Y-20.84 F230.	X129.824 Y-11.404	X107.62 Y-9.979	X-79.391 Y1.26	X-60.469 Y-15.447	X9.36 Y2.37
X106.779 Y-19.958	X129.953 Y-11.135	X118.348 Y-10.866	X-79.476 Y0.806	X-60.475 Y-15.341	X9.534 Y2.068
X96.097 Y-19.16	X129.998 Y-10.839	X129.069 Y-11.837	Y0.345	Y1.844	X9.593 Y1.725
X85.41 Y-18.446	X130.086 Y-9.245	G0 Z10.	X-79.391 Y-0.109	X-60.426 Y2.153	X9.624 Y-3.839
X74.717 Y-17.817	X130.081 Y-7.649	X116.053 Y-20.695	X-79.224 Y-0.539	X-60.284 Y2.432	X9.597 Y-9.404
X64.019 Y-17.271	X129.983 Y-6.055	G1 Z-0.539 F1000.	X-78.981 Y-0.931	X-60.063 Y2.653	X9.511 Y-14.968
X53.318 Y-16.809	X129.864 Y-5.729	X110.403 Y-20.205 Z- 1.539 F200.	X-78.671 Y-1.272	X-59.784 Y2.795	X9.391 Y-15.294
X42.613 Y-16.431	X129.641 Y-5.463	X99.71 Y-19.385 F230.	X-78.302 Y-1.55	X-59.475 Y2.844	X9.167 Y-15.56
X31.906 Y-16.137	X129.34 Y-5.289	X89.011 Y-18.649	X-77.889 Y-1.756	X47.966 Y2.845	X8.865 Y-15.733
X21.197 Y-15.928	X128.998 Y-5.229	X78.306 Y-17.996	X-77.446 Y-1.882	X51.78 Y2.843	X8.523 Y-15.792
X10.486 Y-15.802	X64.055	X67.597 Y-17.426	X-76.986 Y-1.924	X55.595 Y2.837	X0.001 Y-15.761
X-0.225 Y-15.761	X64.054	X56.884 Y-16.94	X-76.527 Y-1.967	X59.409 Y2.828	G0 Z10.
X-10.936 Y-15.804	X63.945 Y-5.239	X74.317 Y-14.568	X-76.083 Y-2.093	X59.735 Y2.709	M5
X-21.647 Y-15.931	X-63.977 Y-5.24	X74.507 Y-14.147	X-75.67 Y-2.299	X60.001 Y2.486	M9
X-32.356 Y-16.142	X-63.978	X74.771 Y-13.769	X-75.302 Y-2.577	X60.175 Y2.185	G91 G28 Z0.
X-43.063 Y-16.438	X-64.087 Y-5.23	X75.1 Y-13.446	X-74.991 Y-2.918	X60.235 Y1.843	G90 M30
X-53.768 Y-16.817	X-129.	X75.482 Y-13.188	X-74.748 Y-3.31	X60.224 Y-13.119	
X-64.469 Y-17.281	X-129.309 Y-5.279	X75.906 Y-13.006	X-74.582 Y-3.74	X60.257 Y-14.128	
X-75.167 Y-17.828	X-129.588 Y-5.421	X76.356 Y-12.904	X-74.497 Y-4.194	X60.295 Y-15.136	
X-85.859 Y-18.46	X-129.809 Y-5.642	X76.817 Y-12.886	Y-4.655	X60.337 Y-16.144	
X-96.547 Y-19.175	X-129.951 Y-5.921	X77.278 Y-12.869	X-74.582 Y-5.109	X60.259 Y-16.43	
X-107.228 Y-19.975	X-130. Y-6.23	X77.728 Y-12.767	X-74.748 Y-5.539	X60.099 Y-16.681	
X-117.903 Y-20.858	X-130.085 Y-7.821	X78.152 Y-12.585	X-74.991 Y-5.931	X59.873 Y-16.874	
X-128.571 Y-21.826	X-130.08 Y-9.413	X78.535 Y-12.327	X-75.302 Y-6.272	X59.6 Y-16.992	
X-139.23 Y-22.877	X-129.986 Y-11.003	X78.864 Y-12.004	X-75.67 Y-6.55	X59.305 Y-17.024	
X-139.537 Y-22.747	X-129.893 Y-11.287	X79.128 Y-11.625	X-76.083 Y-6.756	X50.235 Y-16.663	
X-139.785 Y-22.524	X-129.721 Y-11.531	X79.317 Y-11.205	X-76.527 Y-6.882	G0 Z10.	
X-139.945 Y-22.232	X-129.484 Y-11.713	X79.427 Y-10.757	X-76.986 Y-6.924	X0.001 Y-15.761	
X-140.001 Y-21.904	X-129.204 Y-11.816	X79.452 Y-10.296	X-77.007 Y-7.888	G1 Z-4.616 F1000.	
X-140. Y3.77	X-128.906 Y-11.833	X79.392 Y-9.839	X-70.349 Y-7.524	X-2.952 Y-15.764 F230.	
X-139.951 Y4.079	X-118.185 Y-10.862	X79.25 Y-9.4	X-63.688 Y-7.203	X-5.905 Y-15.77	
X-139.809 Y4.358	X-107.456 Y-9.975	X79.029 Y-8.995	X-57.025 Y-6.924	X-8.859 Y-15.78	
X-139.588 Y4.579	X-96.721 Y-9.173	X78.737 Y-8.638	X-76.986	X-9.178 Y-15.66	
X-139.309 Y4.721	X-85.981 Y-8.454	X78.385 Y-8.34	G0 Z10.	X-9.454 Y-15.46	
X-139. Y4.77	X-75.234 Y-7.821	X77.983 Y-8.112	X55.902 Y-16.889	X-9.667 Y-15.193	
X138.999 Y4.771	X-64.484 Y-7.272	X77.547 Y-7.962	G1 Z-2.847 F1000.	X-9.801 Y-14.879	
			X50.235 Y-16.663 Z-3.847	X-9.847 Y-14.541	

Anexo K

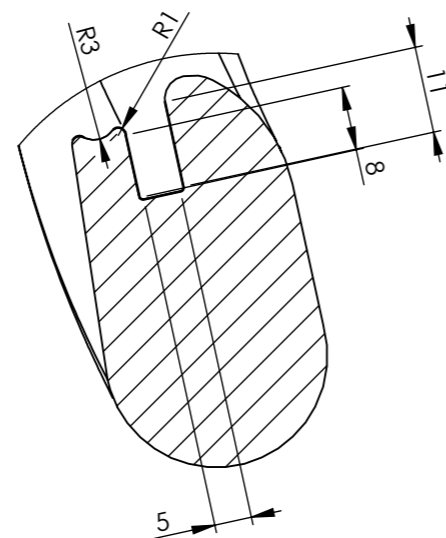
PROCESO DE MECANIZADO POSTIZO ALOJADO EN LA PARTE DEL ASIENTO Y ESPALDAR PARA EL ENSAMBLE DE LA BUTACA PLASTICA			
Material en bruto	 	Cuadrado del material	 
Encajonado de la pieza	 	Desbaste de la pieza	 
Afinado de pieza	 	Mecanizado ranura	 

PLANOS

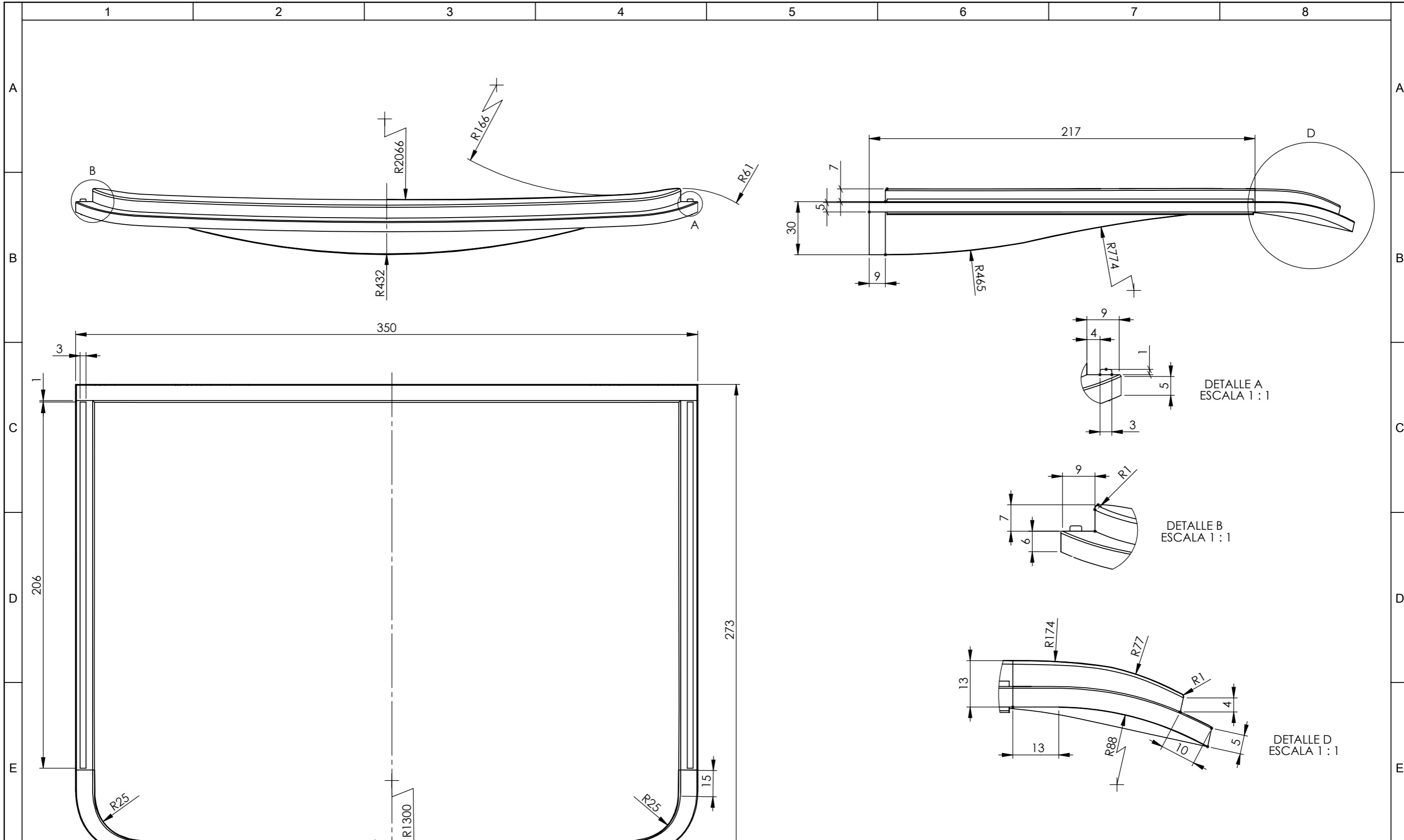


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

DETALLE A
ESCALA 1 : 1



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 0,53 Kg	Materiales: PP Copolimero	
						Denominación:	Escala:
				Dibujó.	Fecha	Nombre	TRAVESAÑO INFERIOR
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número de Lámina: 01	Registro:
						(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

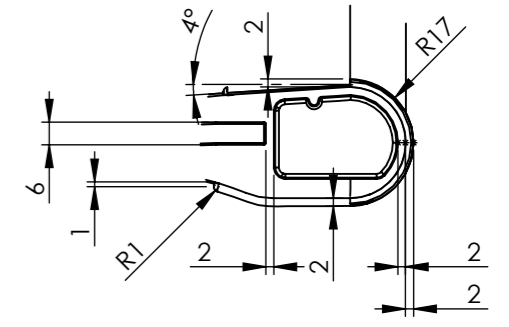
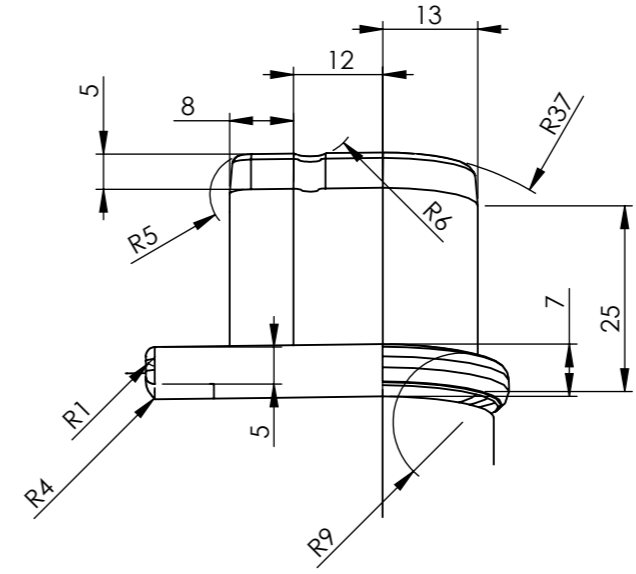
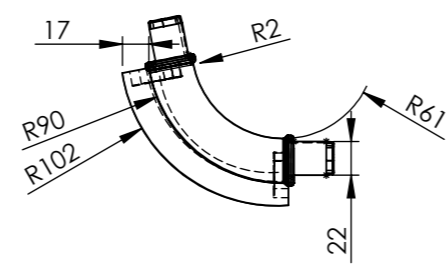
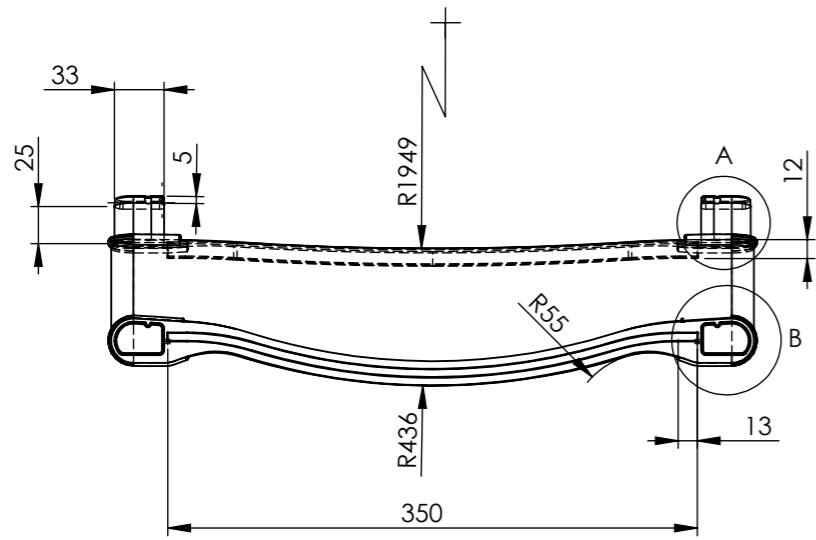


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,72 Kg	PP COPOLIMERO	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul	ASIENTO (COJÍN)
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número de Lámina:	02
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Registro:

DETALLE A
ESCALA 1 : 1

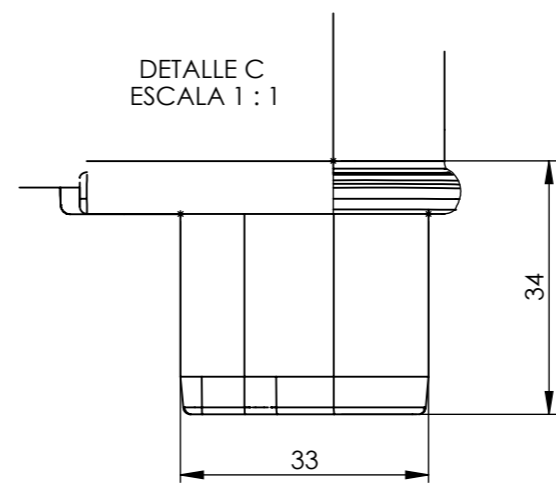
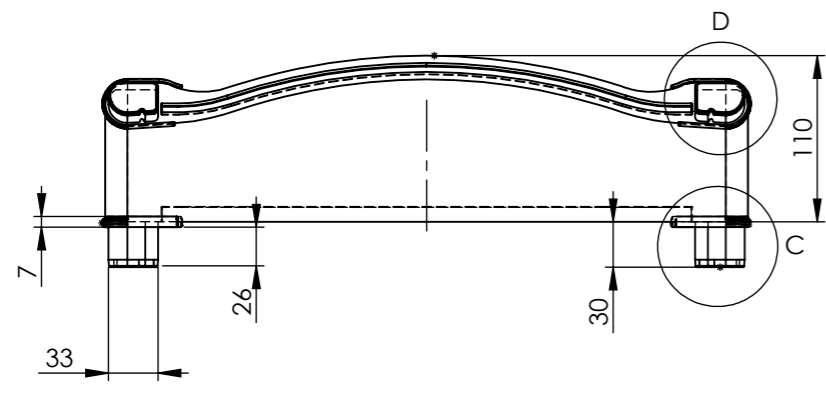
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

DETALLE D
ESCALA 1 : 1

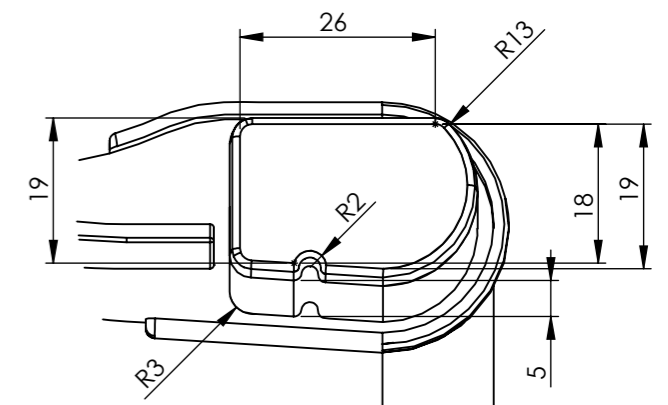


DETALLE B
ESCALA 1:2

DETALLE A
ESCALA 1:1



DETALLE C
ESCALA 1:1



DETALLE D
ESCALA 1:1

				Tolerancia ±0,1	(Peso) 0.76 Kg	Materiales: PP COPOLIMERO			
						Denominación:	Escala:		
						TRAVESAÑO MEDIO (ASIENTO)	1:5		
								Número del dibujo:	Escala:
								04	1:5
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	UTA INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)			

F

1

2

3

4

A

B

C

D

E

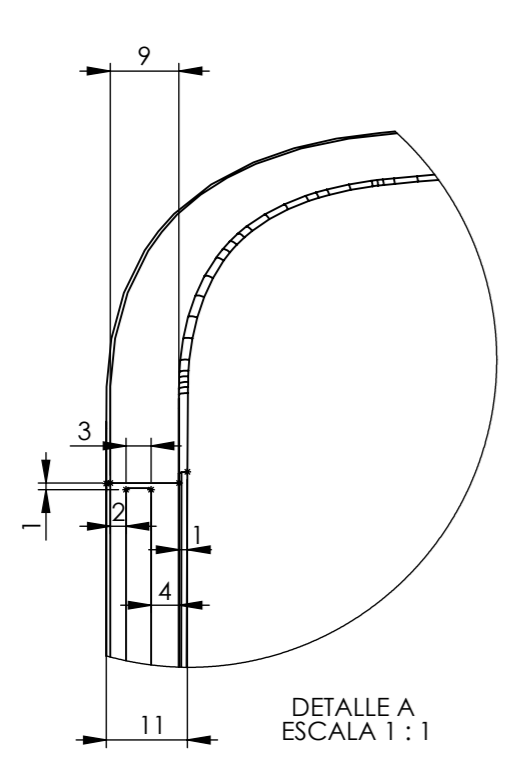
A

B

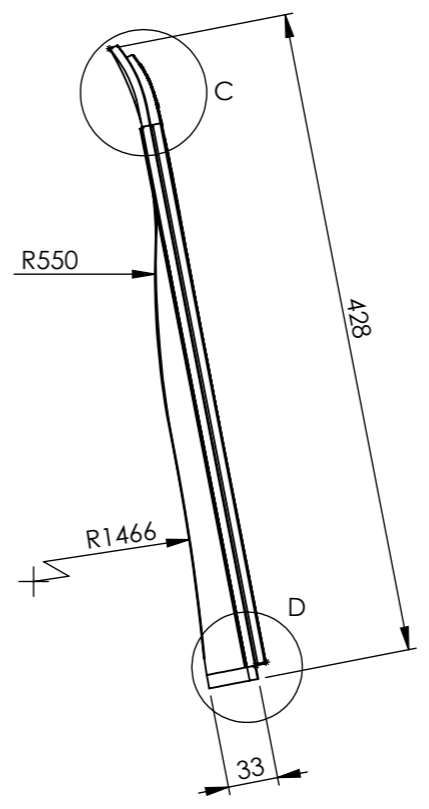
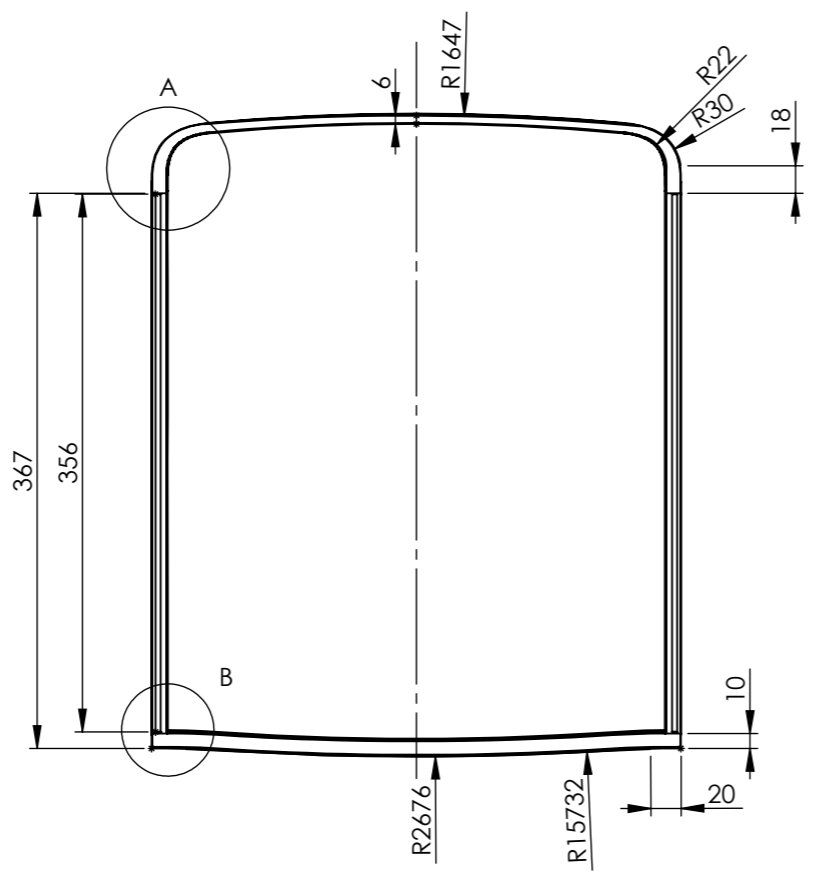
C

D

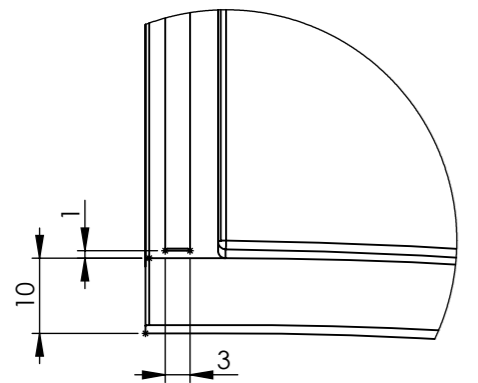
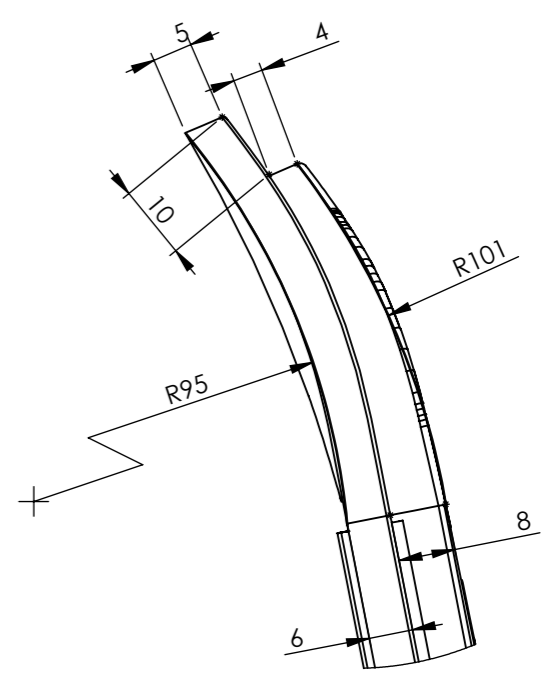
E



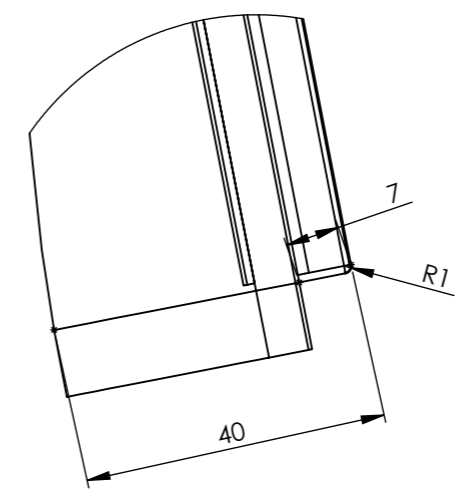
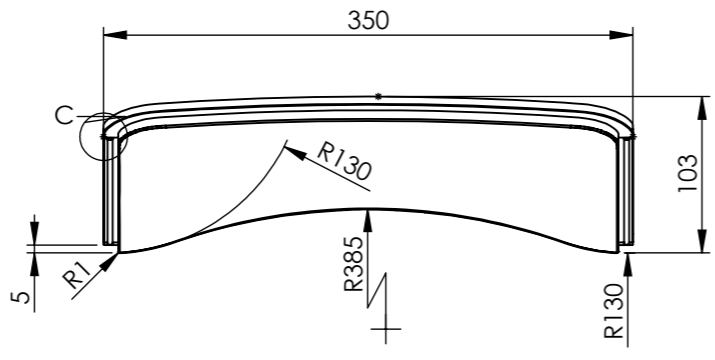
DETALLE A
ESCALA 1:1



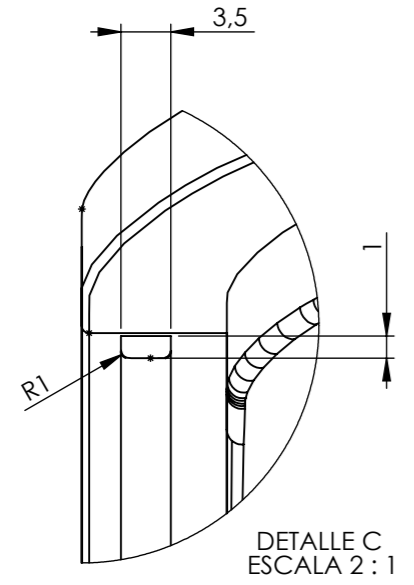
DETALLE C
ESCALA 1:1



DETALLE B
ESCALA 1:1



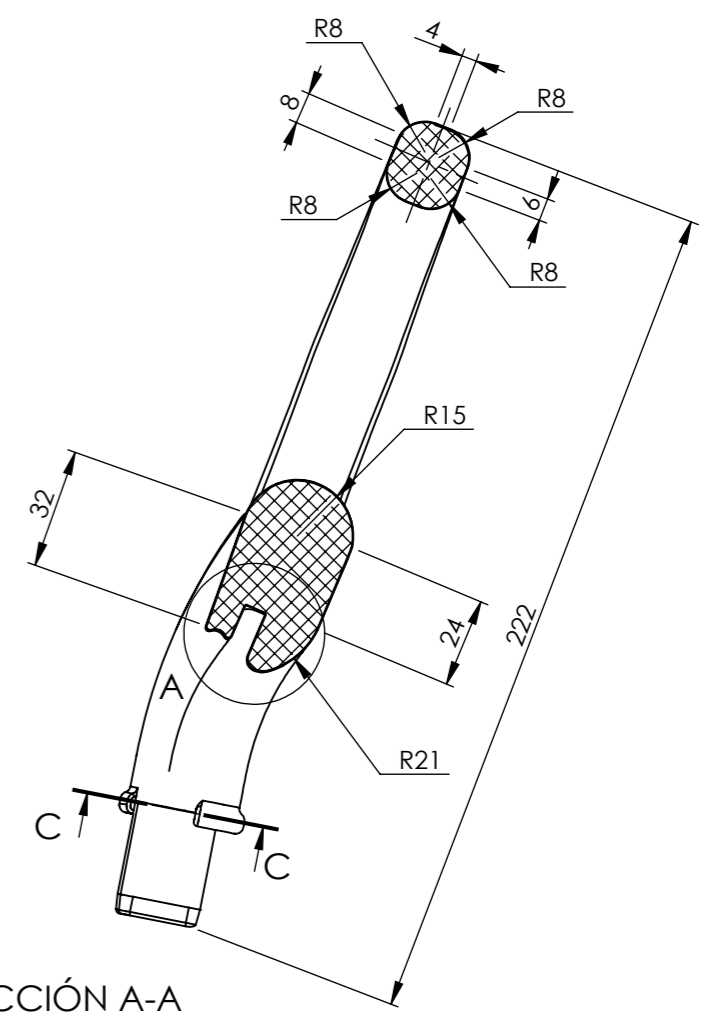
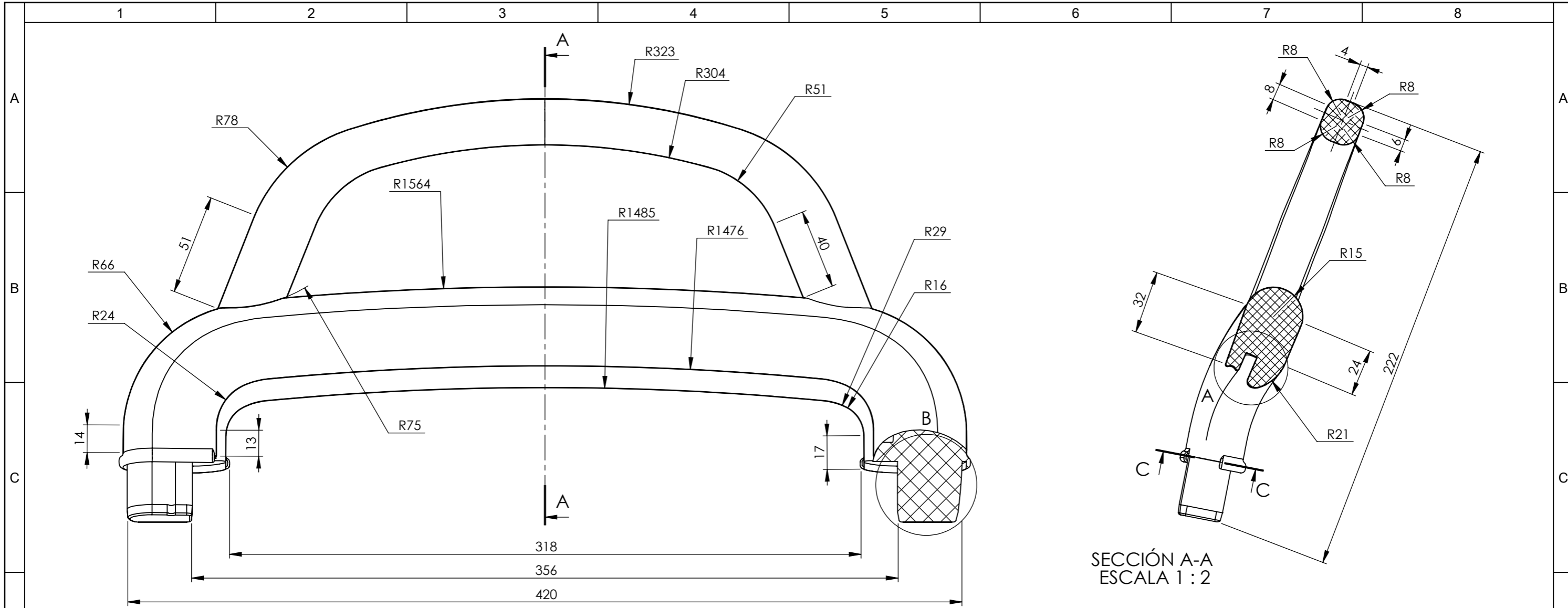
DETALLE D
ESCALA 1:1



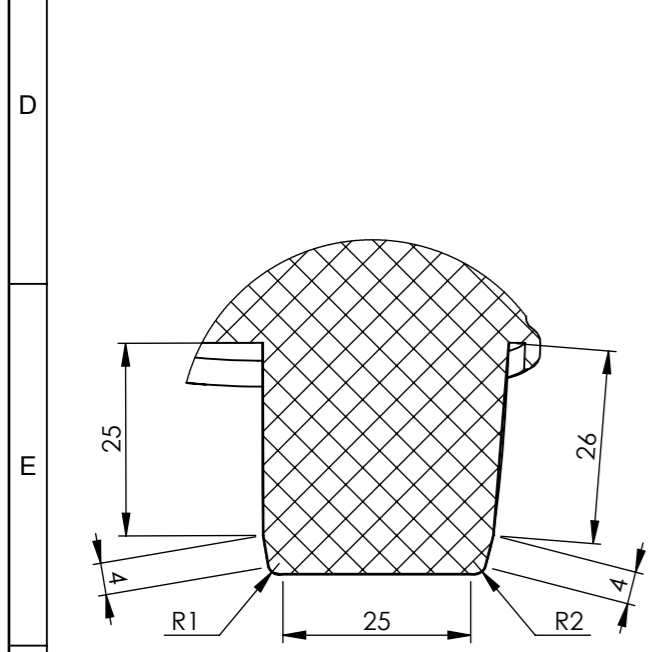
DETALLE C
ESCALA 2:1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	0,94 Kg	PP Copolimero		
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul	ESPALDAR	
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			Número de Lámina: 05	Registro:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	

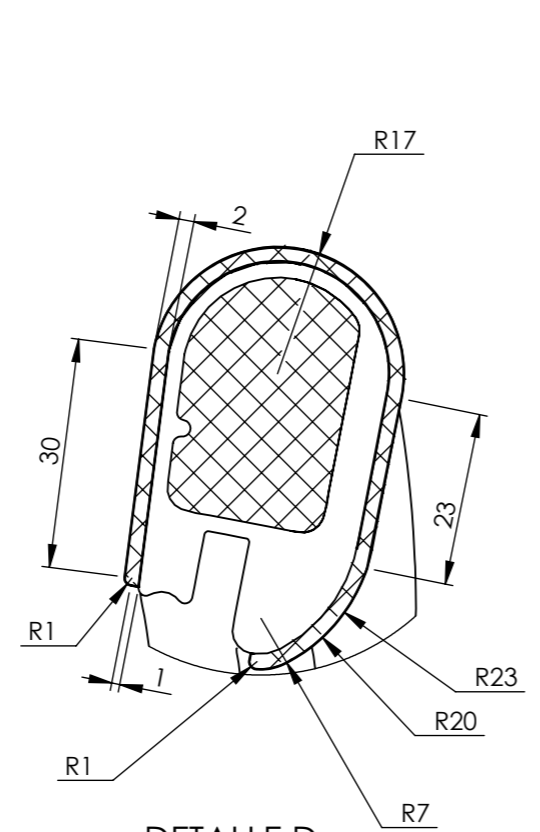
Grid labels: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (horizontal); A, B, C, D, E, F (vertical)



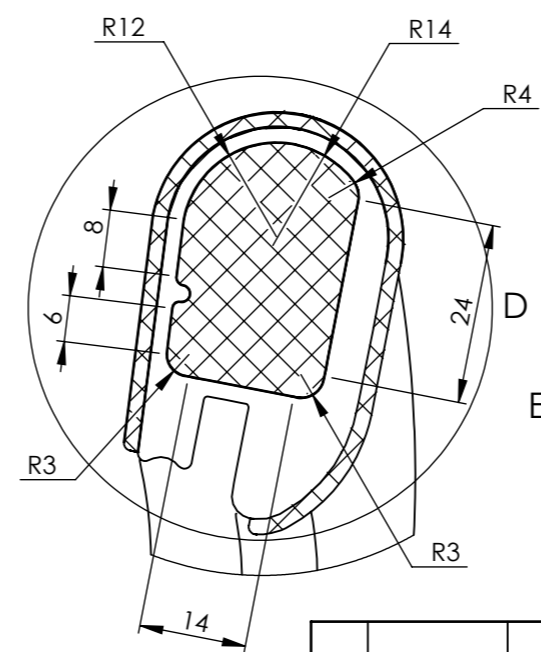
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



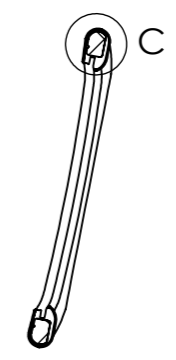
DETALLE B
ESCALA 1 : 1



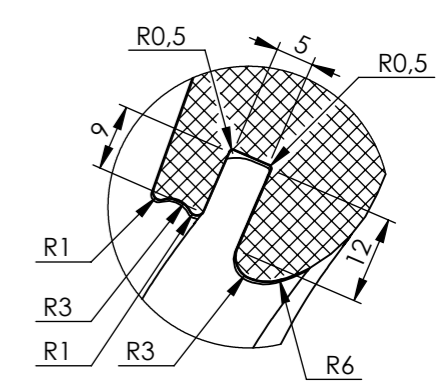
DETALLE D
ESCALA 1 : 1



DETALLE C
ESCALA 1 : 1

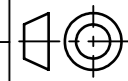


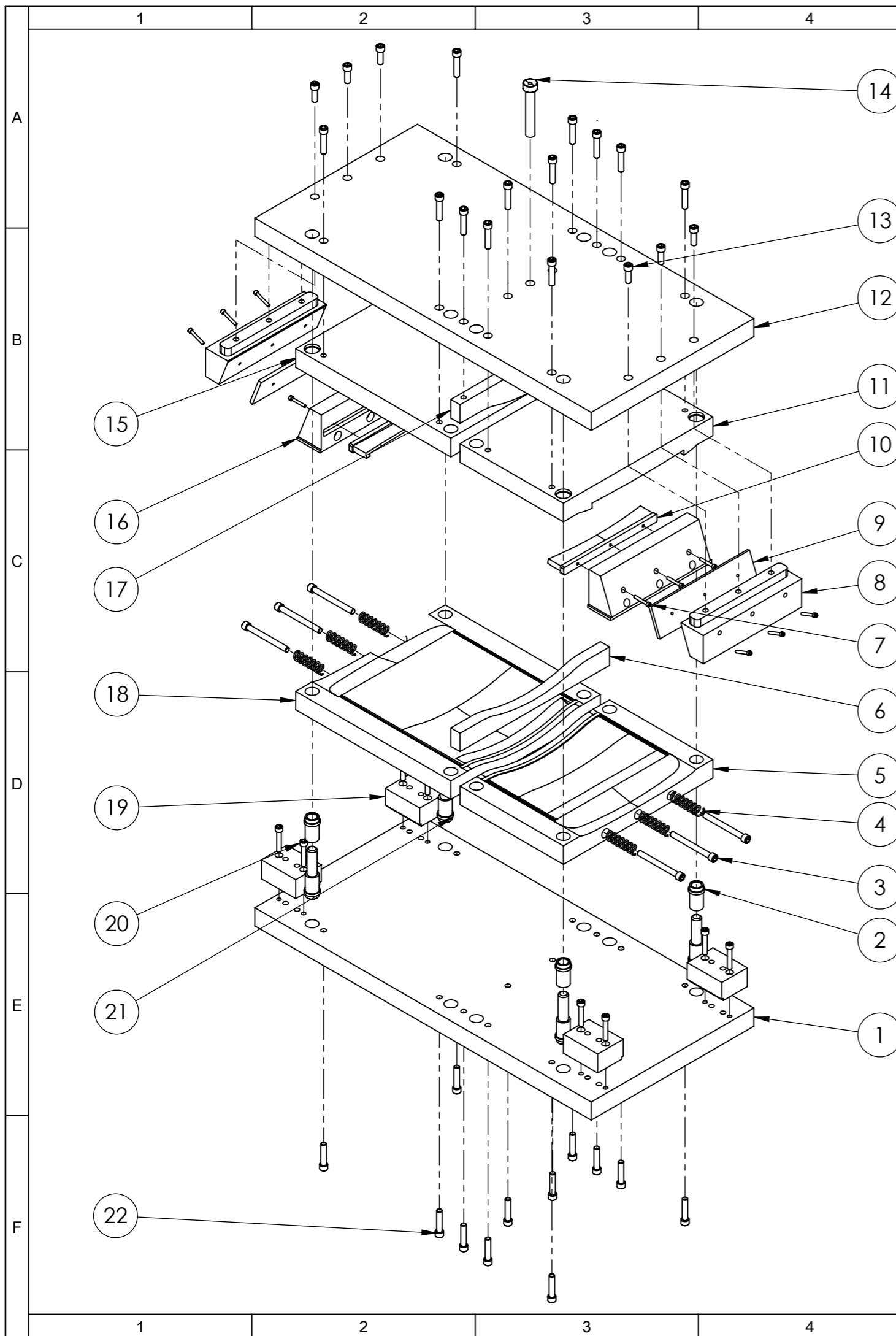
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

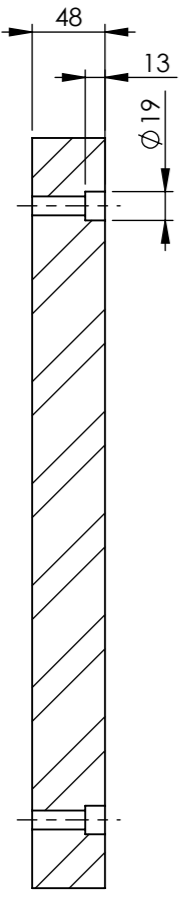
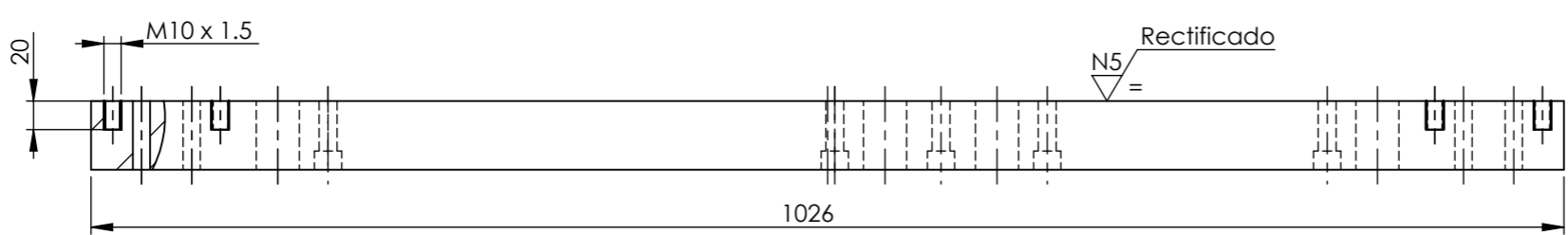
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,69 Kg	PP COPOLIMERO	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	TRAVESAÑO SUPERIOR	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:	
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5	
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Registro:	
						Número del dibujo: 07	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



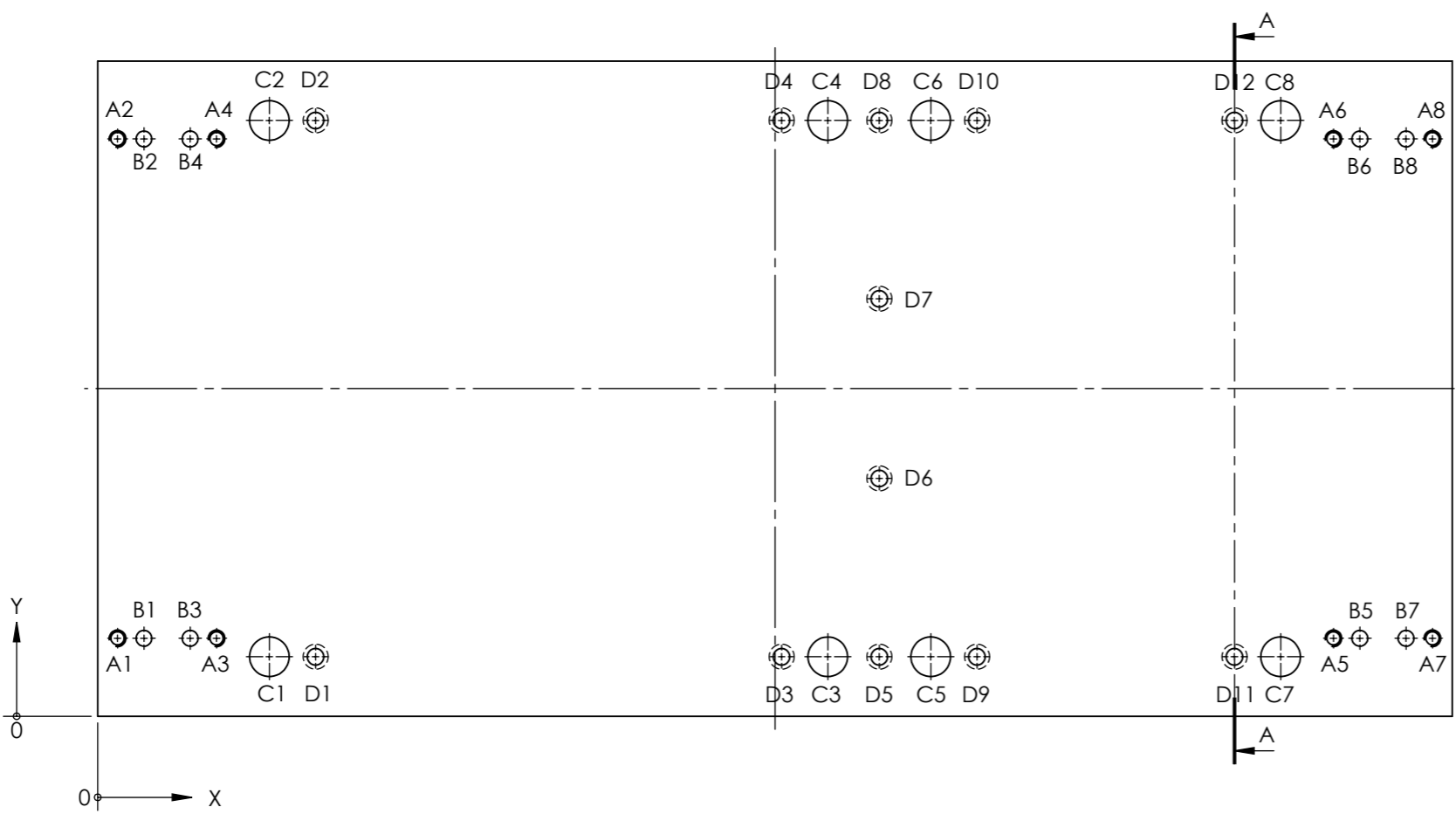


24	Pernos Allen	M - 12 x 1.75 x 55	Acero Templado	22	—	—	—
4	Columnas	n 35 x 124 mm	AISI 4340	21	Eje	0,53	Cortado, Tornado
8	Pernos Allen	M - 10 x 1.5 x 55	Acero Templado	20	—	—	—
4	Regletas	105 x 78 x 50	AISI 1015	19	Plancha	0,3	Oxicorte, Fresado
1	Placa Macho Espaldar	474 x 456 x 74	AISI P20	18	Plancha	67,19	Oxicorte, Fresado
1	Postizo Hembra Inyección	456 x 74 x 28	AISI P20	17	Plancha	5,7	Oxicorte, Fresado
2	Carros	308 x 98 x 70	AISI 1015	16	Plancha	11,63	Oxicorte, Fresado
1	Placa Hembra Espaldar	474 x 456 x 74	AISI P20	15	Plancha	81,88	Oxicorte, Fresado
1	Bebedero	d=32 x 137 mm	AISI 4340	14	Eje	0,3	Cortado, Tornado
6	Pernos Allen	M - 12 x 1.75 x 35	Acero Templado	13	—	—	—
1	Placa Superior	1026 x 496 x 48	AISI 1015	12	Plancha	186,4	Oxicorte, Fresado
1	Placa Hembra Cojín	456 x 315 x 74	AISI P20	11	Plancha	47,34	Oxicorte, Fresado
2	Postizo Carros	285 x 52 x 20	AISI P20	10	Plancha	1,38	Oxicorte, Fresado
2	Placa Templada	300 x 76 x 8	AISI P20	9	Plancha	1,43	Oxicorte, Fresado
2	Cuñas	300 x 95 x 68	AISI 1015	8	Plancha	10,86	Oxicorte, Fresado
12	Pernos Allen	M - 6 x 1.0 x 40	Acero Templado	7	—	—	—
1	Postizo Macho Inyección	456 x 49 x 28	AISI P20	6	Plancha	3,77	Oxicorte, Fresado
1	Placa Macho Cojín	456 x 315 x 74	AISI P20	5	Plancha	47,34	Oxicorte, Fresado
6	Resortes	d=20 x 84 mm	Acero Templado	4	Resorte	—	—
6	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 120	Acero Templado	3	—	—	—
4	Bujes	n 35 x 60 mm	AISI 4340	2	Eje	0,16	Cortado, Tornado
1	Placa Inferior	1026 x 496 x 48	AISI 1015	1	Plancha	188,9	Oxicorte, Fresado
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones

Tolerancia		(Peso)		Materiales:			
±0,1		647,5 Kg		ACERO AISI 4340, ACERO AISI 1015 ACERO AISI P20			
Fecha		Nombre		Denominación:			Escala:
Dibujó. 23/12/13		Barriga Paul		MOLDE COJÍN ESPALDAR			1:10
Revisó. 23/12/13		Ing. Carrillo M.					
Aprobó. 23/12/13		Ing. Carrillo M.					
UTA INGENIERÍA MECÁNICA				Número de Lámina: 01 de 01			Registro:
				(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



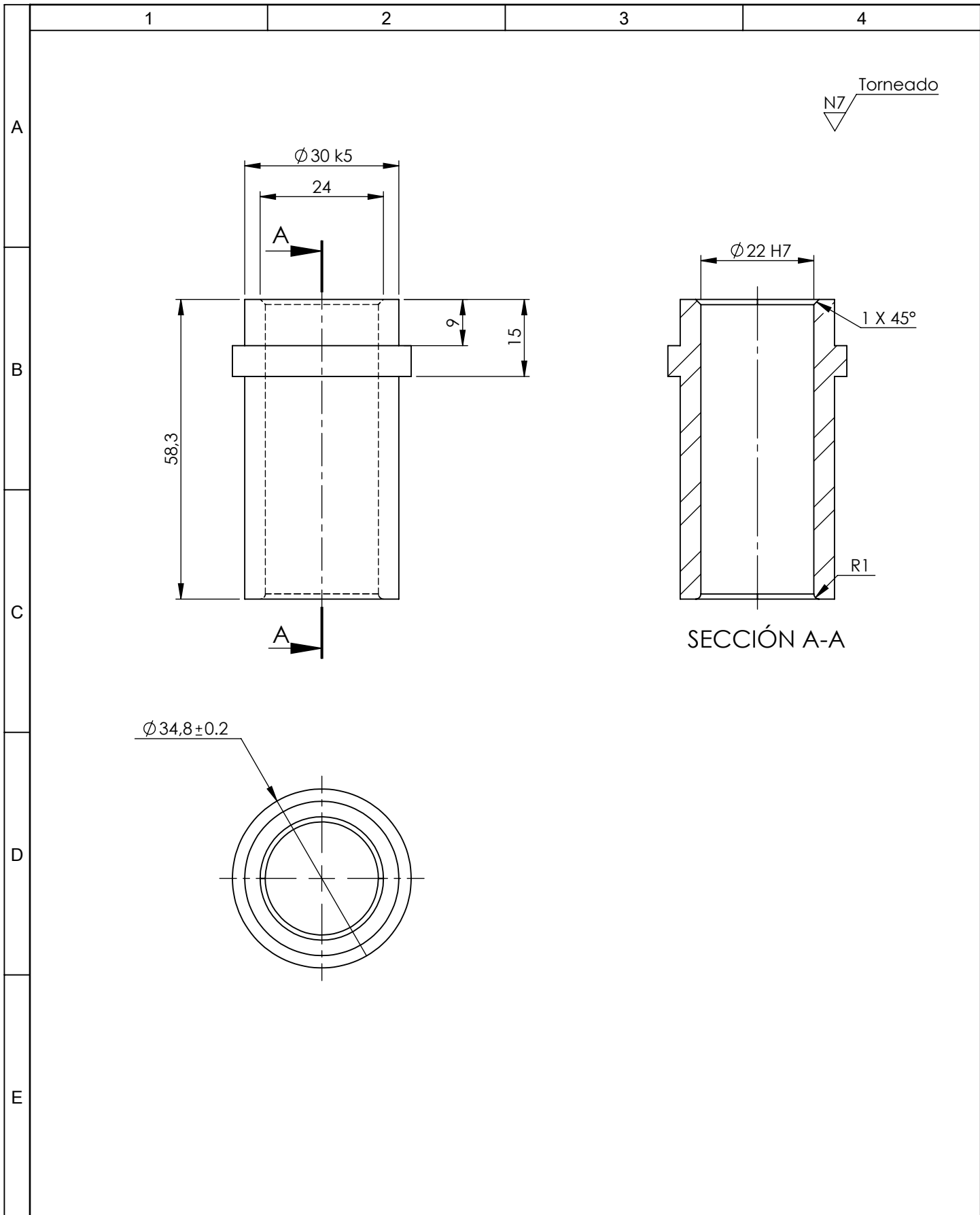
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



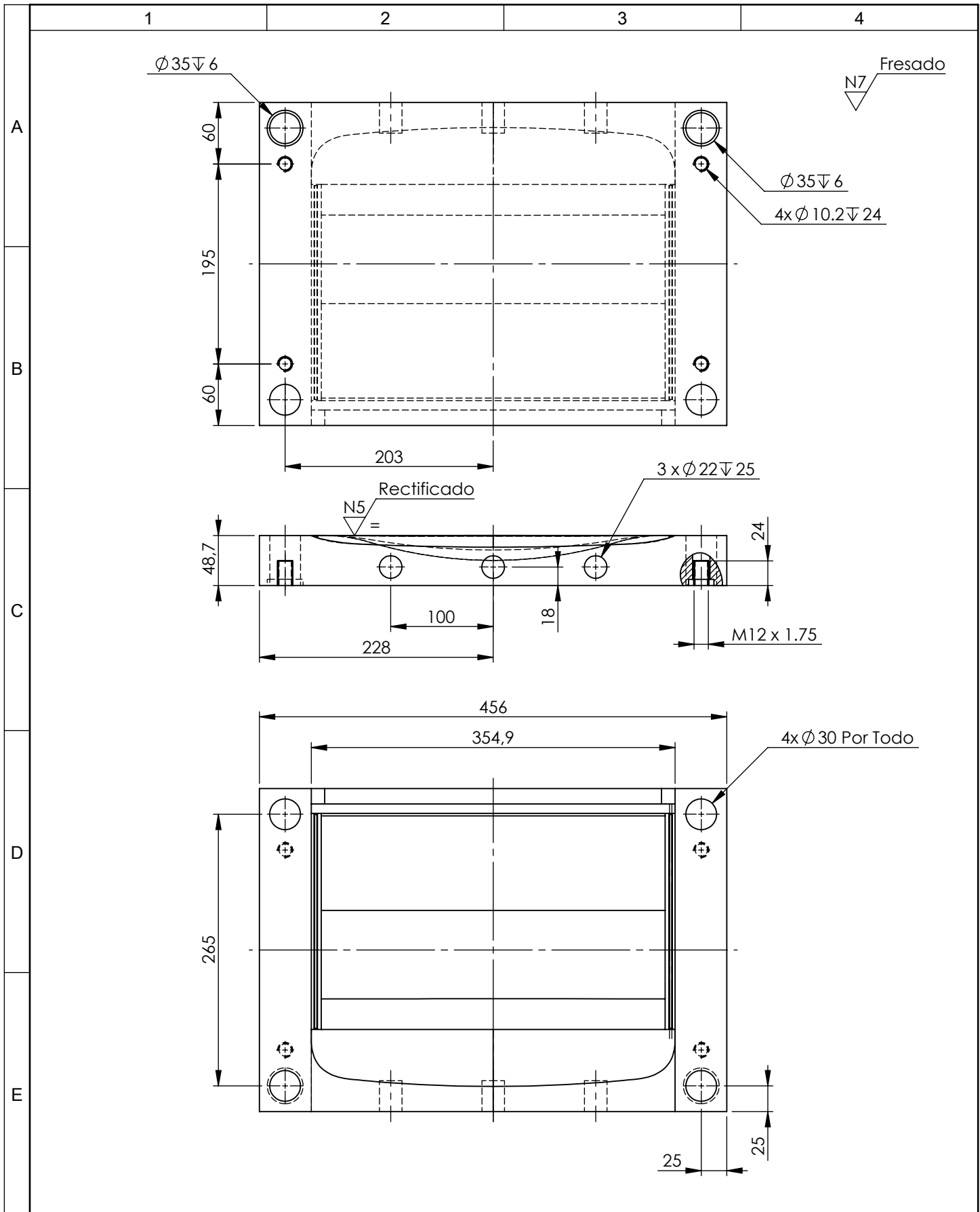
Fresado
N7

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	15	59	Ø 10∇ 20
A2	15	437	Ø 10∇ 20
A3	90	59	Ø 10∇ 20
A4	90	437	Ø 10∇ 20
A5	936	59	Ø 10∇ 20
A6	936	437	Ø 10∇ 20
A7	1011	59	Ø 10∇ 20
A8	1011	437	Ø 10∇ 20
B1	35	59	Ø 12 POR TODO
B2	35	437	Ø 12 POR TODO
B3	70	59	Ø 12 POR TODO
B4	70	437	Ø 12 POR TODO
B5	956	59	Ø 12 POR TODO
B6	956	437	Ø 12 POR TODO
B7	991	59	Ø 12 POR TODO
B8	991	437	Ø 12 POR TODO
C1	130	45	Ø 30 POR TODO
C2	130	451	Ø 30 POR TODO
C3	553	45	Ø 30 POR TODO
C4	553	451	Ø 30 POR TODO
C5	631	45	Ø 30 POR TODO
C6	631	451	Ø 30 POR TODO
C7	896	45	Ø 30 POR TODO
C8	896	451	Ø 30 POR TODO
D1	165	45	Ø 12,5
D2	165	451	Ø 12,5
D3	518	45	Ø 12,5
D4	518	451	Ø 12,5
D5	592	45	Ø 12,5
D6	592	180	Ø 12,5
D7	592	316	Ø 12,5
D8	592	451	Ø 12,5
D9	666	45	Ø 12,5
D10	666	451	Ø 12,5
D11	861	45	Ø 12,5
D12	861	451	Ø 12,5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	188.91 Kg	ACERO 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA INFERIOR	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:	
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5	
				UTA		Número del Lámina: 01	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Registro:			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	0.16 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Número de Lámina: 02	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA INGENIERÍA MECÁNICA			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	47,34 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA MACHO COJÍN	1:1
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 05	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

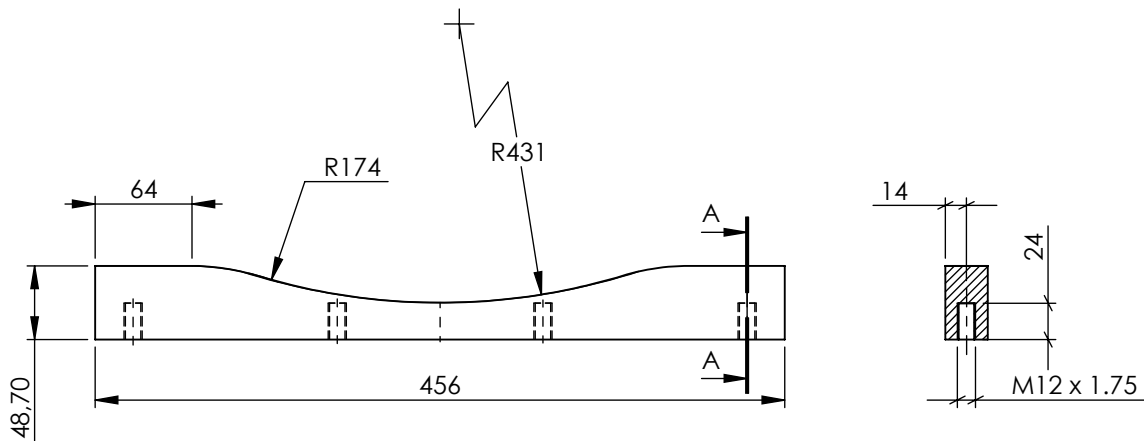
3

4

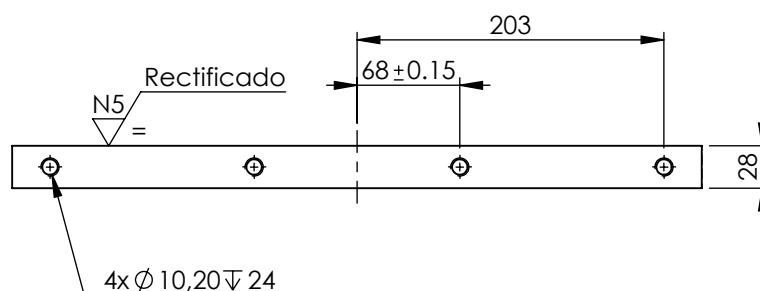
A

N7
Fresado

B

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

C



D

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	3,77 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	POSTIZO MACHO INYECCIÓN	1:5
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número de Lámina: 06	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

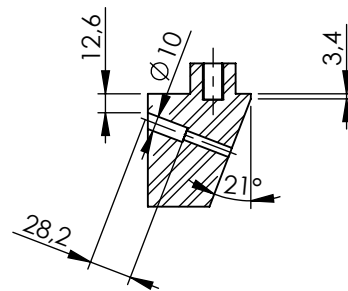
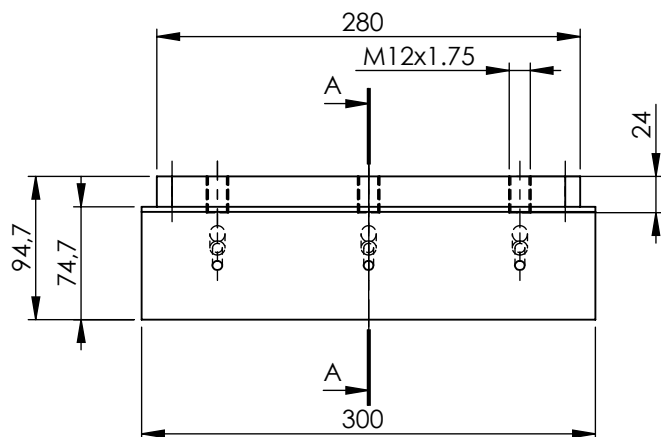
3

4

A

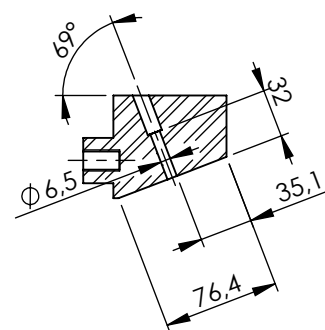
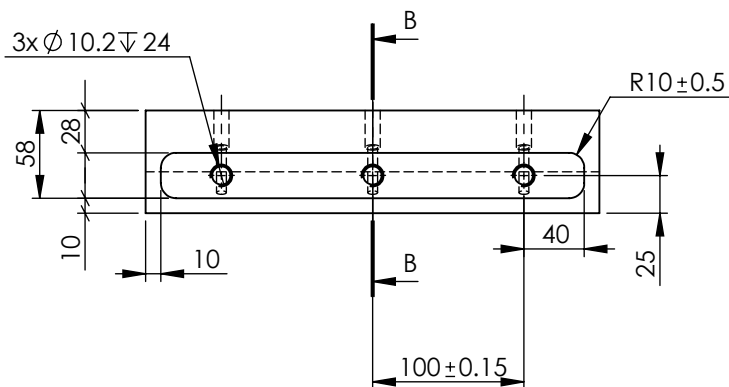
Fresado
N7

B



SECCIÓN A-A

C

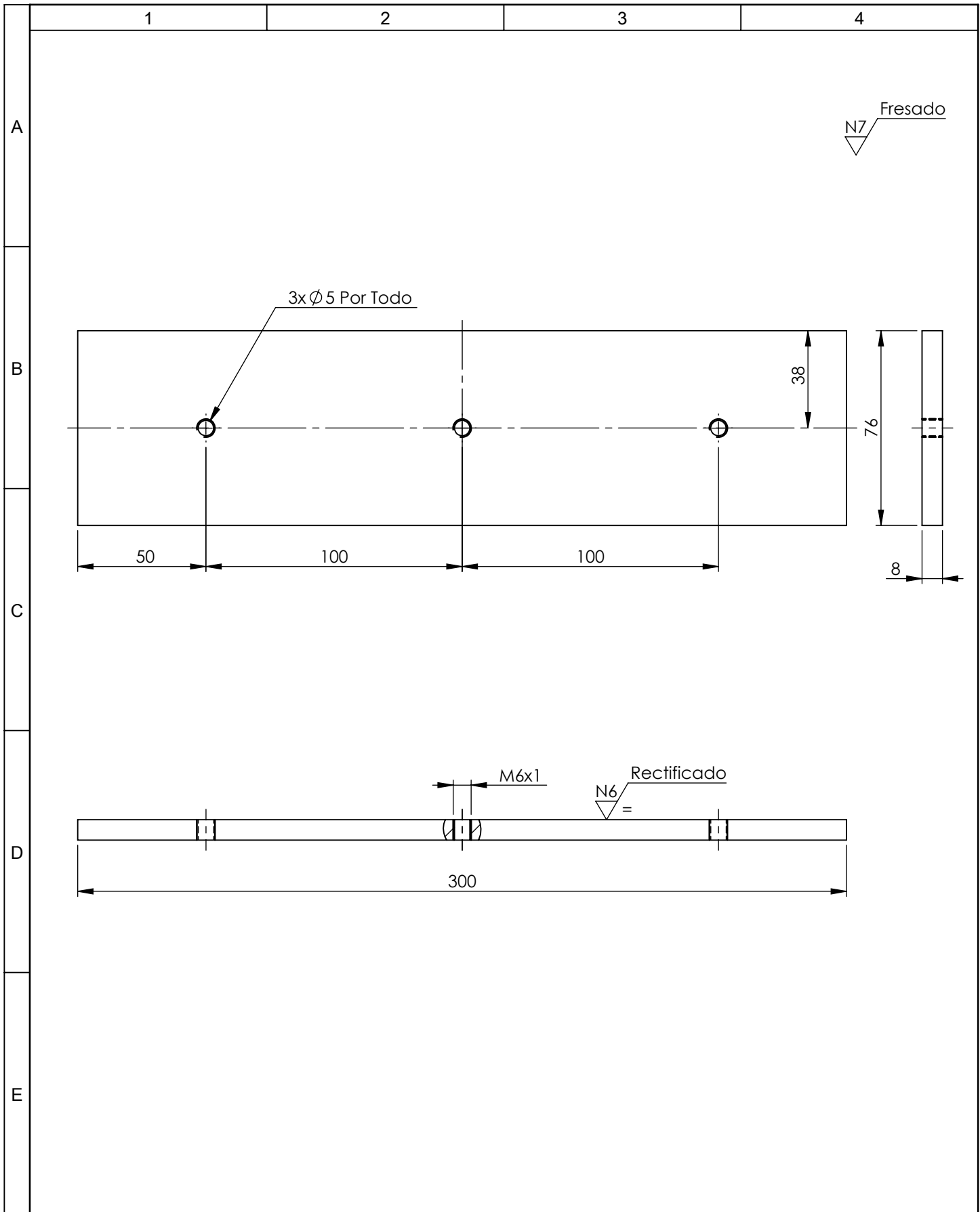


SECCIÓN B-B

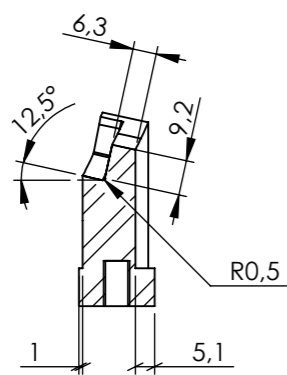
D

E

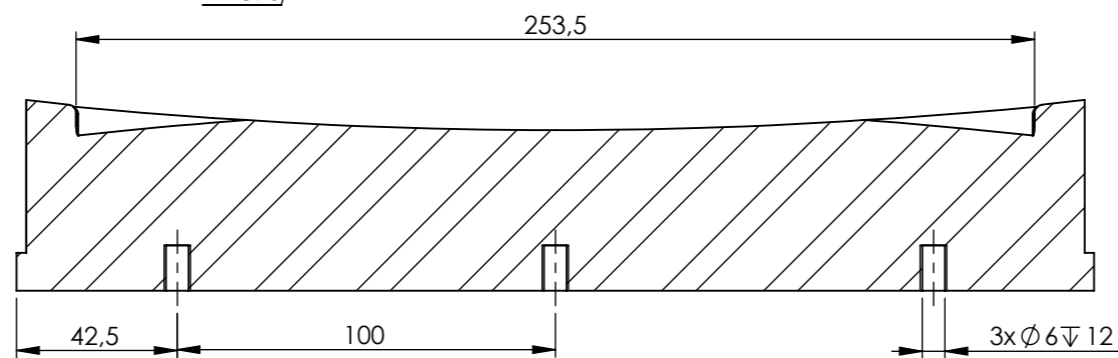
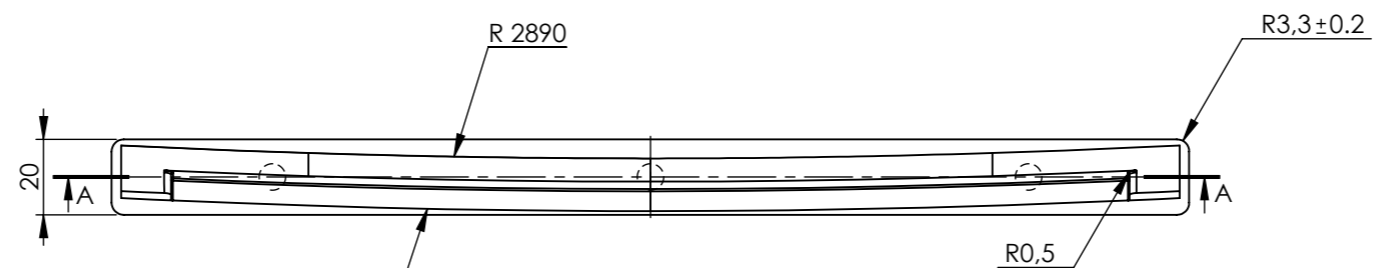
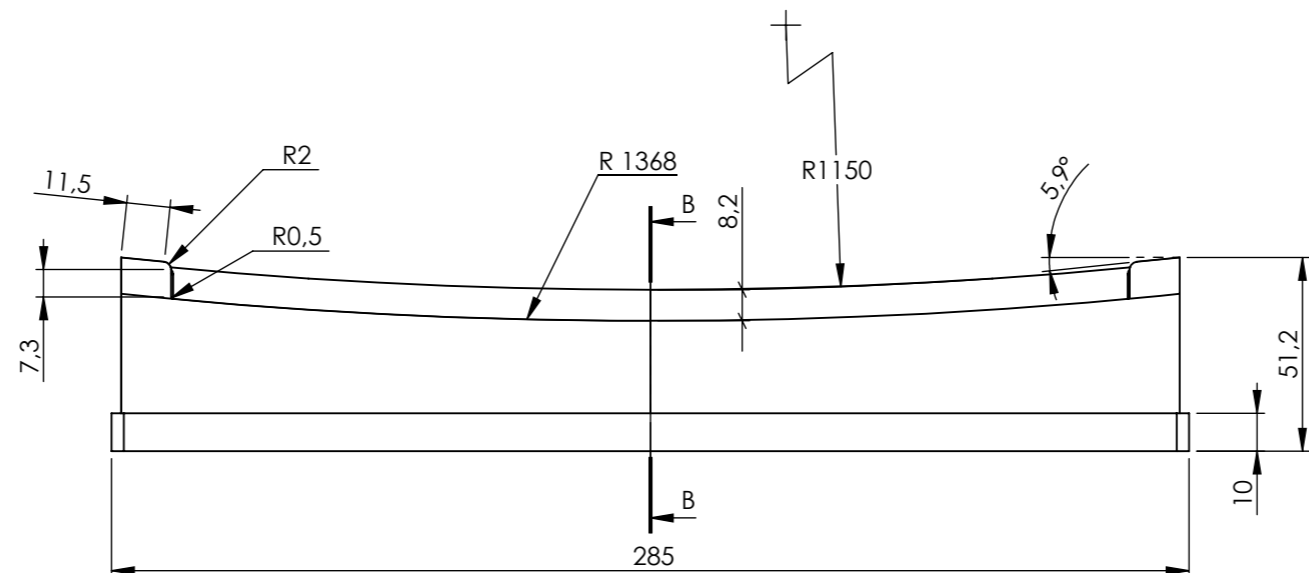
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,5	10.86 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina: 08	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



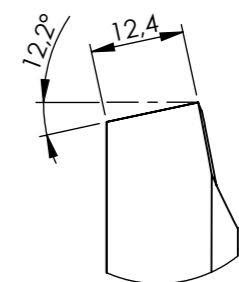
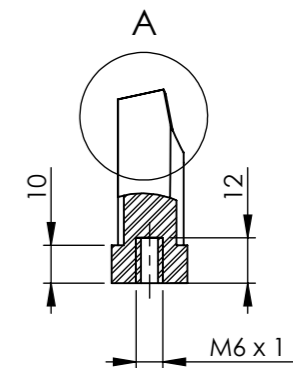
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,15	1.43 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	PLACA TEMPLADA	1:2
				UTA			
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2
Sección media
de la pieza



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

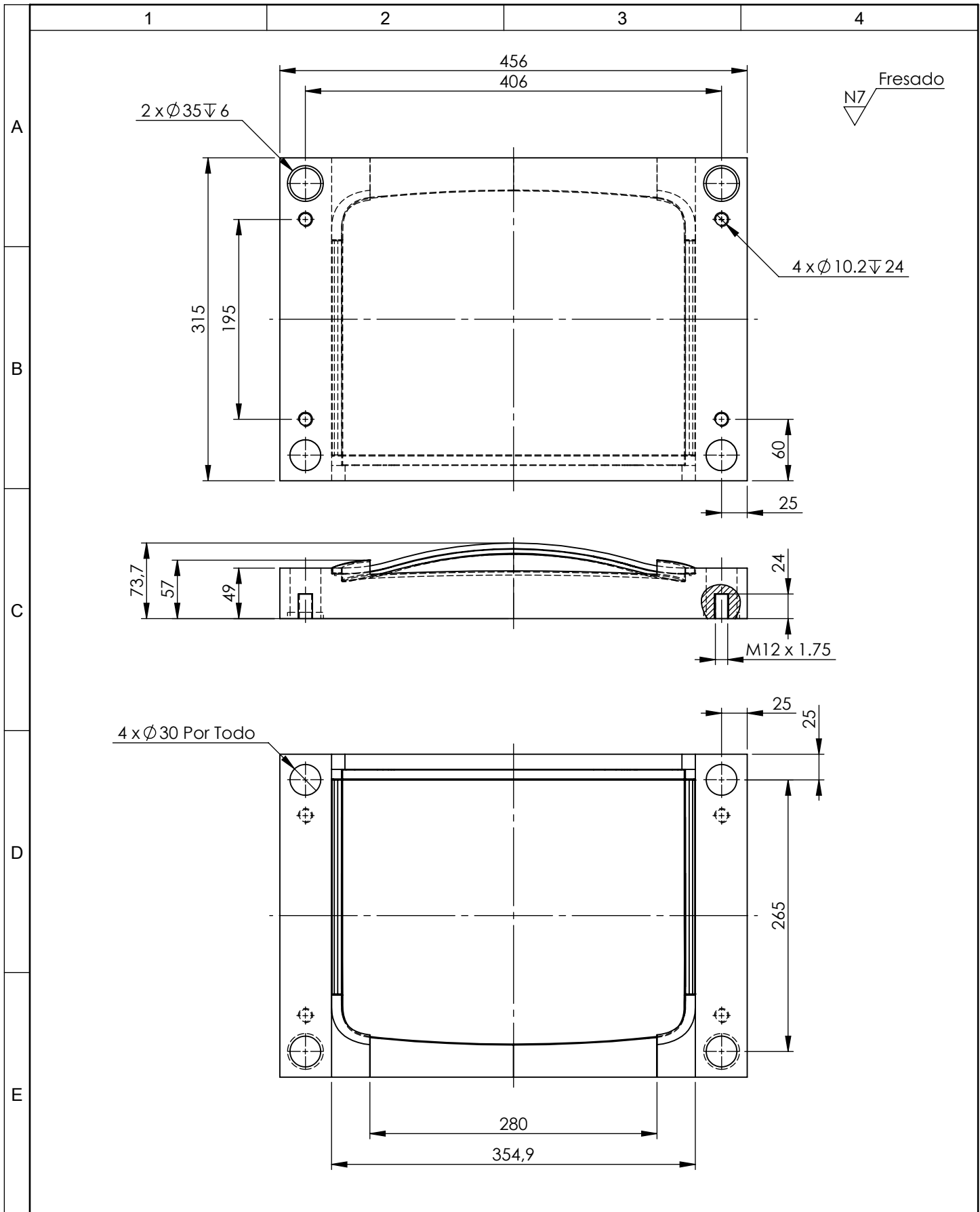


DETALLE A
ESCALA 1 : 1

N7 Fresado

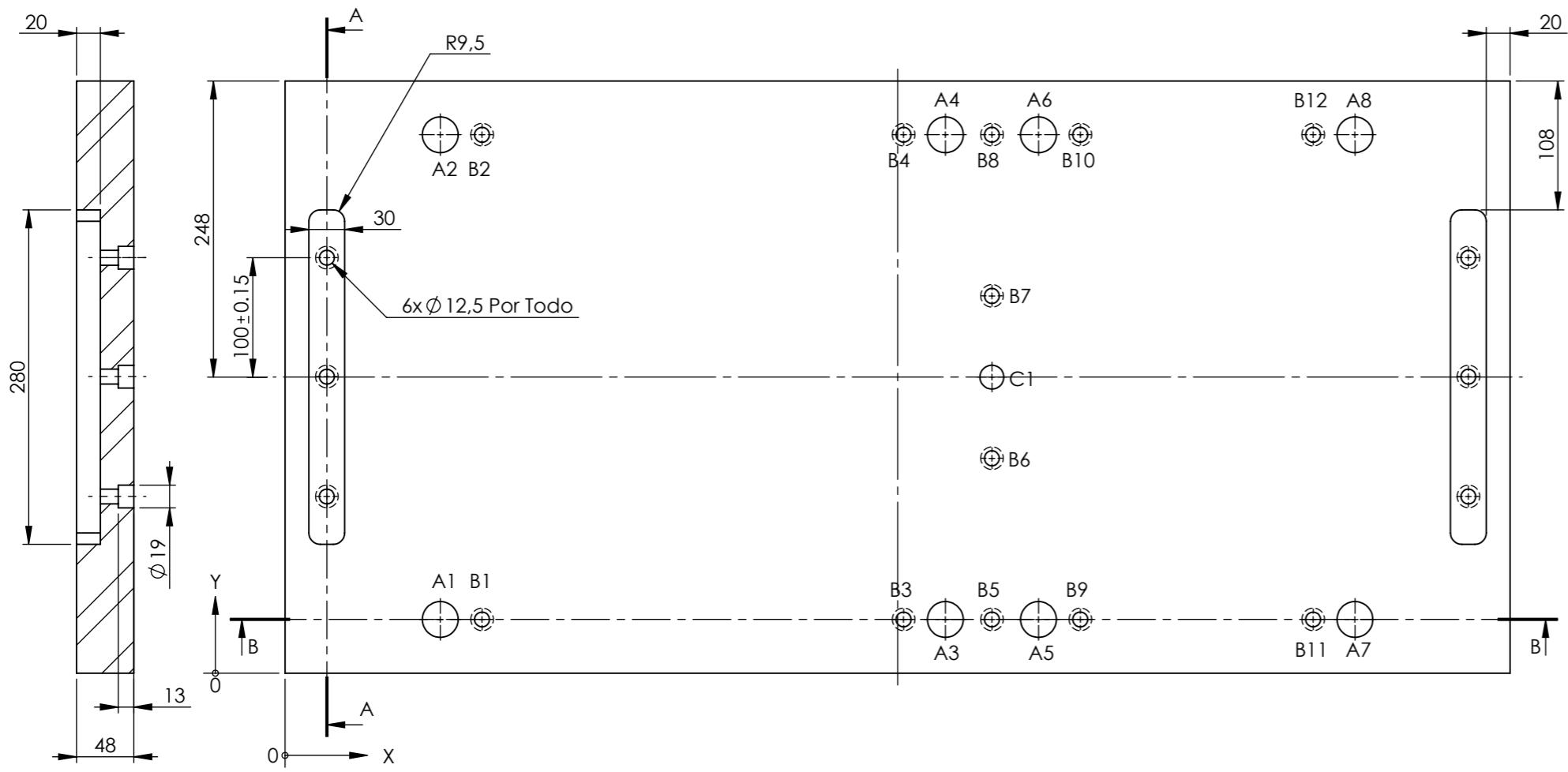
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,15	1,38 Kg	ACERO AISI 4340	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul	POSTIZO CARRO
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número de Lámina:	10
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	
1	2	3	4				



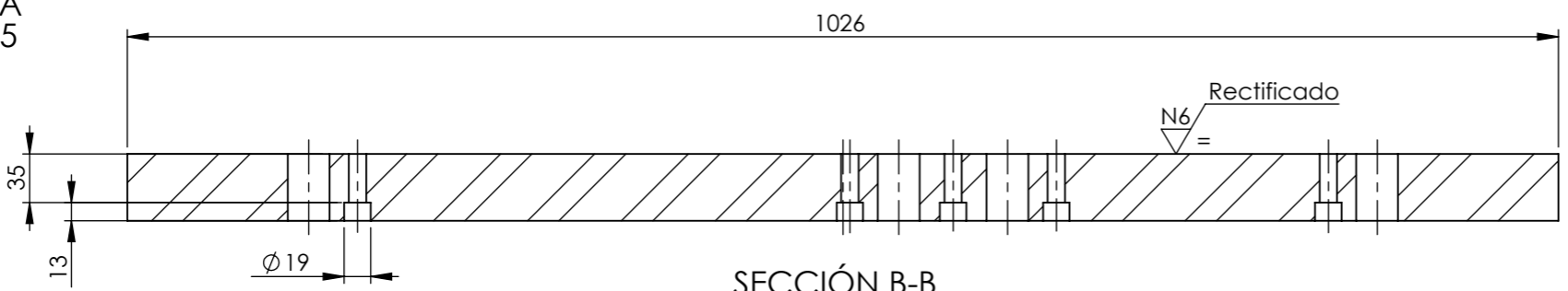


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	47,34 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina: 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

N7 Fresado



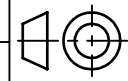
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 5

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	130	45	Ø 30 POR TODO
A2	130	451	Ø 30 POR TODO
A3	553	45	Ø 30 POR TODO
A4	553	451	Ø 30 POR TODO
A5	631	45	Ø 30 POR TODO
A6	631	451	Ø 30 POR TODO
A7	896	45	Ø 30 POR TODO
A8	896	451	Ø 30 POR TODO
B1	165	45	Ø 12,5
B2	165	451	Ø 12,5
B3	518	45	Ø 12,5
B4	518	451	Ø 12,5
B5	592	45	Ø 12,5
B6	592	180	Ø 12,5
B7	592	316	Ø 12,5
B8	592	451	Ø 12,5
B9	666	45	Ø 12,5
B10	666	451	Ø 12,5
B11	861	45	Ø 12,5
B12	861	451	Ø 12,5
C1	592	248	Ø 20 POR TODO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	186.35 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA SUPERIOR	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:	
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5	
				UTA		Número del Lámina: 12	
				INGENIERÍA MECÁNICA		Registro:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
				(Sustitución)			



1

2

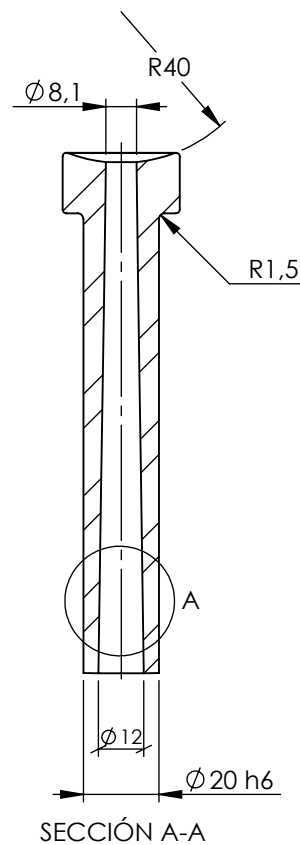
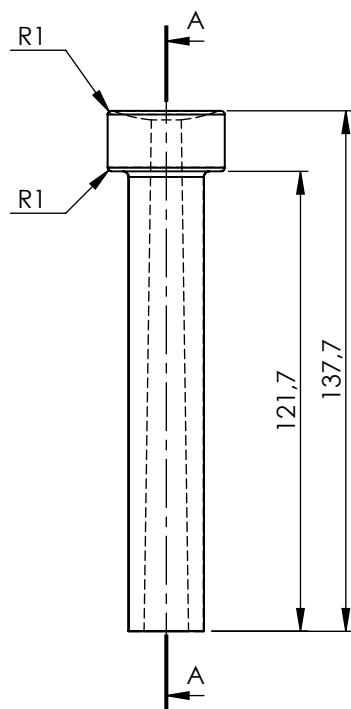
3

4

A

N7 Torneado

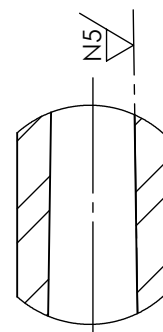
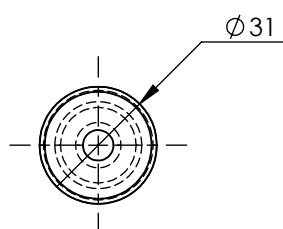
B



SECCIÓN A-A

C

D



DETALLE A
ESCALA 1 : 1
Parte interna
del bebedero

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2,97 Kg	ACERO AISI 1018	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	BEBEDERO	1:2
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del Lámina: 14	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

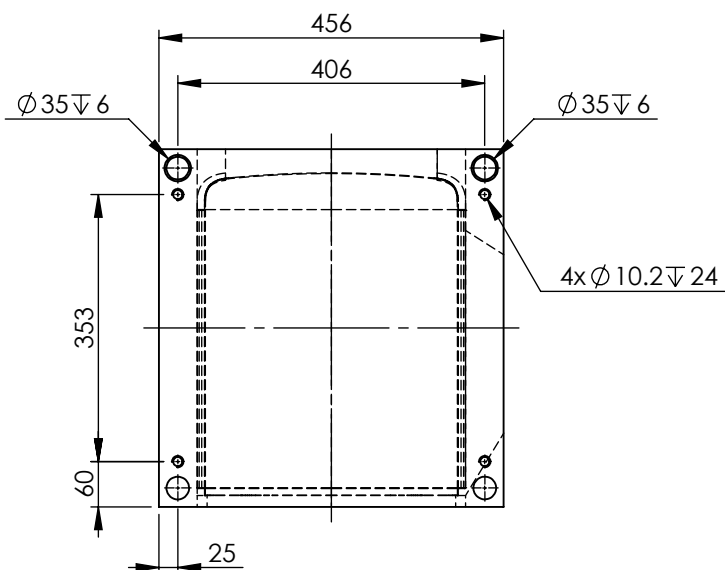
3

4

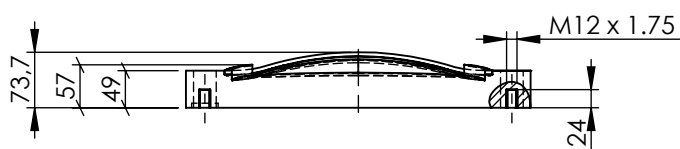
A

N7
Fresado

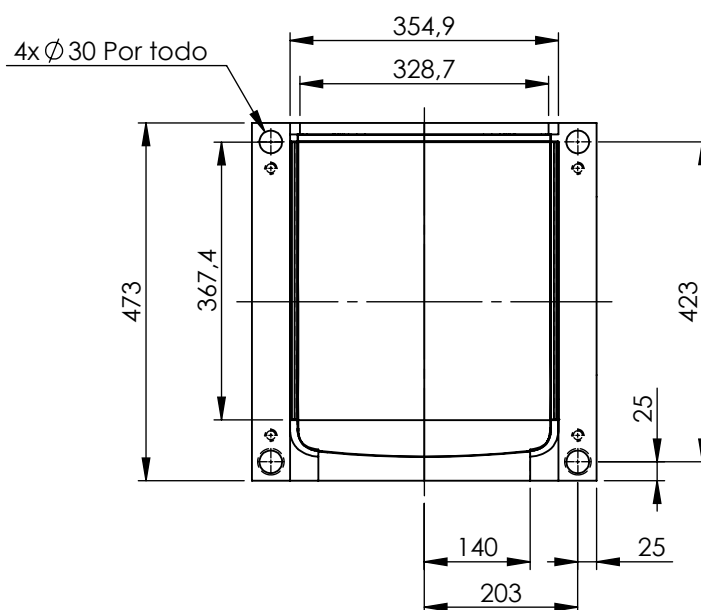
B



C



D



E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	81,88 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA HEMBRA ESPALDAR	1:10
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 15	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

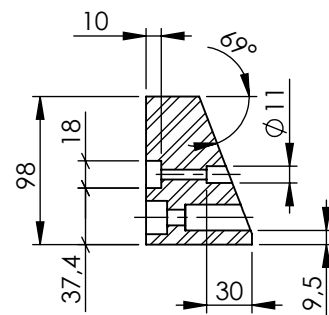
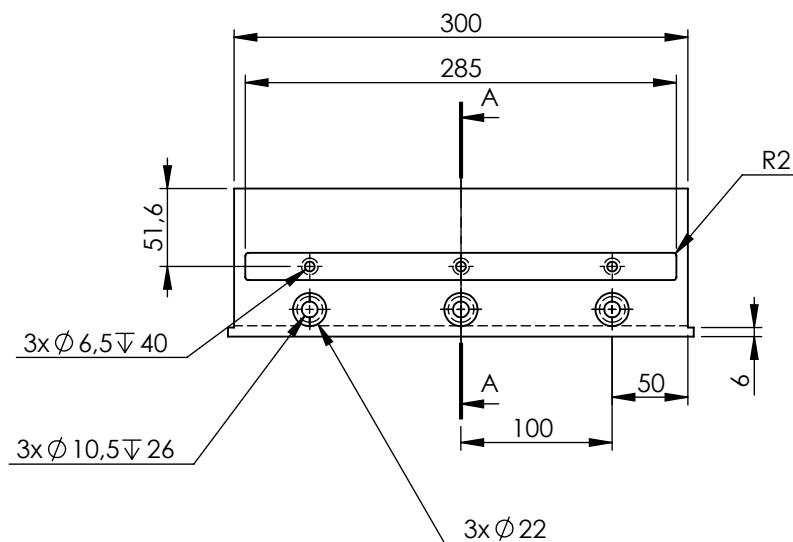
3

4

A

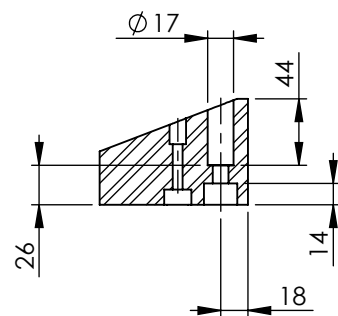
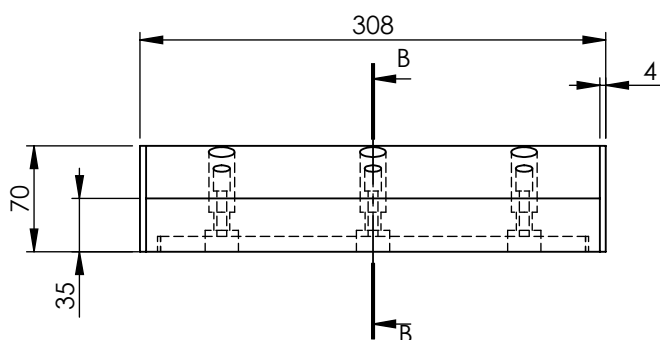
N7
Fresado

B



SECCIÓN A-A

C



SECCIÓN B-B

D

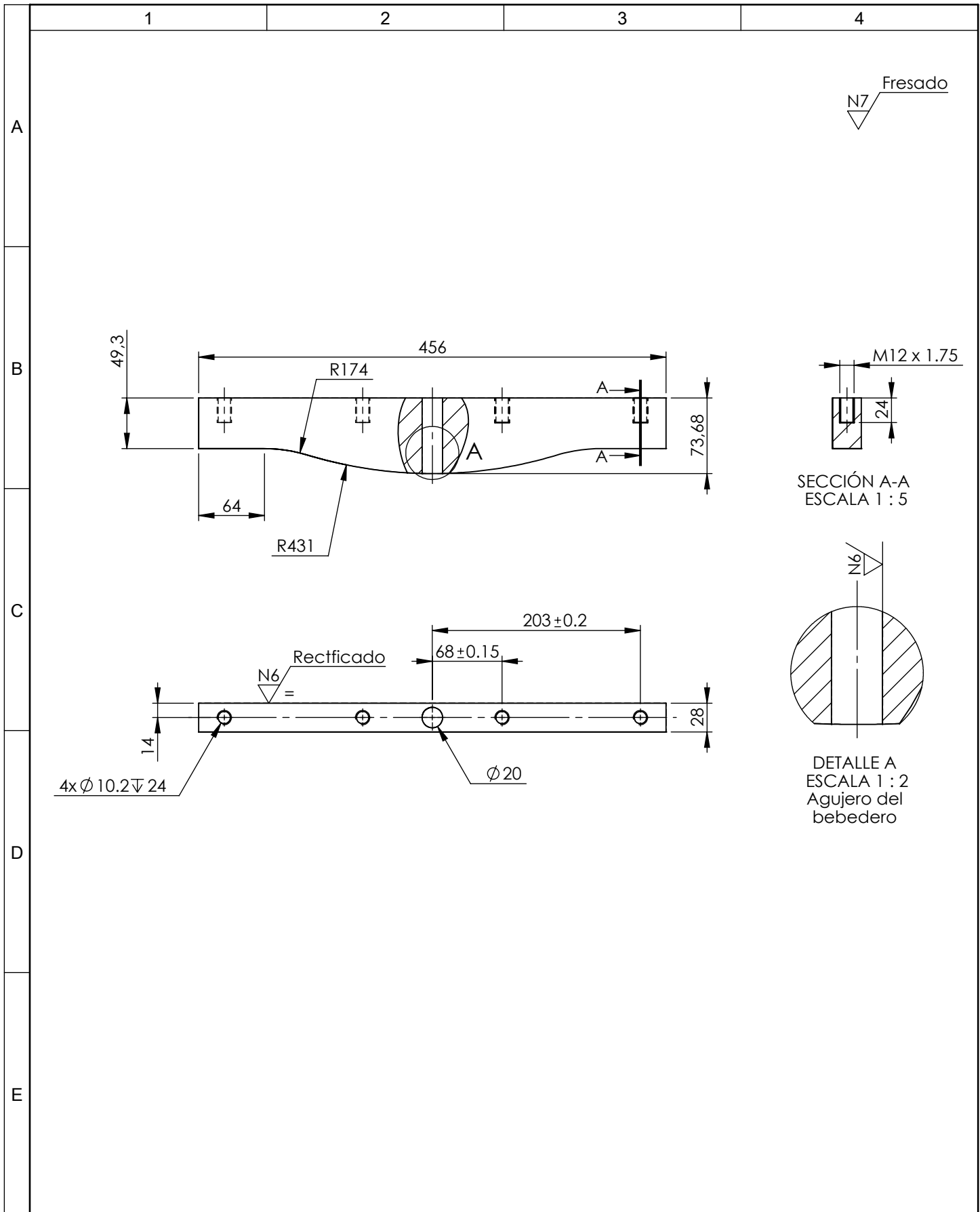
E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,15	11.63 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 10/01/14	Barriga Paul	CARRO	
				Revisó. 10/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 10/01/14	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina:	16
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	

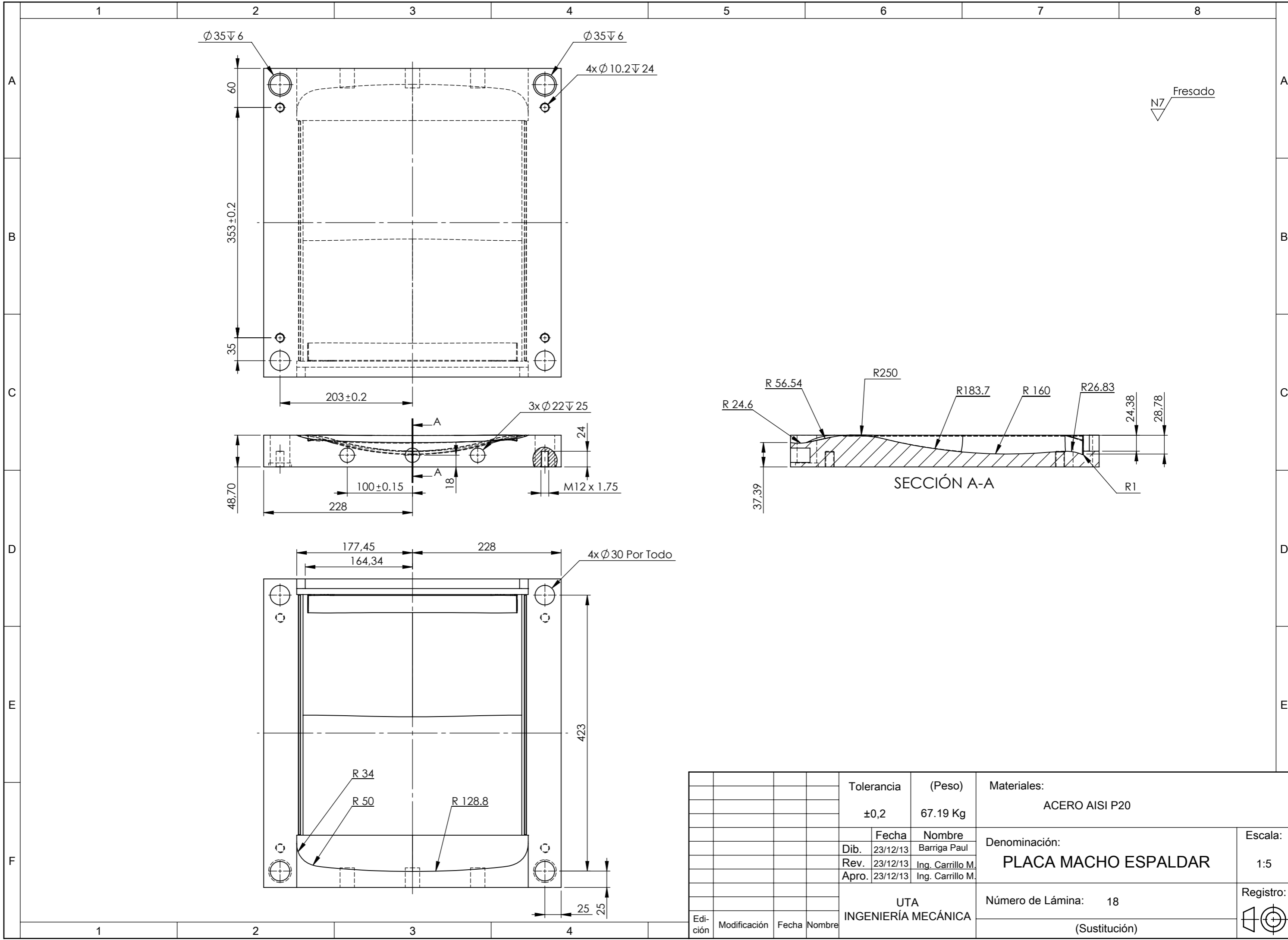
Escala:

1:5

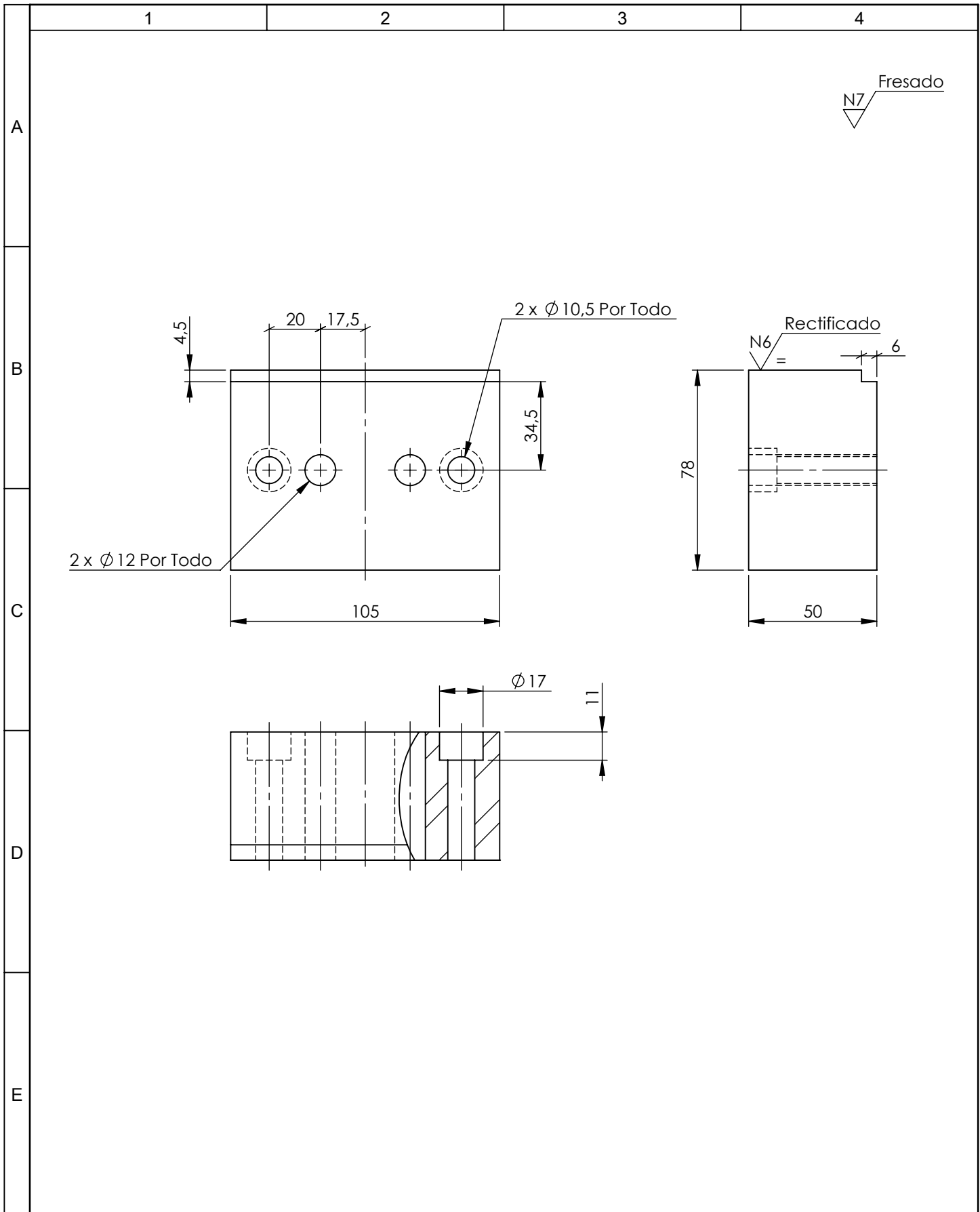
Registro:



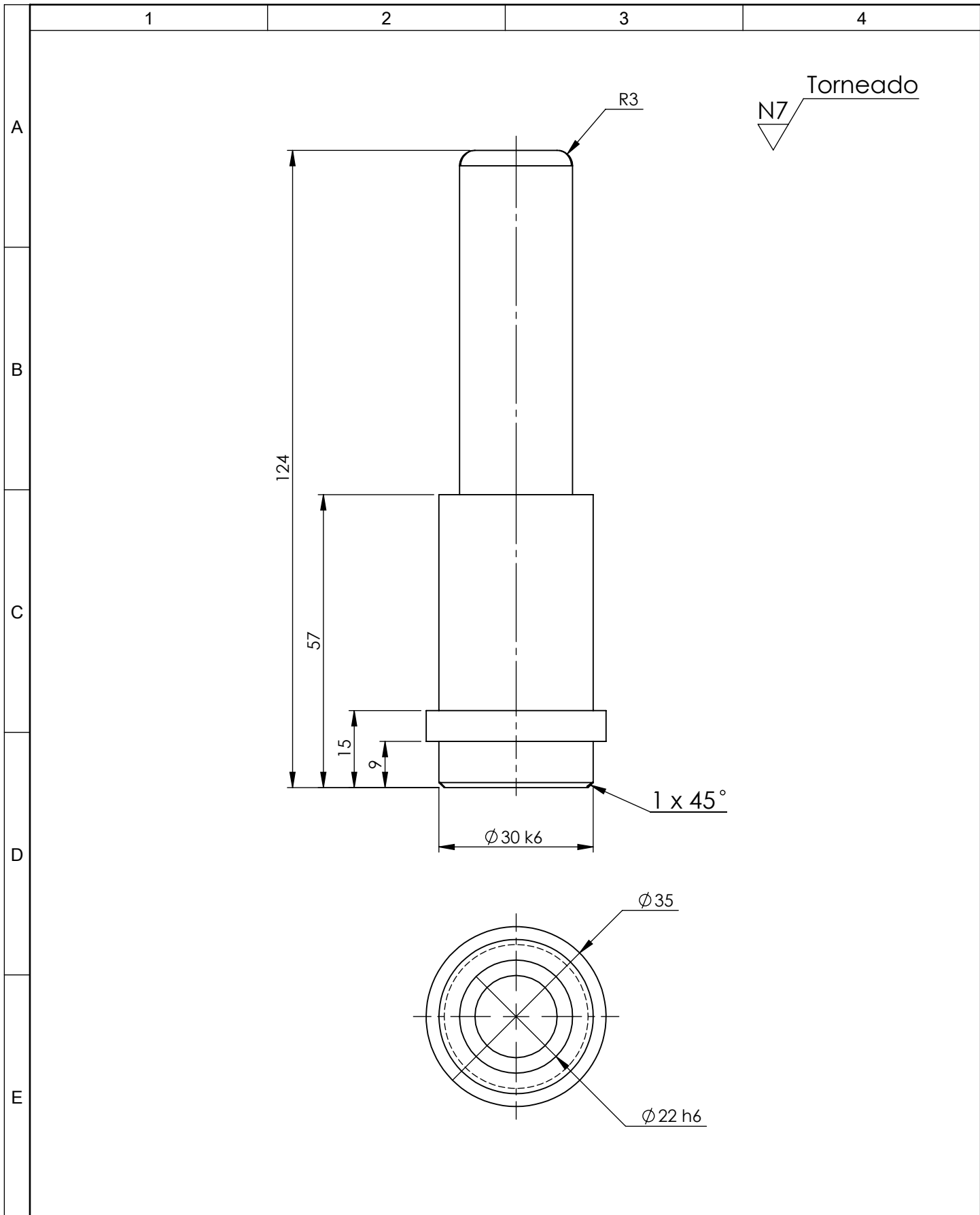
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	5.7 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	POSTIZO HEMBRA INYECCIÓN	1:5
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 17	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



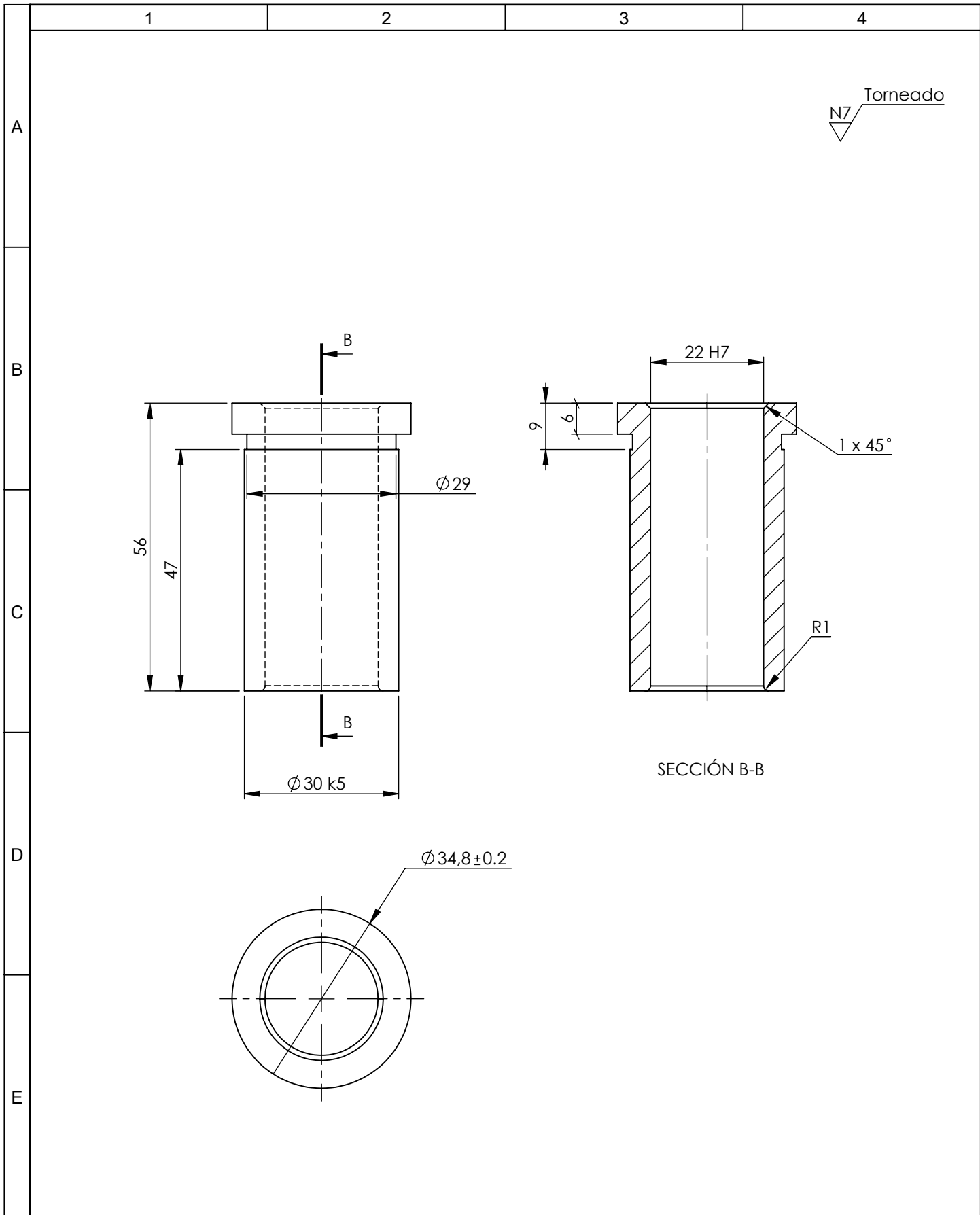
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	67.19 Kg	ACERO AISI P20	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	23/12/13	Barriga Paul	
				Rev.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			
						Número de Lámina: 18	Registro:
						(Sustitución)	



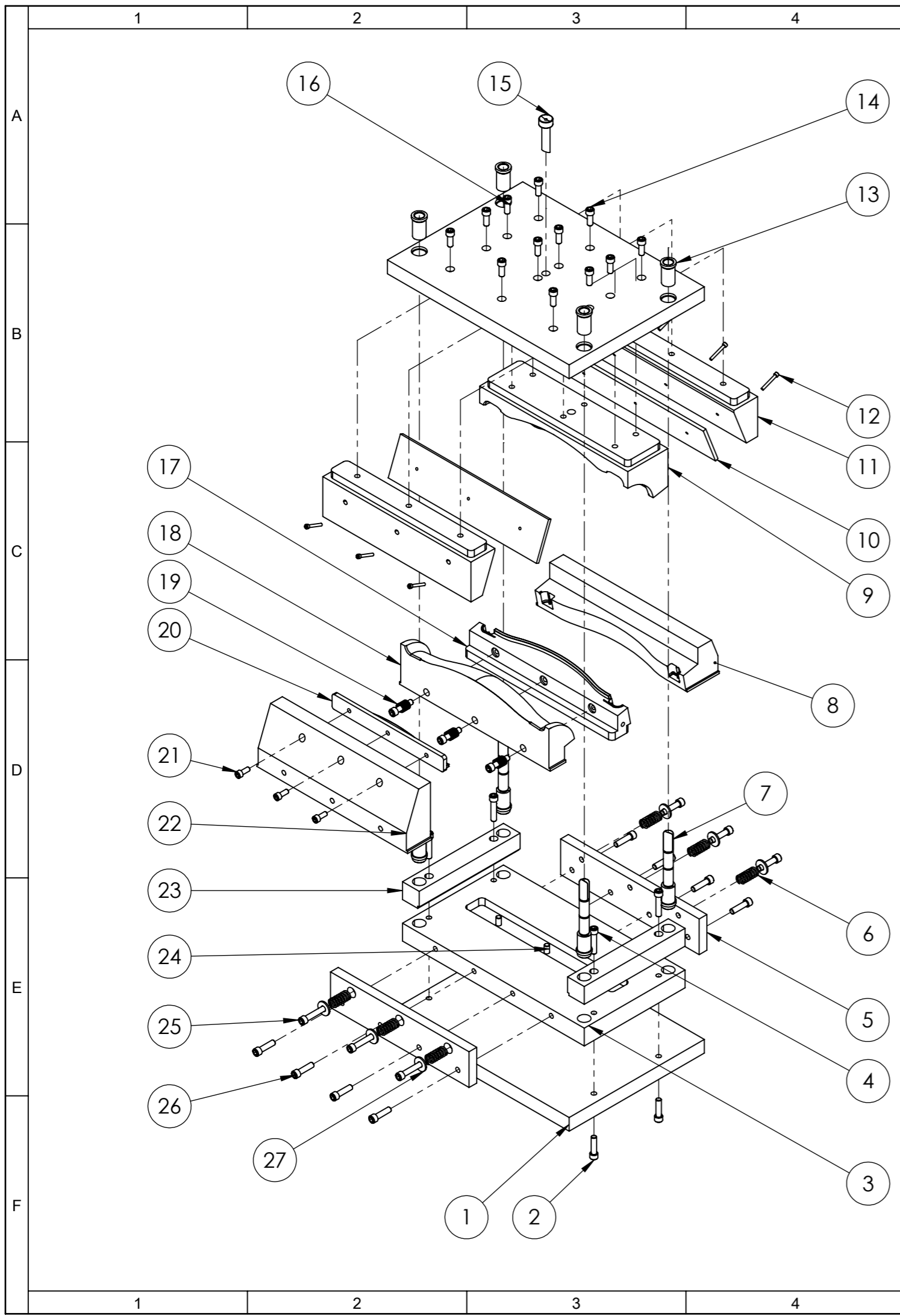
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.30 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:2
				UTA		Número del Lámina: 19	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.53 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:1
				UTA		Número de Lámina: 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

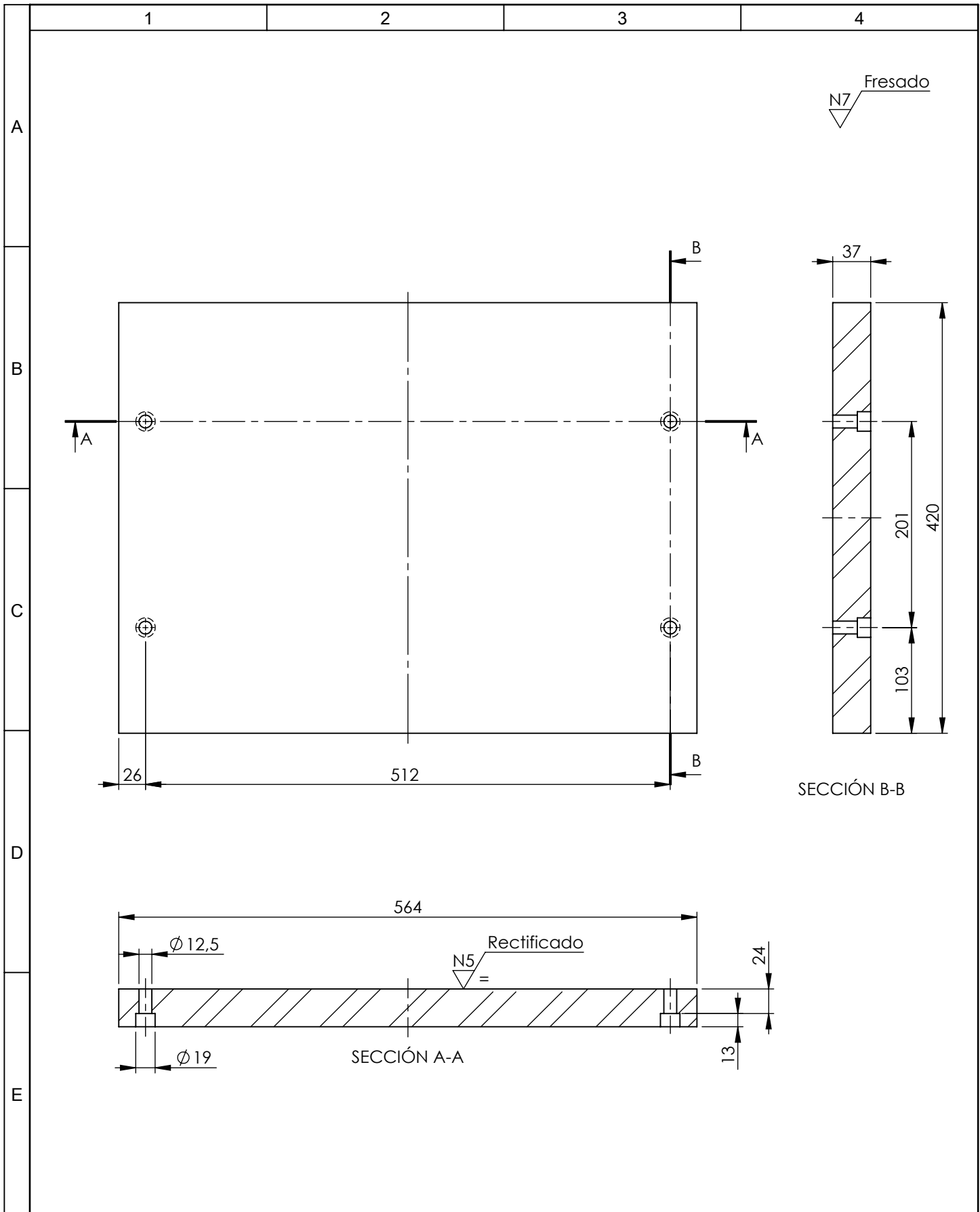


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0,15 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:1
				UTA		Número de Lámina: 13	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



6	Arandelas	Din 6916	—	27	Arandela Plana	—	—
8	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 45	Acero Templado	26	—	—	—
6	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 50	Acero Templado	25	—	—	—
3	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 65	Acero Templado	24	—	—	—
2	Guía Carros	313 x 52 x 48	AISI 1015	23	Plancha	5,4	Oxicorte, Fresado.
1	Carro Lateral (izquierdo)	468 x 152 x 75	AISI P20	22	Plancha	32,58	Oxicorte, Fresado.
3	Perno Allen	M - 10 x 1.5 x 25	Acero Templado	21	—	—	—
1	Postizo Carro Lateral (izquierdo)	346 x 40 x 20	AISI P20	20	Plancha	1,24	Oxicorte, Fresado.
3	Resorte Postizos Inferiores	n 20 x 30mm	Acero Templado	19	Resorte	—	—
1	Postizo Inferior	468 x 126 x 94	AISI P20	18	Plancha	22,49	Oxicorte, Fresado.
1	Postizo Inferior Fijo	460 x 84 x 81	AISI P20	17	Plancha	11,03	Oxicorte, Fresado.
1	Placa Superior	564 x 420 x 37	AISI 1015	16	Plancha	54,27	Oxicorte, Fresado.
1	Bebedero.	n 35 x 95mm	AISI 4340	15	Eje	0,2	Cortado, Torneado
12	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 30	Acero Templado	14	—	—	—
1	Buje	n 35 x 56mm	AISI 4340	13	Eje	0,15	Costado, Torneado
6	Perno Allen	M - 6 x 1.0 x 45	Acero Templado	12	—	—	—
2	Cuñas.	460 x 125 x 74	AISI 1015	11	Plancha	24,78	Oxicorte, Fresado.
2	Placa Templada	460 x 106 x 8	AISI P20	10	Plancha	3,06	Oxicorte, Fresado.
1	Postizo Superior	460 x 128 x 125	AISI P20	9	Plancha	33,9	Oxicorte, Fresado.
1	Carro Lateral (derecho)	468 x 108 x 98	AISI P20	8	Plancha	25,68	Oxicorte, Fresado.
4	Columnas	n 35 x 197	AISI 4340	7	Eje	0,74	Cortado, Torneado
3	Resortes Carro Laterales	n 20 x 40mm	Acero Templado	6	Resorte	—	—
2	Placa Porta Resortes	430 x 96 x 24	AISI P20	5	Plancha	7,49	Oxicorte, Fresado.
4	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 55	Acero Templado	4	—	—	—
1	Placa Base	564 x 313 x 48	AISI 1015	3	Plancha	61,11	Oxicorte, Fresado.
4	Perno Allen	M - 12 x 1.75 x 45	Acero Templado	2	—	—	—
1	Placa Inferior	564 x 420 x 37	AISI 1015	1	Plancha	68,77	Oxicorte, Fresado.
No. de Piez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. de Modelo/Semiproducto	Peso Kgr/Pz	Observaciones

Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±0,1		288,6 Kg	ACERO 4340, ACERO AISI 1015	
Fecha		Nombre		Denominación:
Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
UTA			Número de Lámina: 01 de 01	
INGENIERÍA MECÁNICA			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Registro:
				1:10



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	68.77 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 21/01/14	Barriga Paul	PLACA INFERIOR	
				Revisó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprovó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina:	01
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala:	
						1:5	
						Registro:	

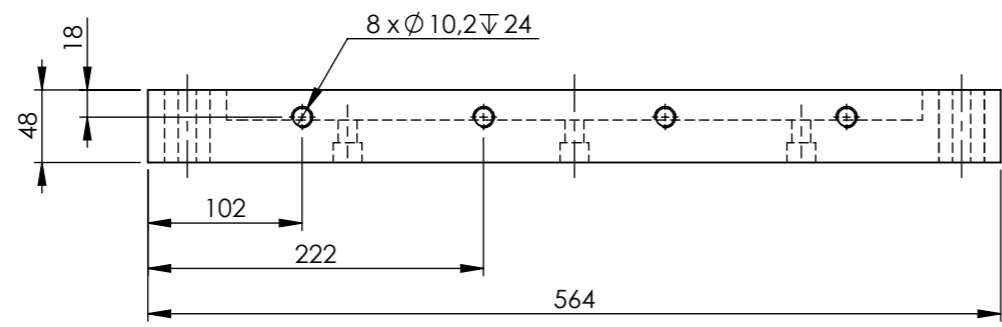
1 2 3 4 5 6 7 8

A

N7 Fresado

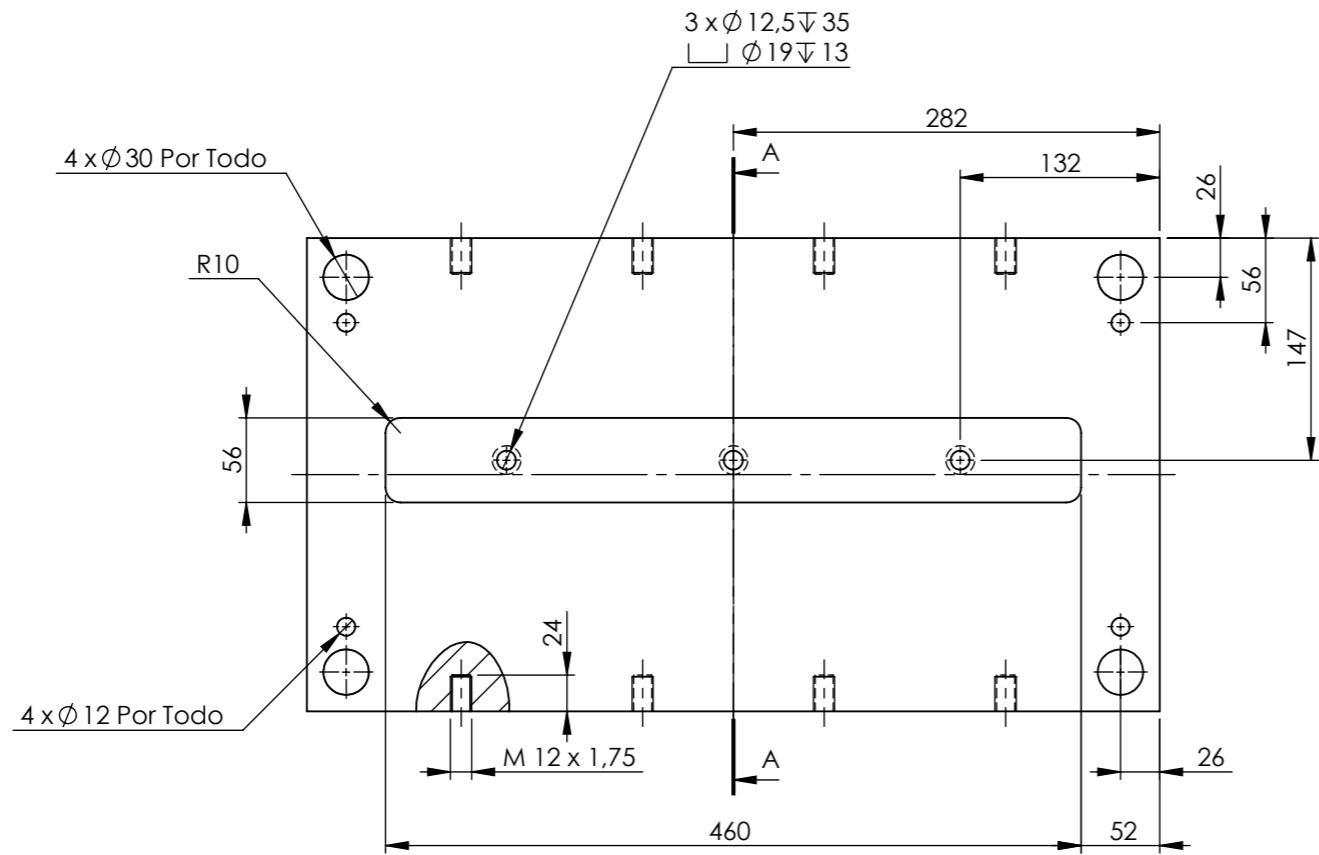
A

B



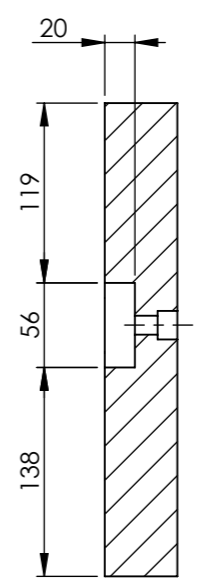
B

C



C

D



D

E

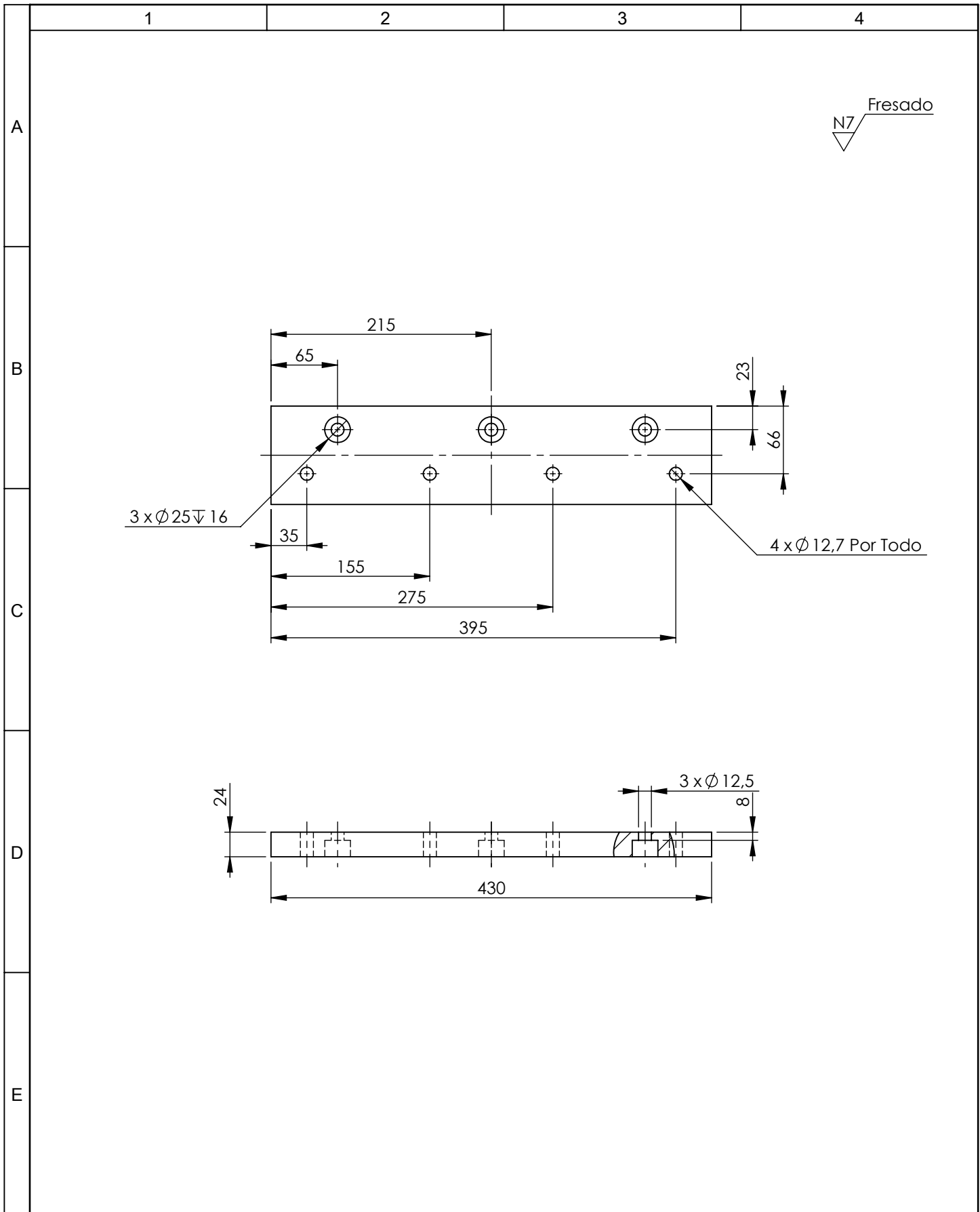
SECCIÓN A-A

E

F

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	61,11 Kg	ACERO AISI 1015	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul	
				Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	PLACA BASE
				UTA		Número de Lámina:	03
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				Registro:
							Escala: 1.5

1 2 3 4



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	7,49 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul		
			Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina: 05	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

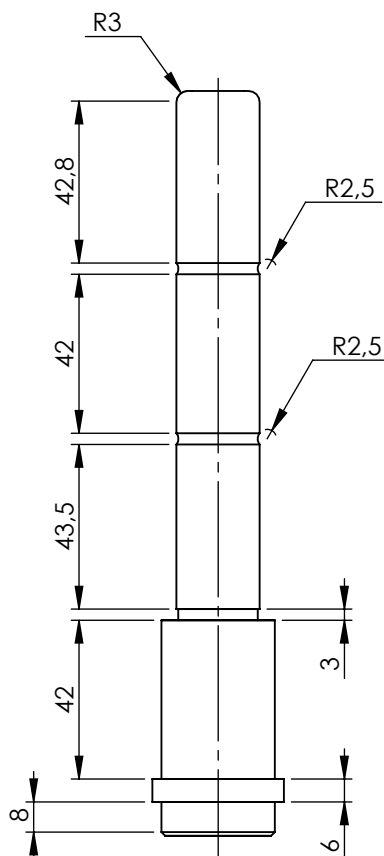
3

4

A

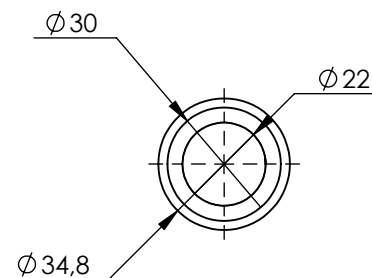
N7 Torneado

B



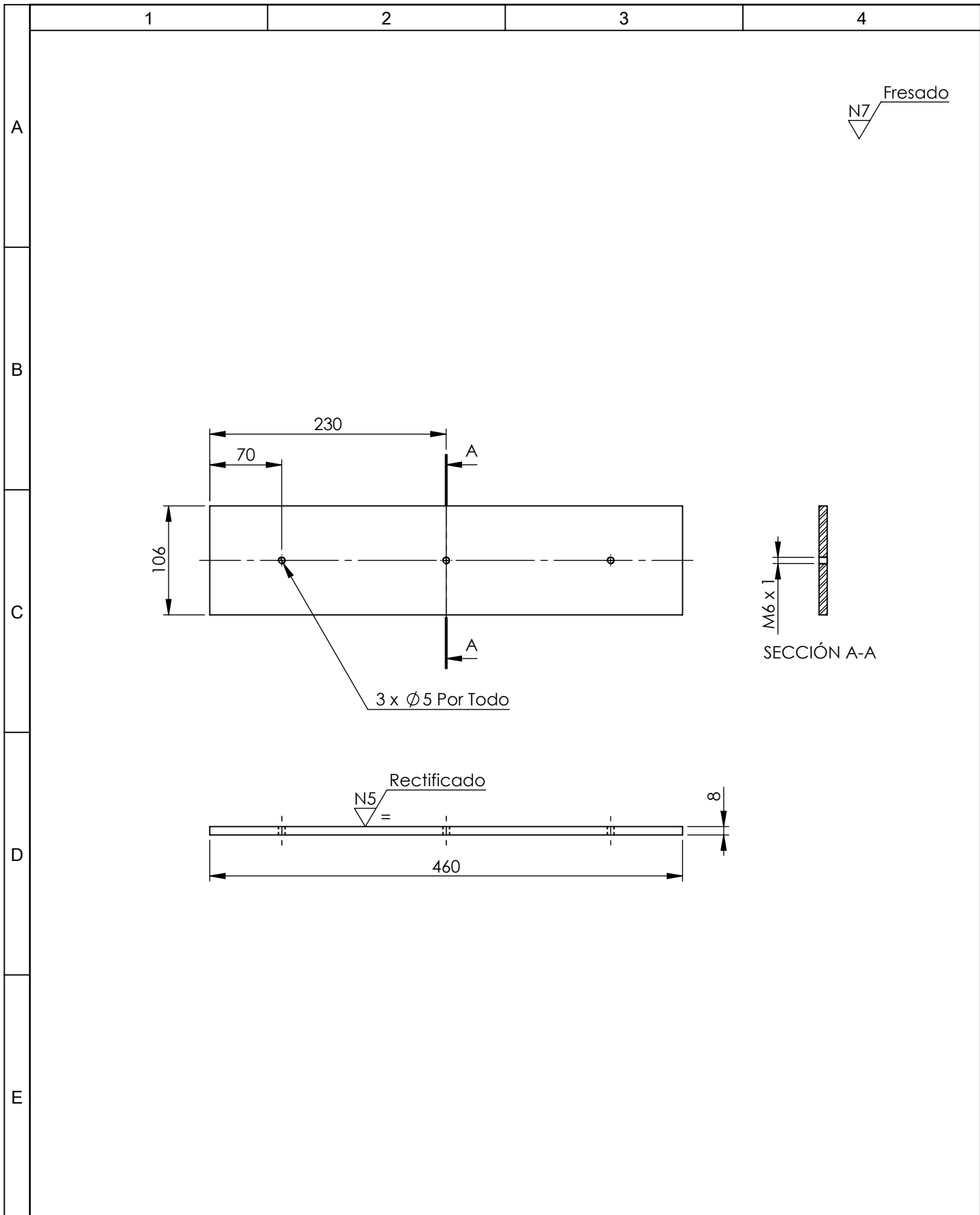
C

D



E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,01$	0,74 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 21/01/14	Barriga Paul	COLUMNA	1:2
				Revisó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 07	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	3,06 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 21/01/14	Barriga Paul	PLACA TEMPLADA	1:5
				Revisó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 10	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

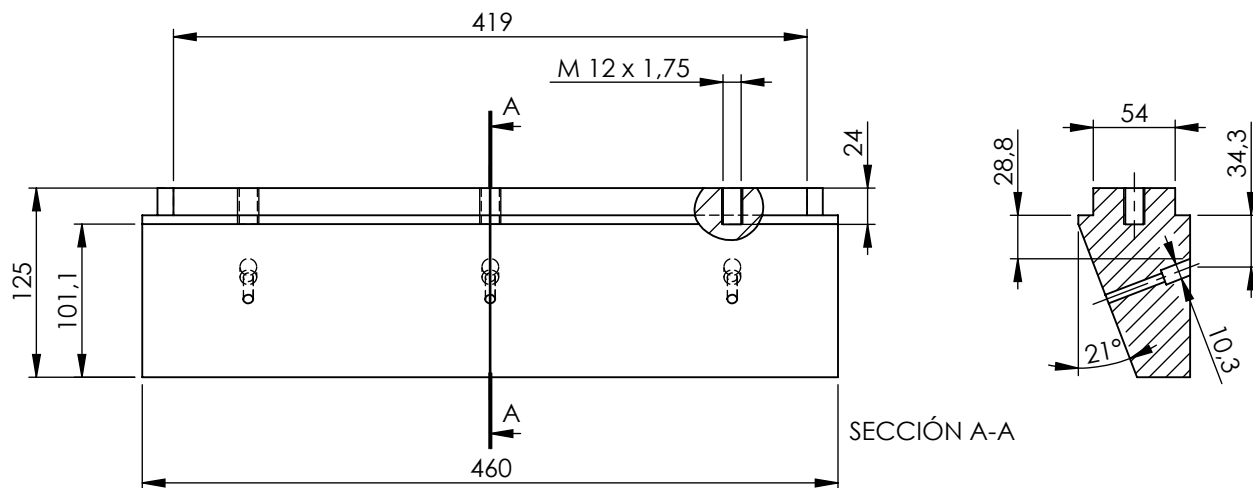
3

4

A

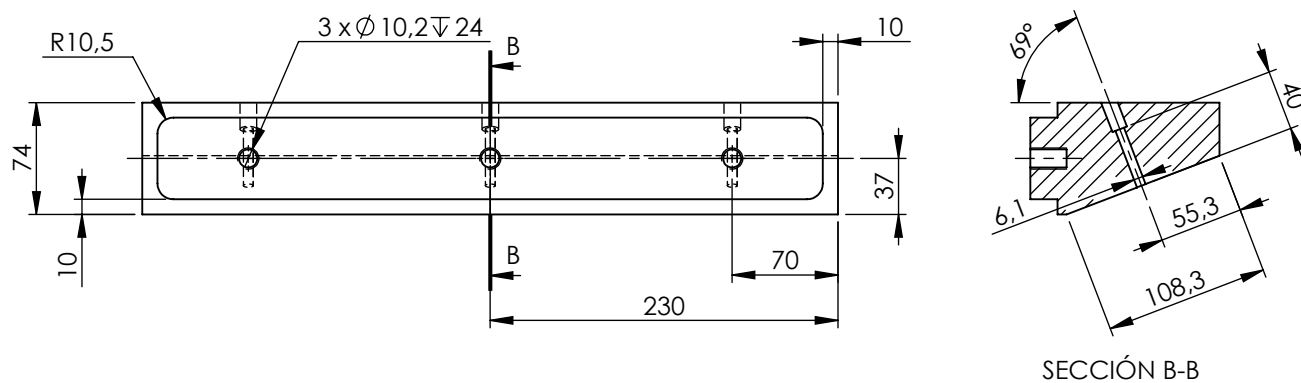
Fresado
N7

B



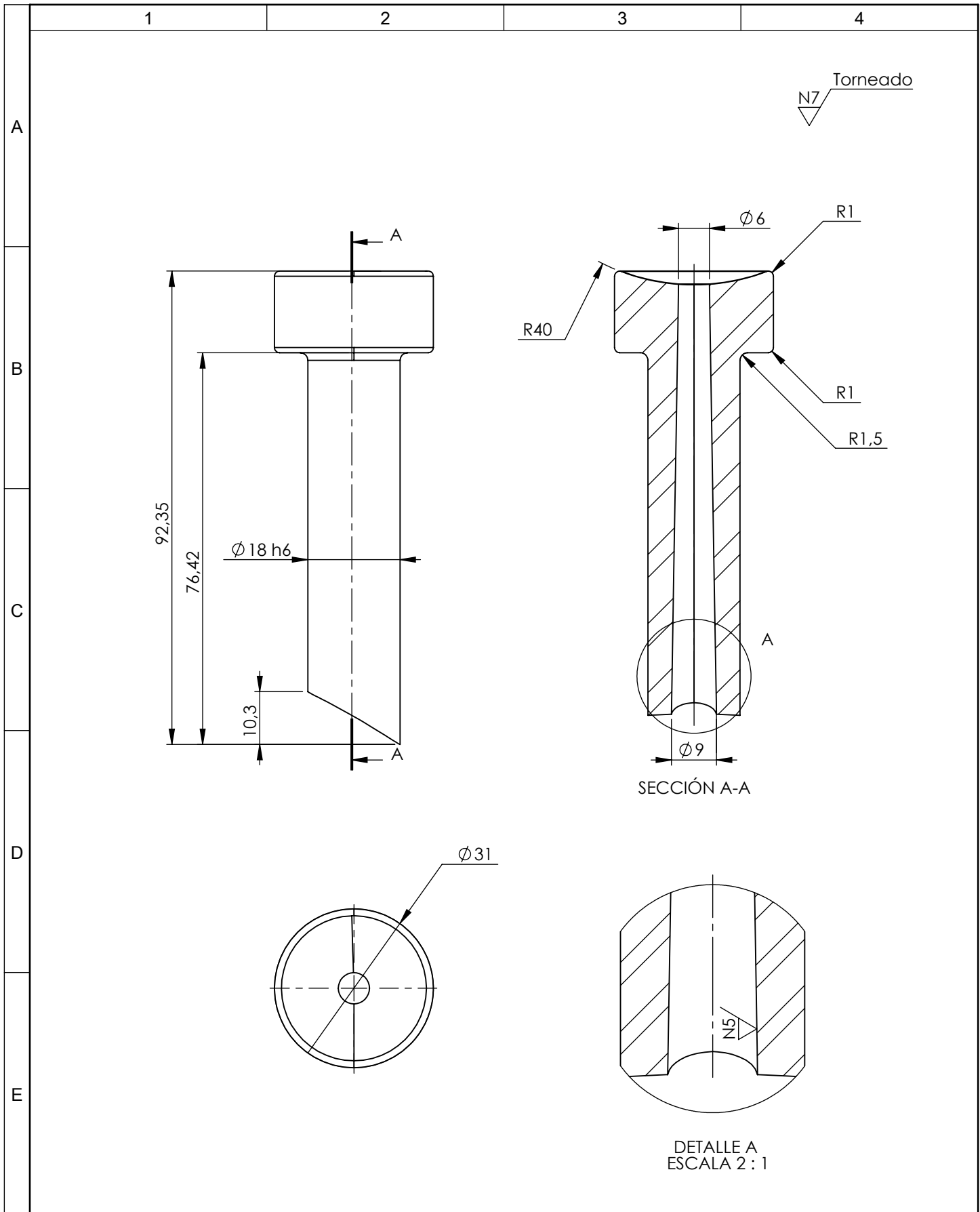
C

D



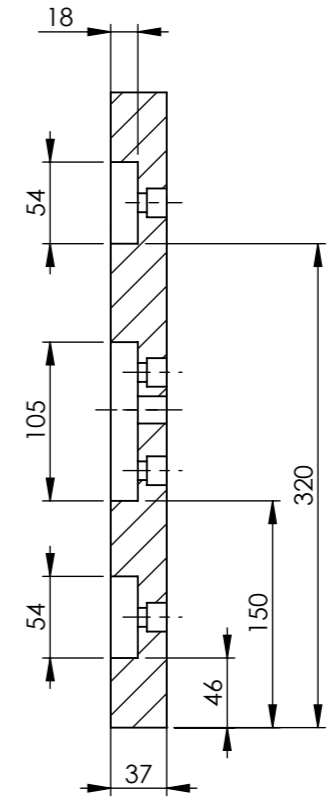
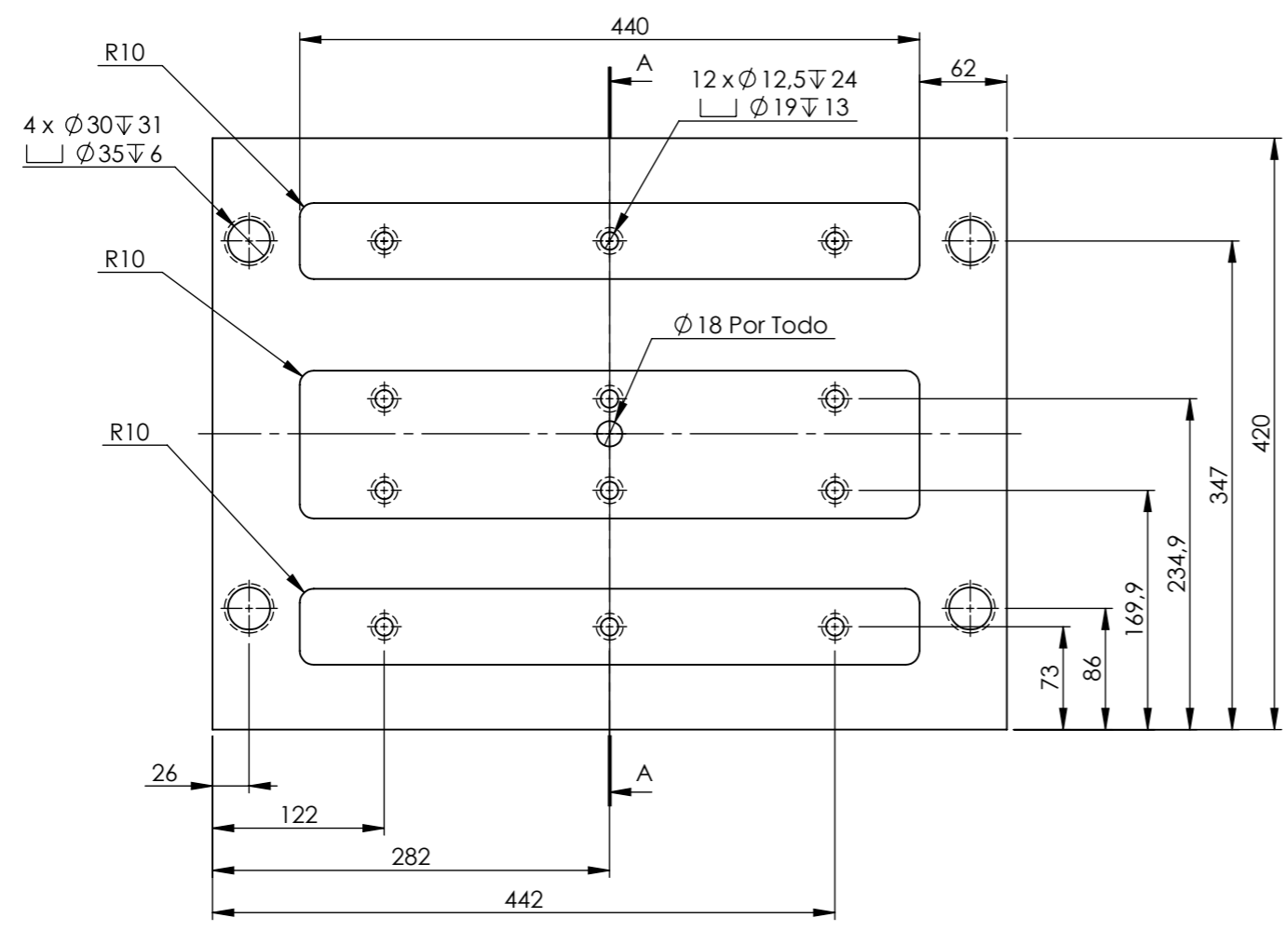
E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	24,78 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul		
			Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.		
			Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	CUÑAS	1:5
				UTA		Número de Lámina:	Registro:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		11	
						(Sustitución)	

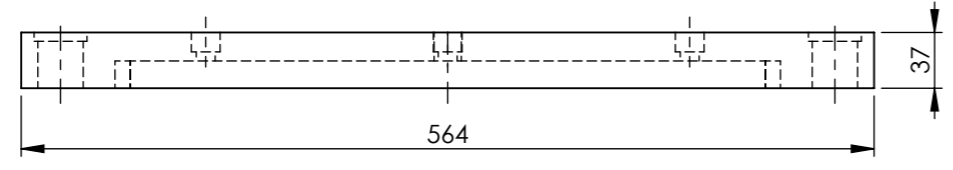


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0,2 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	BEBEDERO	1:1
				Revisó. 23/12/13	Ing.Mg.Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing.Mg.Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

N7 Fresado

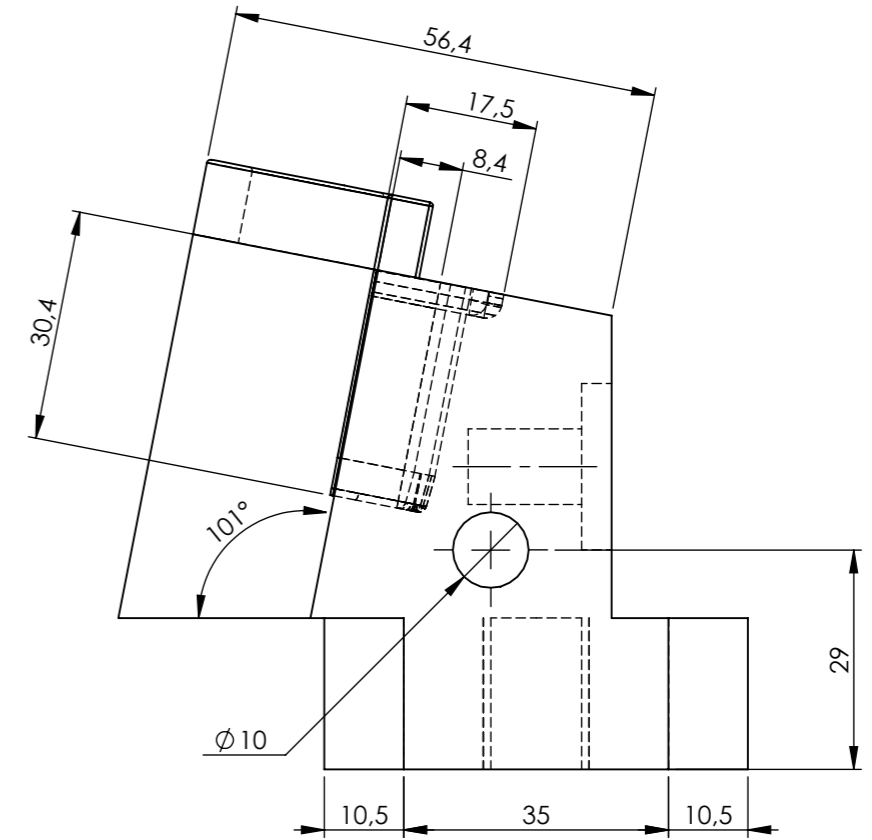
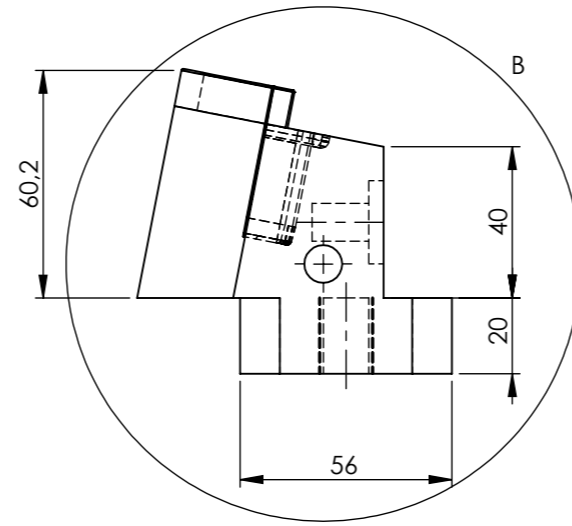
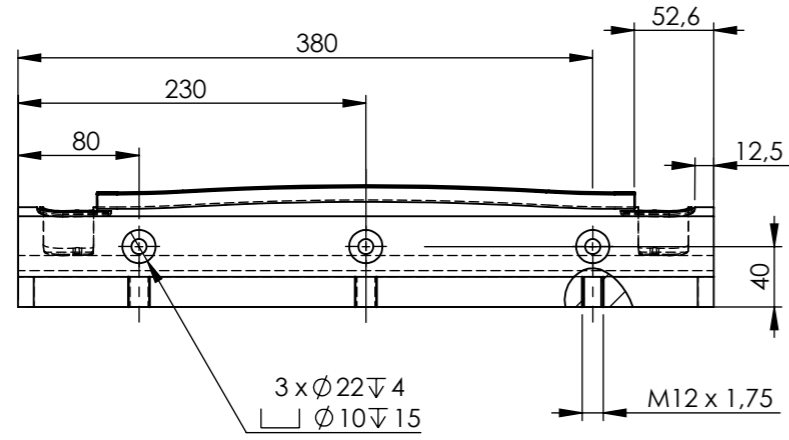


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

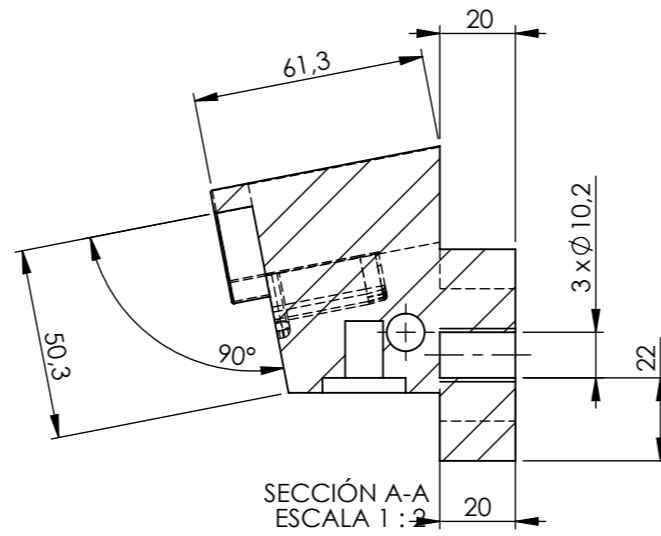
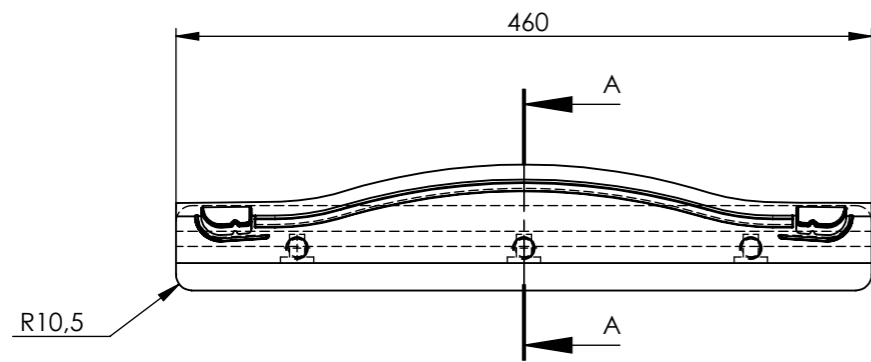


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	54,27 Kg	ACERO AISI 1015	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul	
				Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	PLACA SUPERIOR
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número de Lámina: 16	Registro:
						(Sustitución)	Escala: 1:5
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

N7 Fresado



DETALLE B
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	11.03 Kg	ACERO AISI P20		
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul	POSTIZO INFERIOR FIJO	
				Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			Número de Lámina: 17	Registro:
				Edi- ción	Modificación	Fecha	(Sustitución)	Escala: 1:5

1

2

3

4

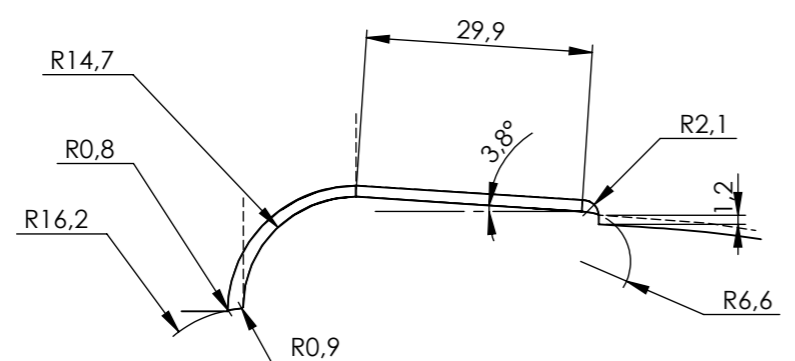
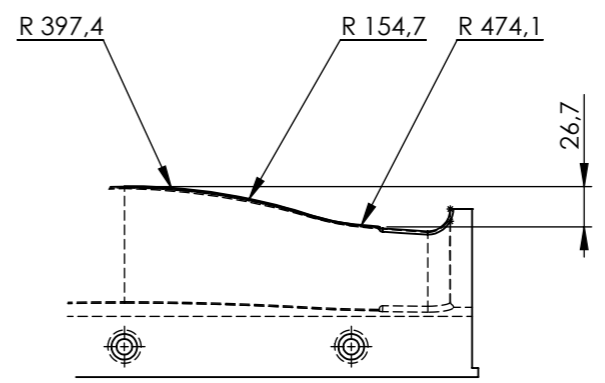
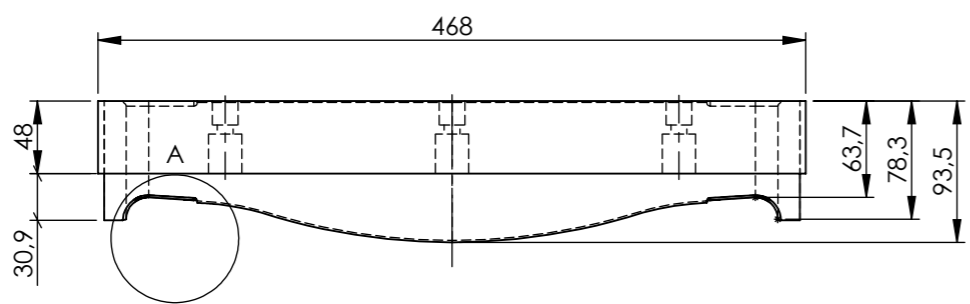
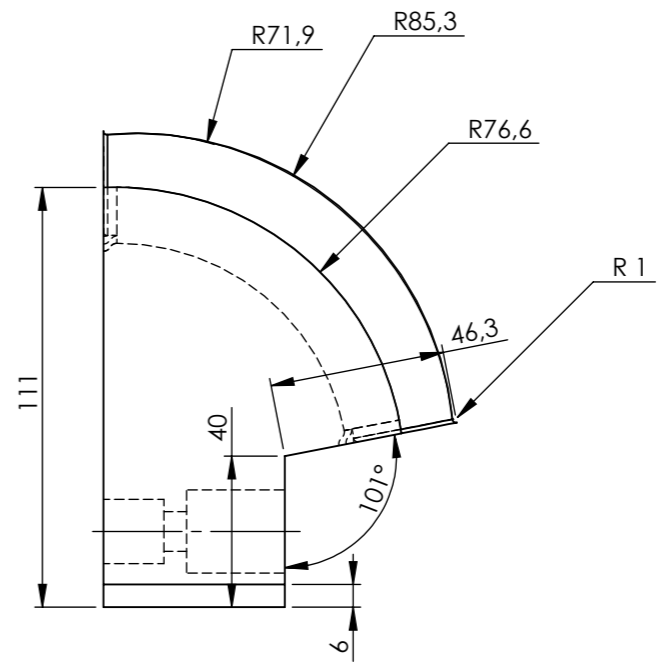
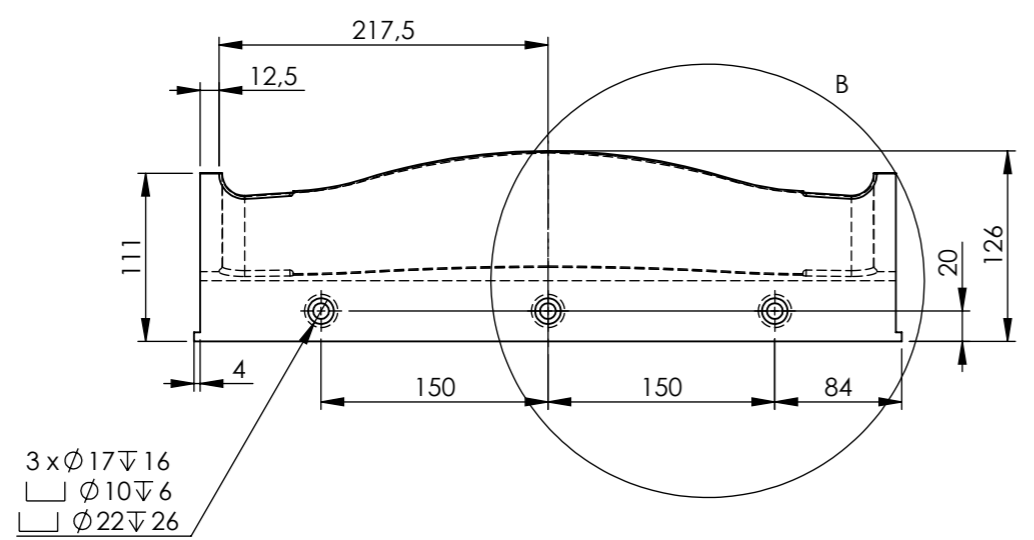
Edi-
ción Modificación Fecha Nombre



1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

N7 Fresado



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	22.49 Kg	ACERO AISI 4340	
					Fecha	Nombre	Denominación:
					Dibujó. 21/01/14	Barriga Paul	POSTIZO INFERIOR
					Revisó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.	
					Aprobó. 21/01/14	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número de Lámina:	18
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	

1 2 3 4

1

2

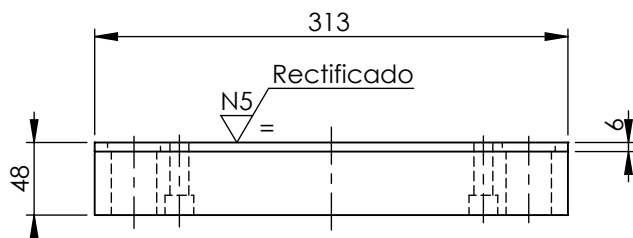
3

4

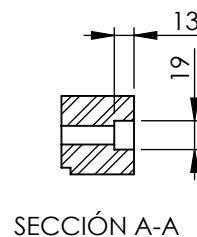
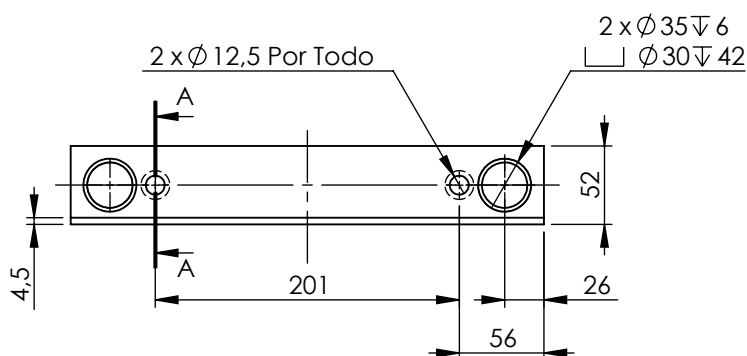
A

N7
Fresado

B



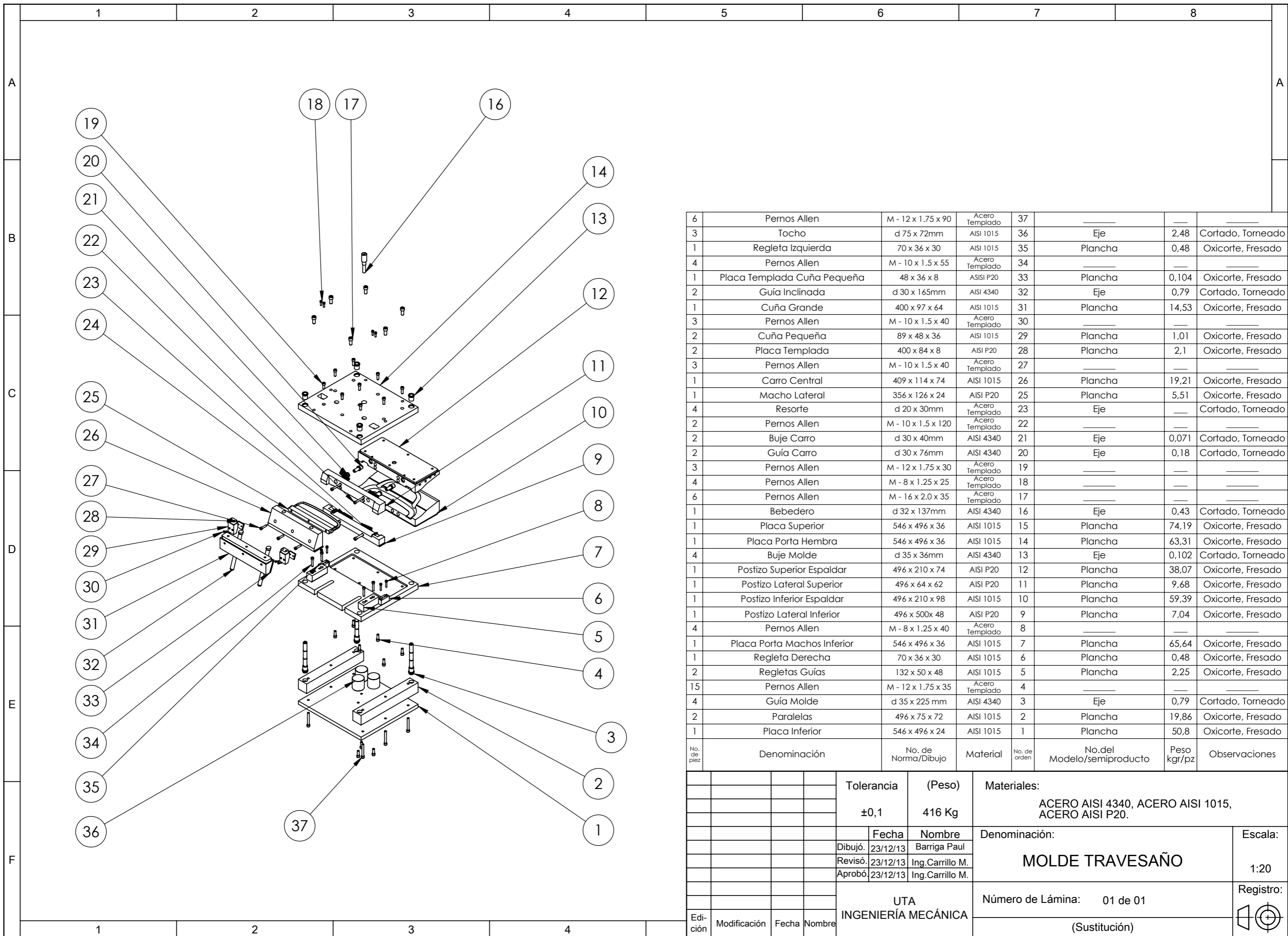
C



D

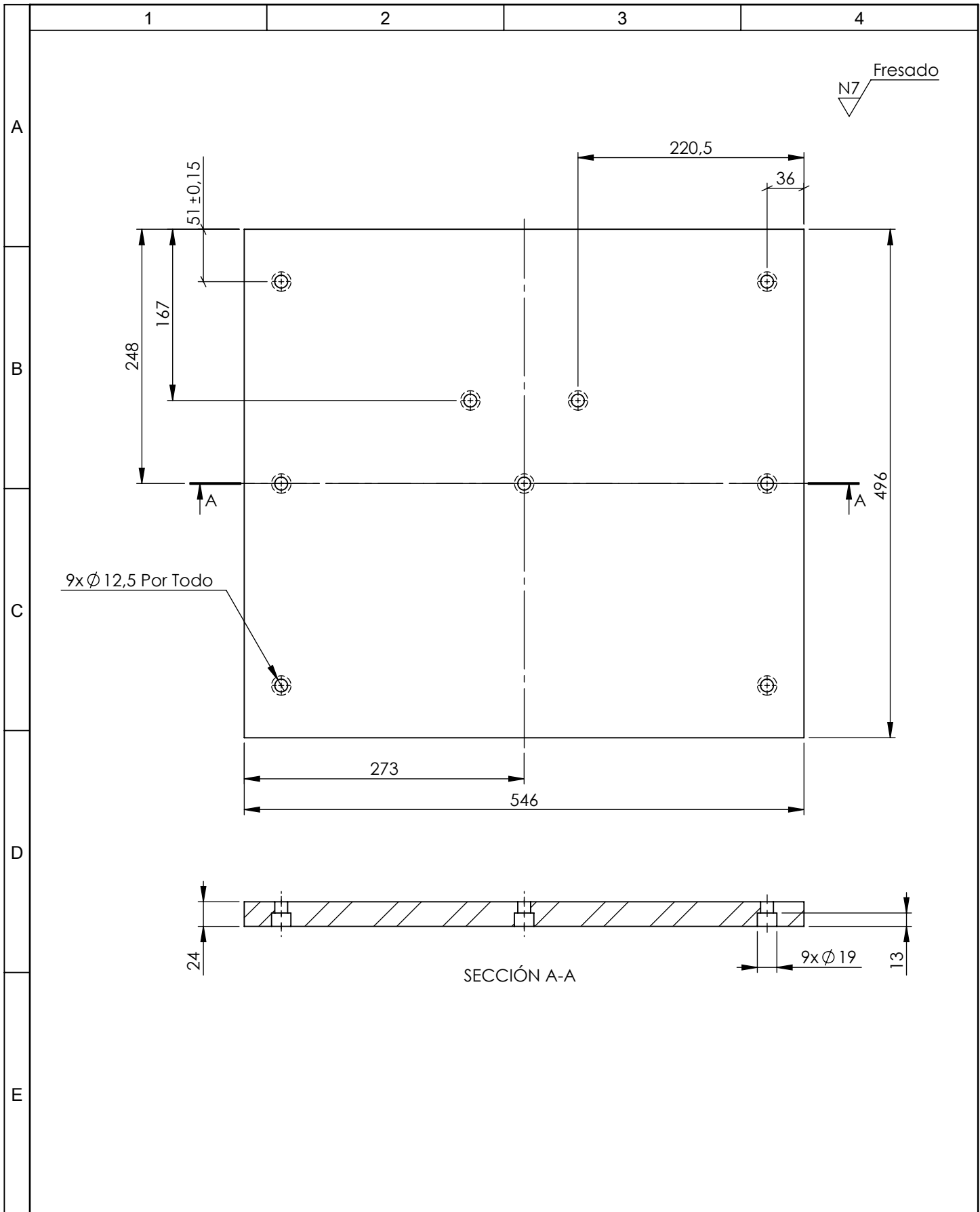
E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,01	5,40 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	21/01/14	Barriga Paul		
			Revisó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	21/01/14	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina: 23	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



6	Pernos Allen	M - 12 x 1.75 x 90	Acero Templado	37	_____	___	_____
3	Tocho	d 75 x 72mm	AISI 1015	36	Eje	2,48	Cortado, Tornado
1	Regleta Izquierda	70 x 36 x 30	AISI 1015	35	Plancha	0,48	Oxicorte, Fresado
4	Pernos Allen	M - 10 x 1.5 x 55	Acero Templado	34	_____	___	_____
1	Placa Templada Cuña Pequeña	48 x 36 x 8	AISI P20	33	Plancha	0,104	Oxicorte, Fresado
2	Guía Inclinada	d 30 x 165mm	AISI 4340	32	Eje	0,79	Cortado, Tornado
1	Cuña Grande	400 x 97 x 64	AISI 1015	31	Plancha	14,53	Oxicorte, Fresado
3	Pernos Allen	M - 10 x 1.5 x 40	Acero Templado	30	_____	___	_____
2	Cuña Pequeña	89 x 48 x 36	AISI 1015	29	Plancha	1,01	Oxicorte, Fresado
2	Placa Templada	400 x 84 x 8	AISI P20	28	Plancha	2,1	Oxicorte, Fresado
3	Pernos Allen	M - 10 x 1.5 x 40	Acero Templado	27	_____	___	_____
1	Carro Central	409 x 114 x 74	AISI 1015	26	Plancha	19,21	Oxicorte, Fresado
1	Macho Lateral	356 x 126 x 24	AISI P20	25	Plancha	5,51	Oxicorte, Fresado
4	Resorte	d 20 x 30mm	Acero Templado	23	Eje	___	Cortado, Tornado
2	Pernos Allen	M - 10 x 1.5 x 120	Acero Templado	22	_____	___	_____
2	Buje Carro	d 30 x 40mm	AISI 4340	21	Eje	0,071	Cortado, Tornado
2	Guía Carro	d 30 x 76mm	AISI 4340	20	Eje	0,18	Cortado, Tornado
3	Pernos Allen	M - 12 x 1.75 x 30	Acero Templado	19	_____	___	_____
4	Pernos Allen	M - 8 x 1.25 x 25	Acero Templado	18	_____	___	_____
6	Pernos Allen	M - 16 x 2.0 x 35	Acero Templado	17	_____	___	_____
1	Bebedero	d 32 x 137mm	AISI 4340	16	Eje	0,43	Cortado, Tornado
1	Placa Superior	546 x 496 x 36	AISI 1015	15	Plancha	74,19	Oxicorte, Fresado
1	Placa Porta Hembra	546 x 496 x 36	AISI 1015	14	Plancha	63,31	Oxicorte, Fresado
4	Buje Molde	d 35 x 36mm	AISI 4340	13	Eje	0,102	Cortado, Tornado
1	Postizo Superior Espaldar	496 x 210 x 74	AISI P20	12	Plancha	38,07	Oxicorte, Fresado
1	Postizo Lateral Superior	496 x 64 x 62	AISI P20	11	Plancha	9,68	Oxicorte, Fresado
1	Postizo Inferior Espaldar	496 x 210 x 98	AISI 1015	10	Plancha	59,39	Oxicorte, Fresado
1	Postizo Lateral Inferior	496 x 500x 48	AISI P20	9	Plancha	7,04	Oxicorte, Fresado
4	Pernos Allen	M - 8 x 1.25 x 40	Acero Templado	8	_____	___	_____
1	Placa Porta Machos Inferior	546 x 496 x 36	AISI 1015	7	Plancha	65,64	Oxicorte, Fresado
1	Regleta Derecha	70 x 36 x 30	AISI 1015	6	Plancha	0,48	Oxicorte, Fresado
2	Regletas Guías	132 x 50 x 48	AISI 1015	5	Plancha	2,25	Oxicorte, Fresado
15	Pernos Allen	M - 12 x 1.75 x 35	Acero Templado	4	_____	___	_____
4	Guía Molde	d 35 x 225 mm	AISI 4340	3	Eje	0,79	Cortado, Tornado
2	Paralelas	496 x 75 x 72	AISI 1015	2	Plancha	19,86	Oxicorte, Fresado
1	Placa Inferior	546 x 496 x 24	AISI 1015	1	Plancha	50,8	Oxicorte, Fresado
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kgr/pz	Observaciones

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	416 Kg	ACERO AISI 4340, ACERO AISI 1015, ACERO AISI P20.	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	MOLDE TRAVESAÑO	1:20
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 01 de 01	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	50.8 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprovó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina: 01	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

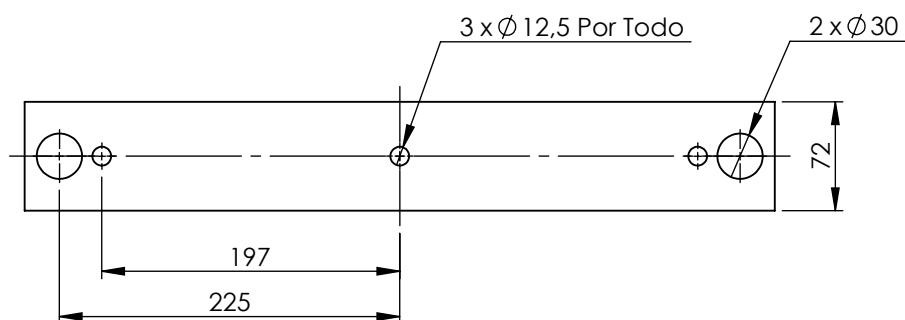
2

3

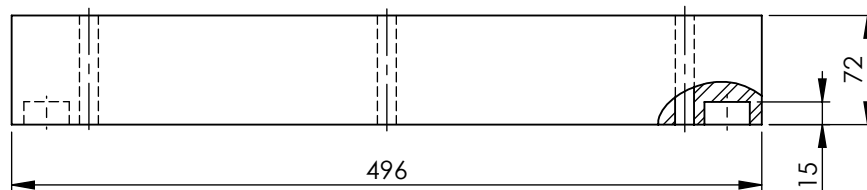
4

A

B



C



D

E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,2	19,86 Kg	ACERO AISI 1015			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul			PARALELAS	1:5
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.				
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.			
				UTA		Número de Lámina:	02	Registro:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)			

1

2

3

4

N7 Torneado

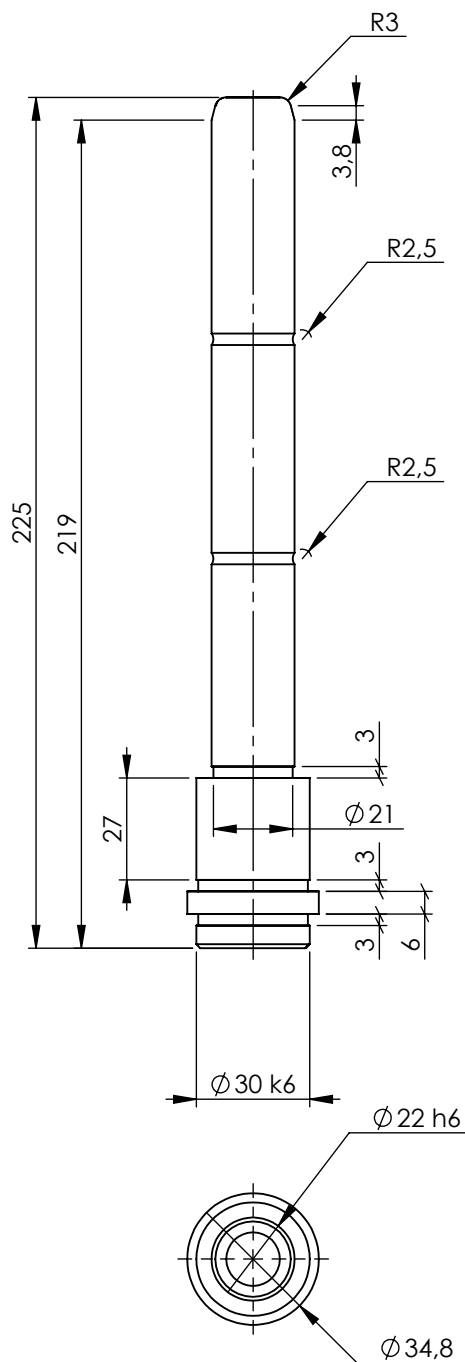
A

B

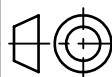
C

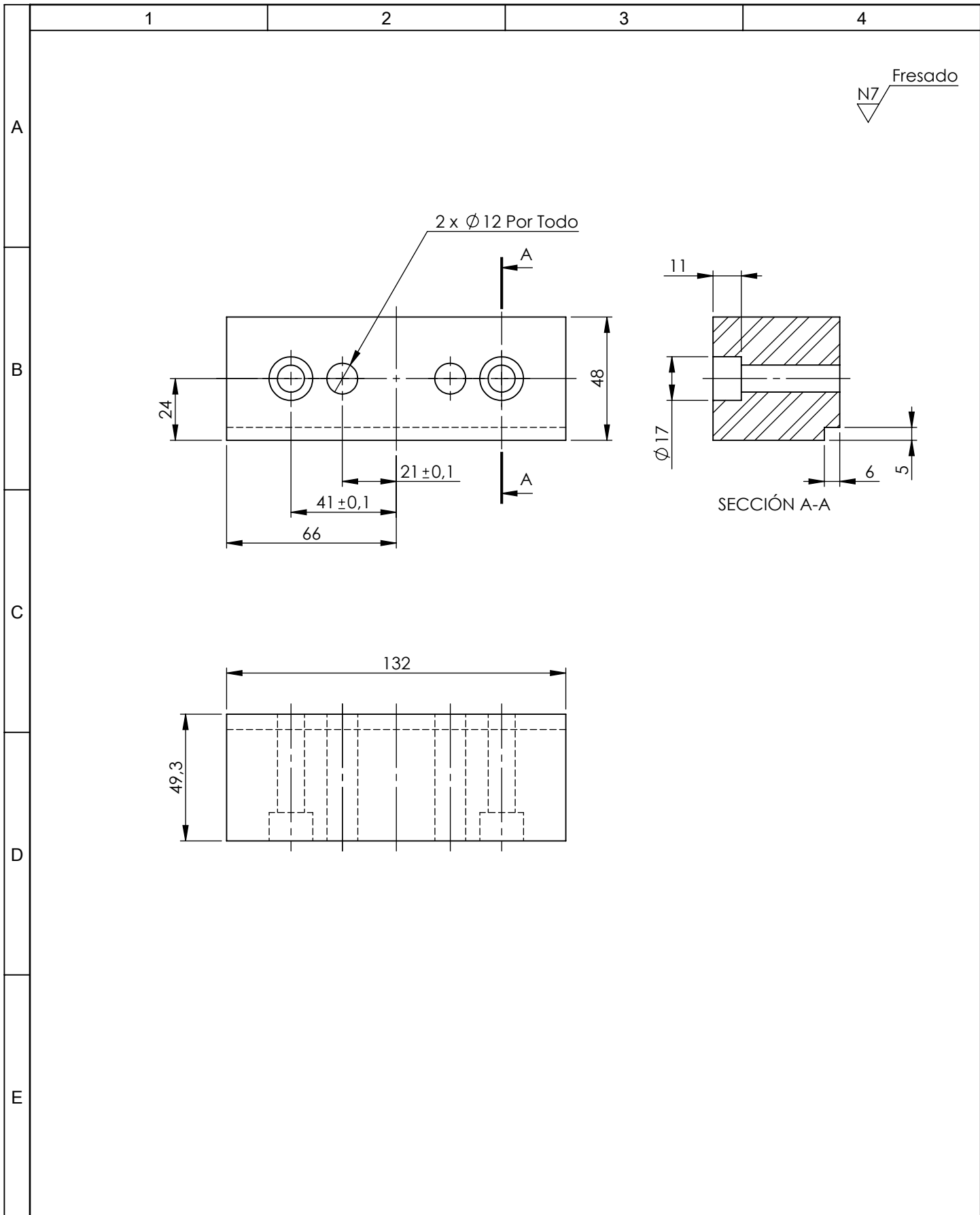
D

E

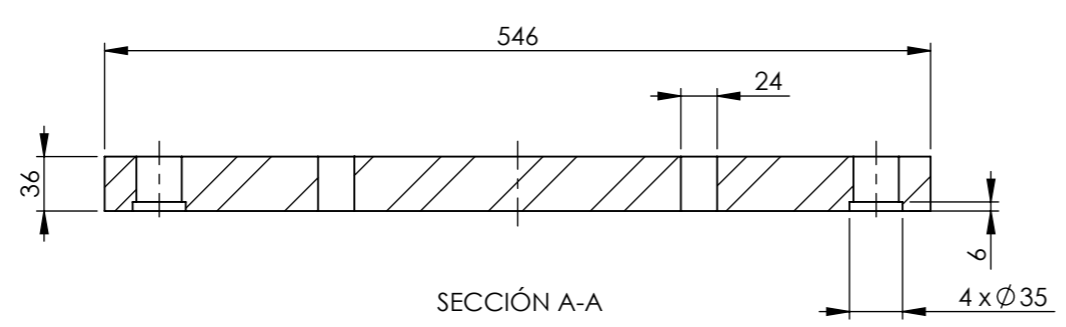
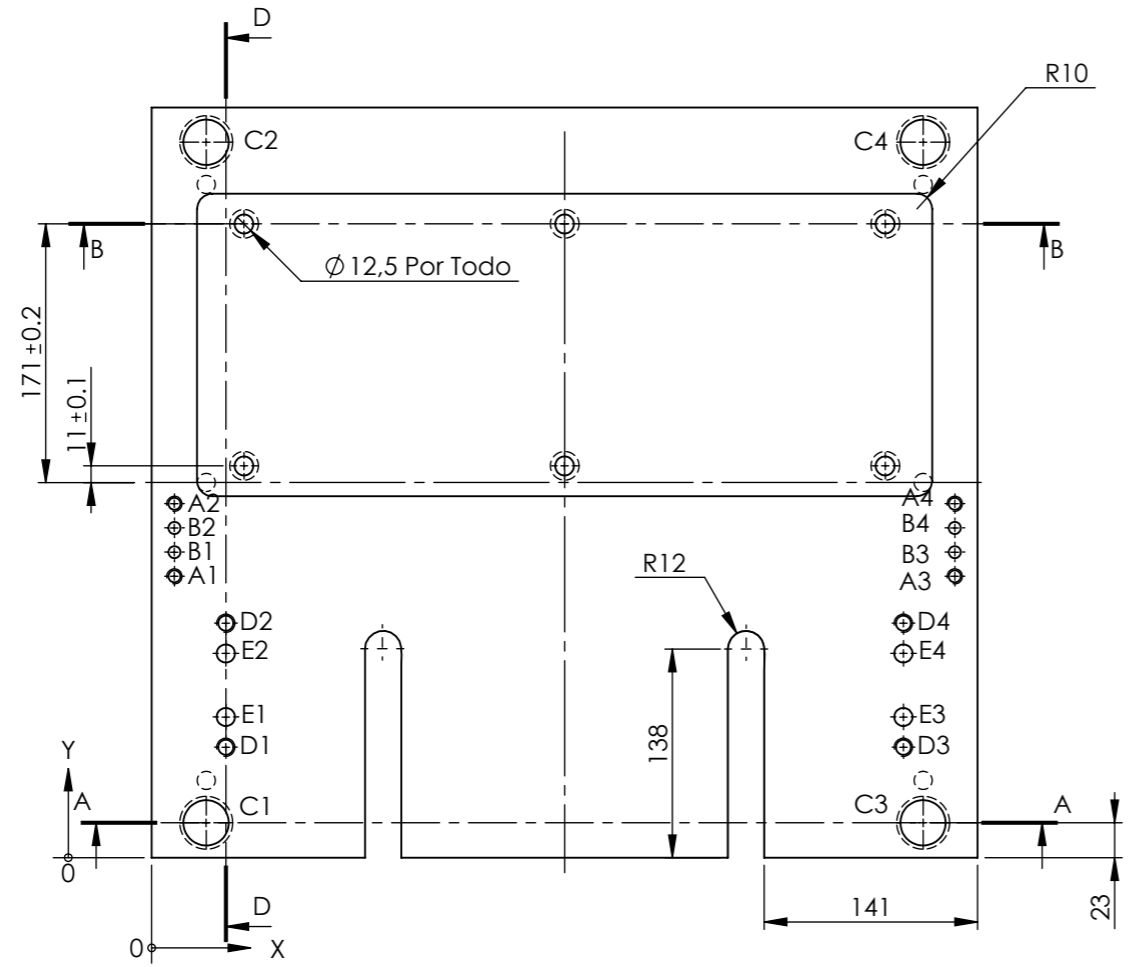
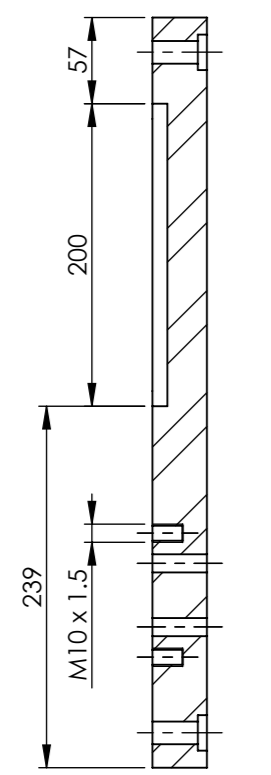
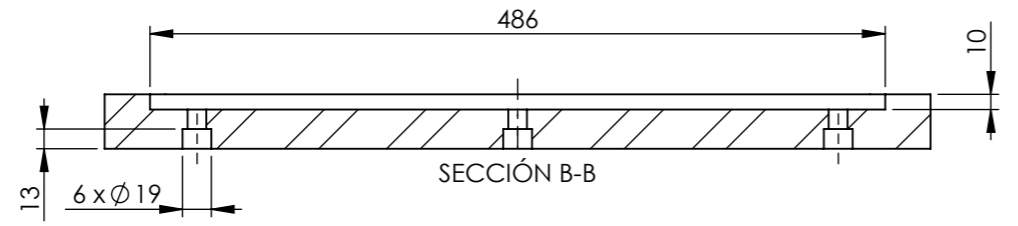


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.79 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	GUÍA MOLDE	1:2
				UTA			
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



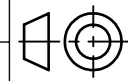


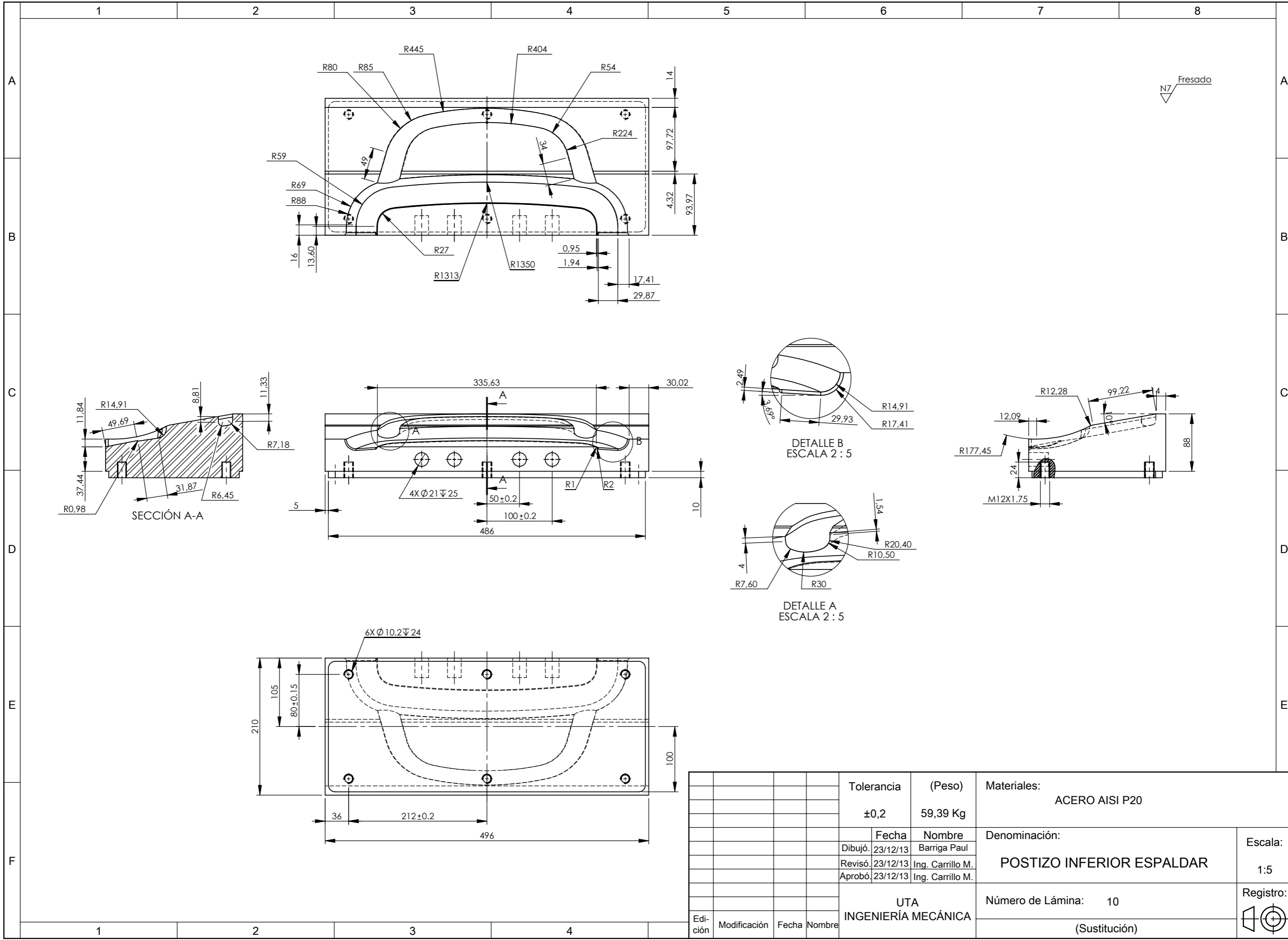
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO AISI 1015	
				$\pm 0,1$	2,25 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: REGLETA GUÍA	Escala: 1:2
			Dib.	23/12/13	Barriga Paul		
			Rev.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	15	186	Ø8 ∇ 16
A2	15	234	Ø8 ∇ 16
A3	531	186	Ø8 ∇ 16
A4	531	234	Ø8 ∇ 16
B1	15	202	Ø8 POR TODO
B2	15	218	Ø8 POR TODO
B3	531	202	Ø8 POR TODO
B4	531	218	Ø8 POR TODO
C1	36	23	Ø30
C2	36	473	Ø30
C3	510	23	Ø30
C4	510	473	Ø30
D1	49	73	Ø10 ∇ 20
D2	49	155	Ø10 ∇ 20
D3	497	73	Ø10 ∇ 20
D4	497	155	Ø10 ∇ 20
E1	49	93	Ø12 POR TODO
E2	49	135	Ø12 POR TODO
E3	497	93	Ø12 POR TODO
E4	497	135	Ø12 POR TODO

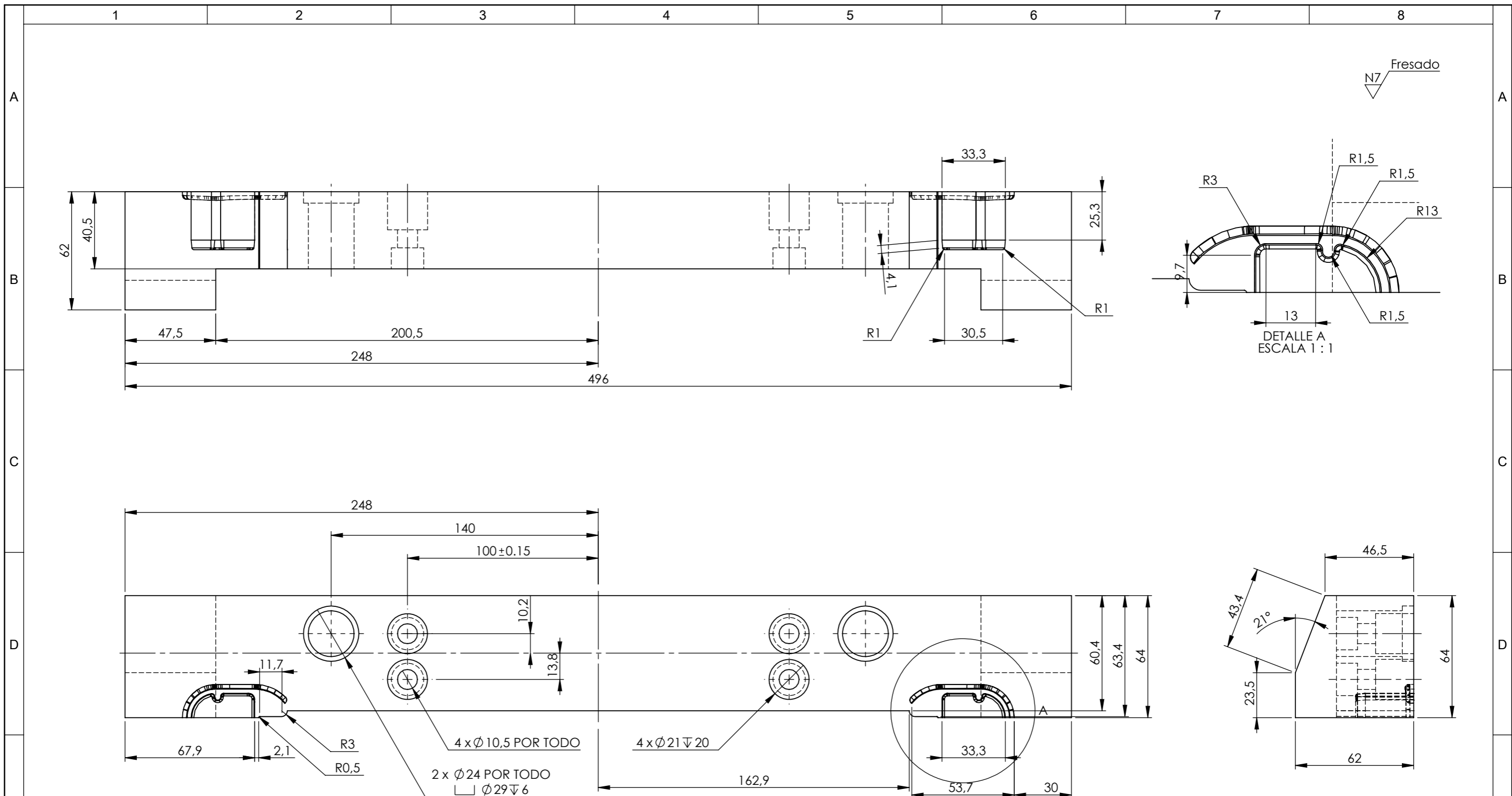
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	65,65 Kg	ACERO AISI 1015	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul	
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	
				UTA			Número de Lámina: 07
				INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Registro:
							(Sustitución)





N7 Fresado

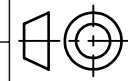
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	59,39 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	POSTIZO INFERIOR ESPALDAR	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:	
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5	
				UTA		Número de Lámina: 10	
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Registro:			

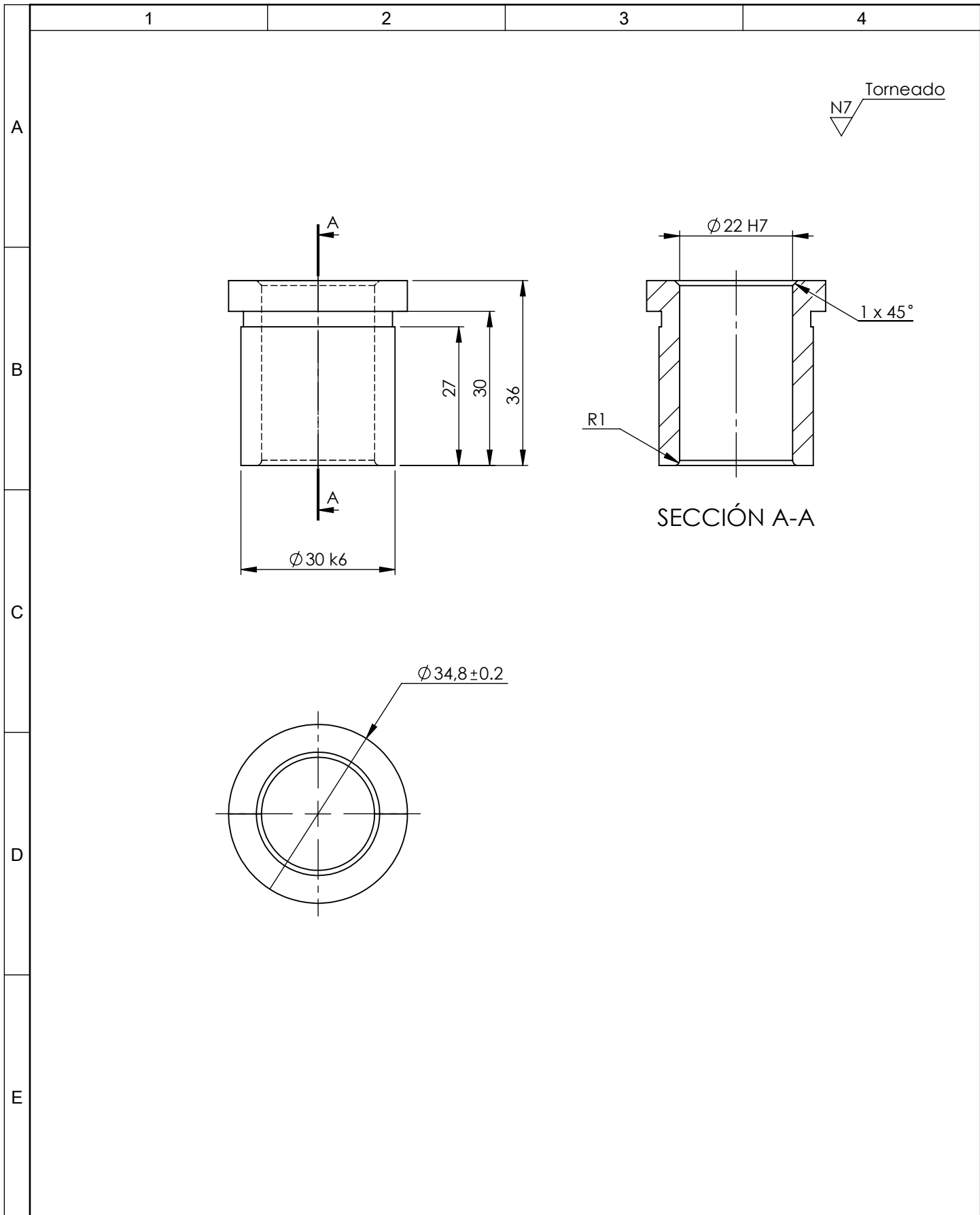


N7 Fresado

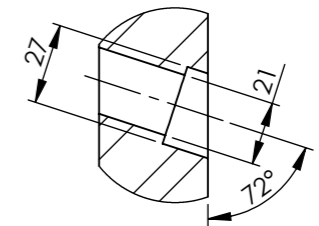
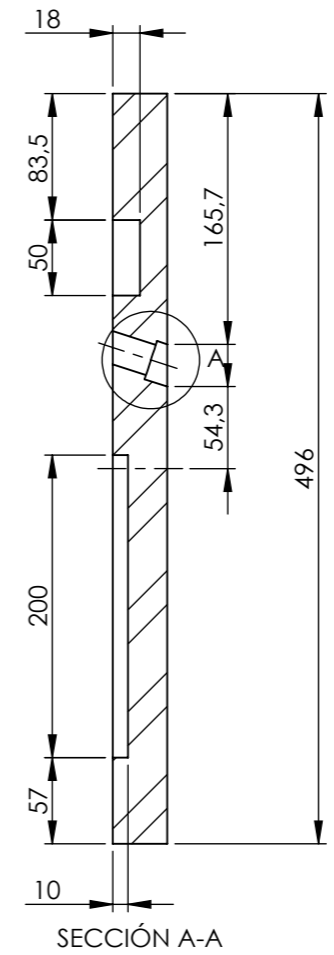
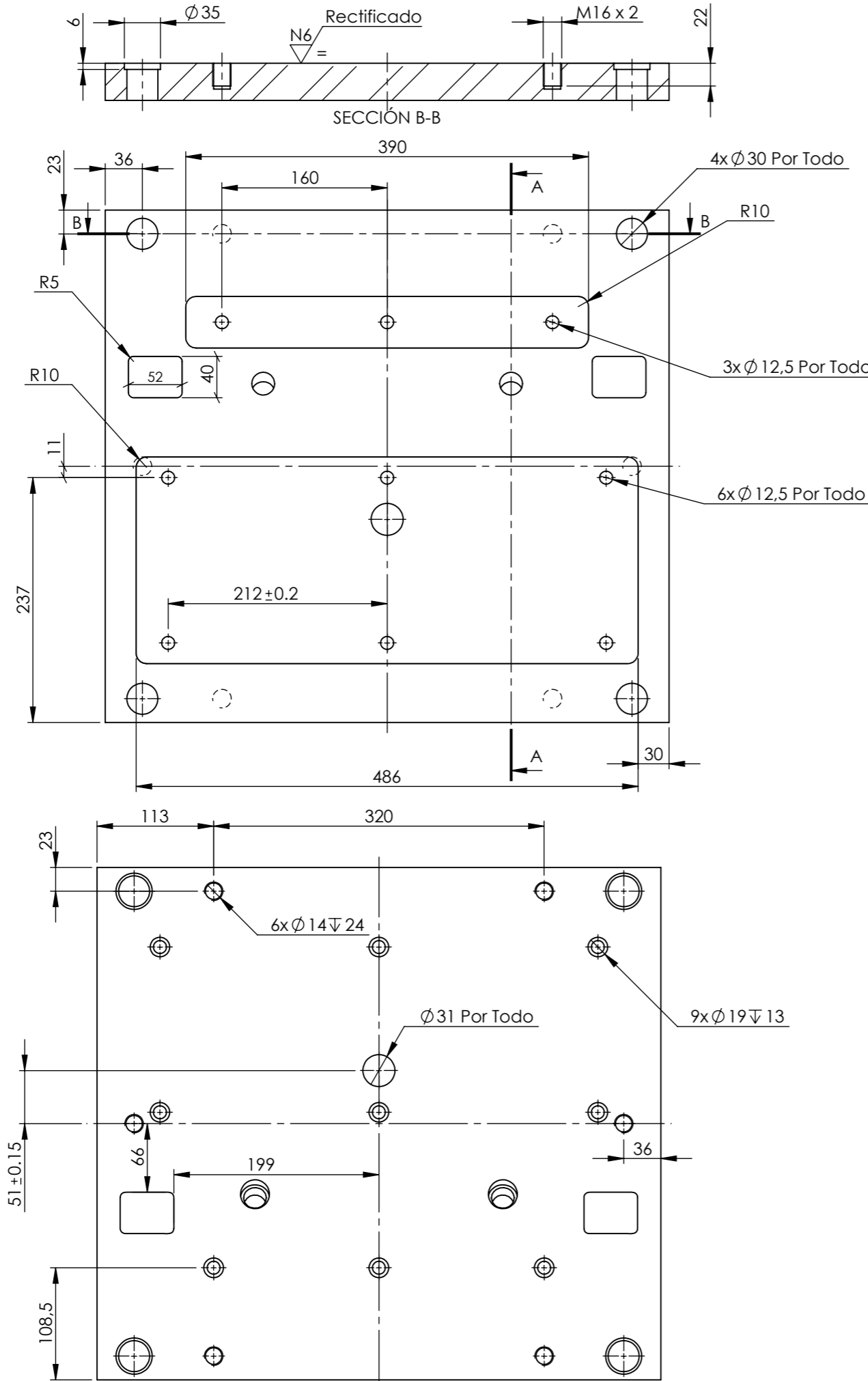
DETALLE A
ESCALA 1:1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	9,68 Kg	ACERO AISI P20	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	POSTIZO LATERAL SUPERIOR	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Escala:	
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:2	
				UTA		Escala:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		Número de Lámina: 11	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,2$	0,102 Kg	ACERO AISI 4340			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul			BUJE MOLDE	1:1
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.				
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.				
				UTA		Número de Lámina: 13	Registro:		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)			



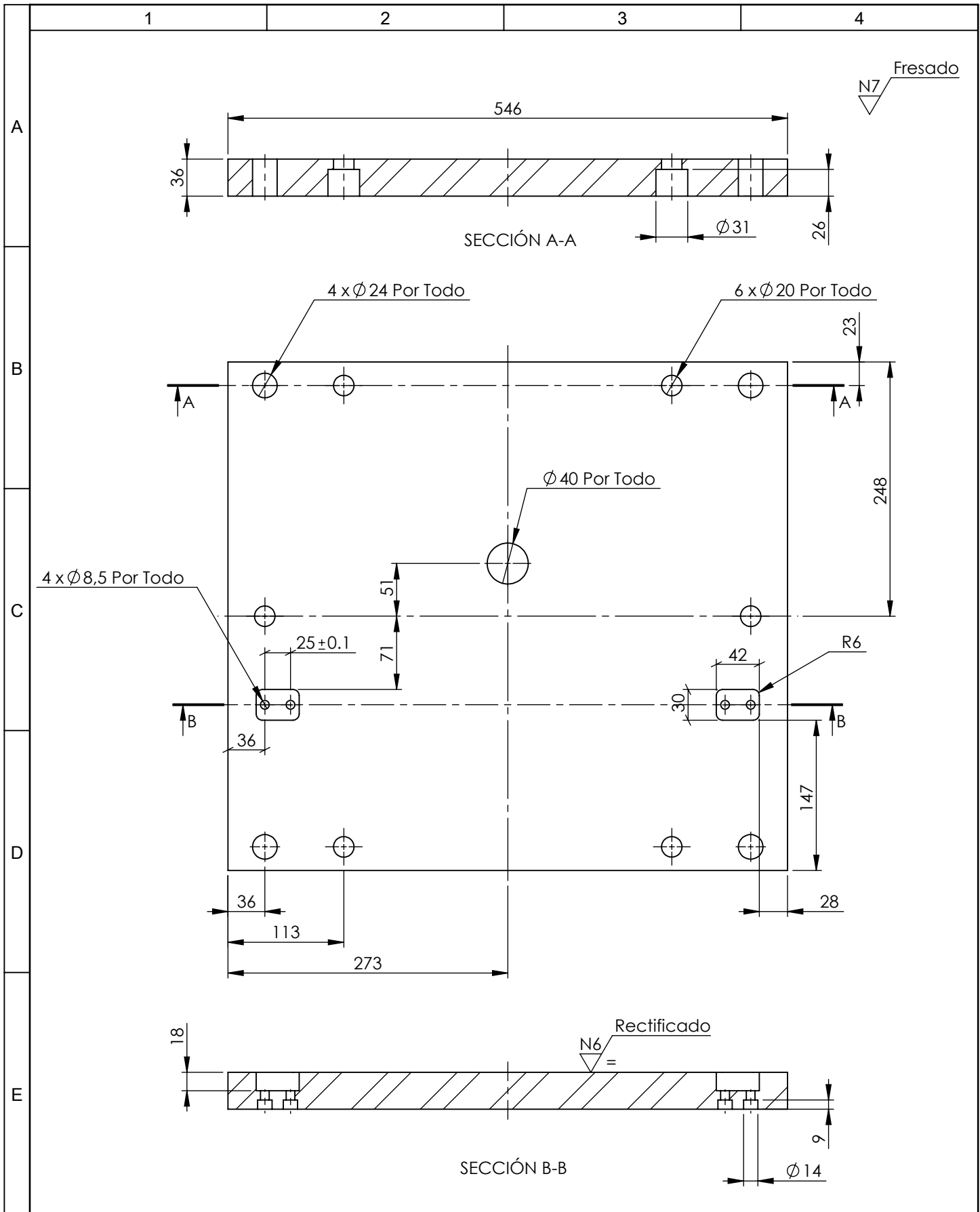
N7 Fresado

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,2	63,31 Kg	ACERO AISI 1015		
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul	PLACA PORTA HEMBRA	
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			Número de Lámina: 14	Registro:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	

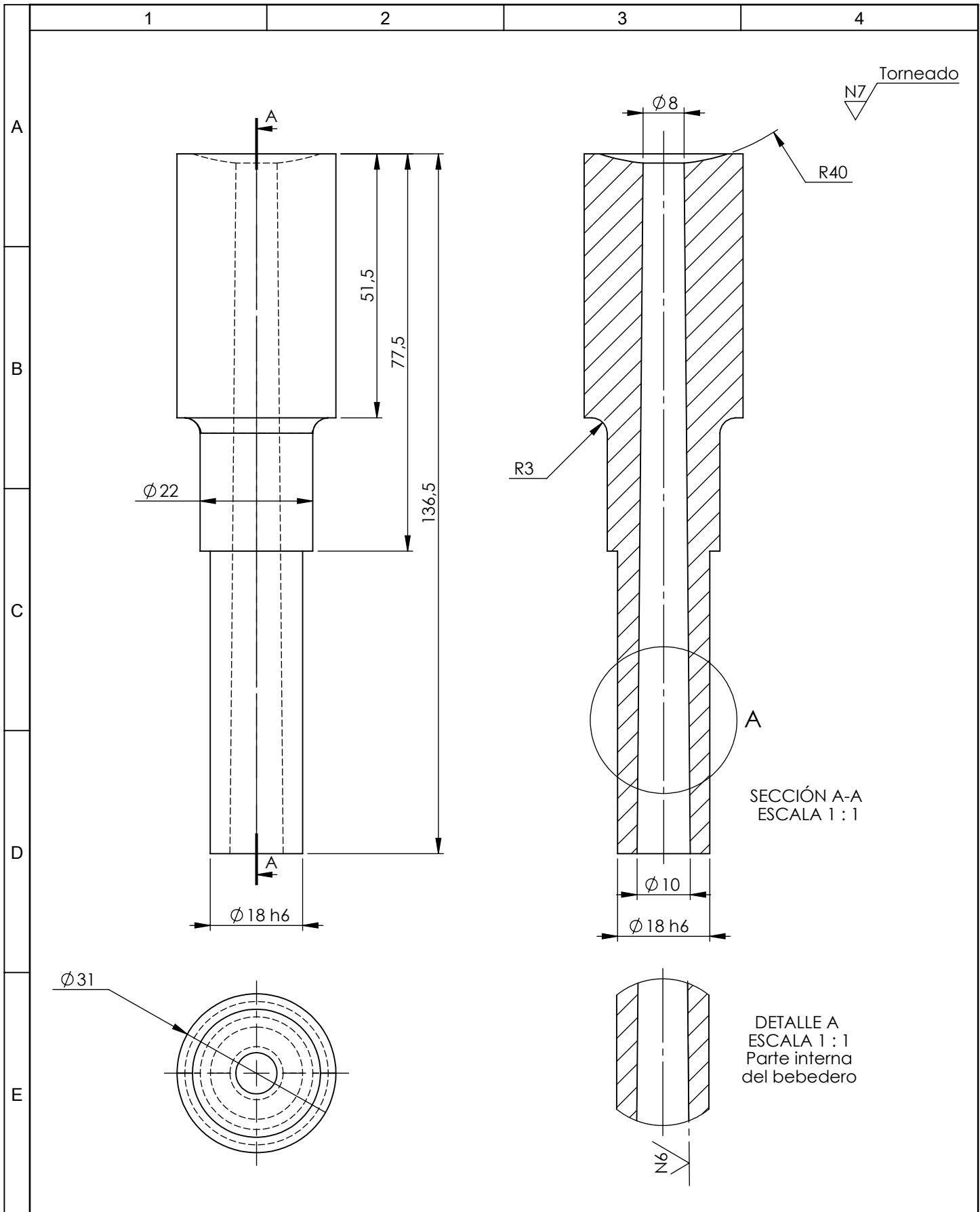
PLACA PORTA HEMBRA

Escala:
1:5





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	74.19 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA SUPERIOR	1:5
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 15	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0,43 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:1
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Número de Lámina: 16			
				(Sustitución)			

1

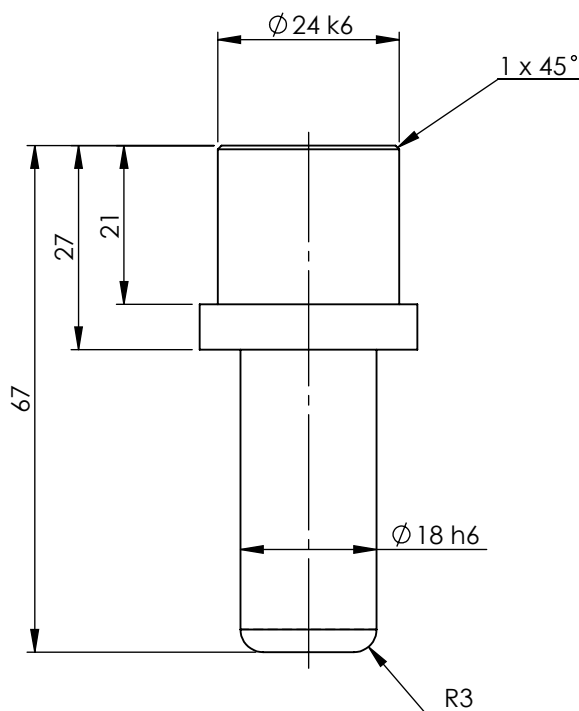
2

3

4

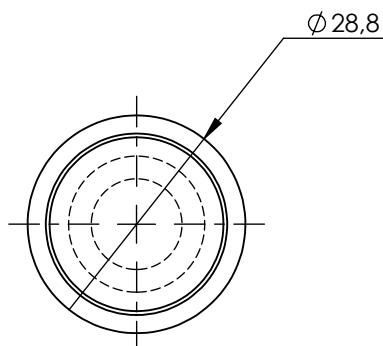
A

B



C

D



E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,01	0,18 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:1
				UTA		Número de Lámina: 20	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

1

2

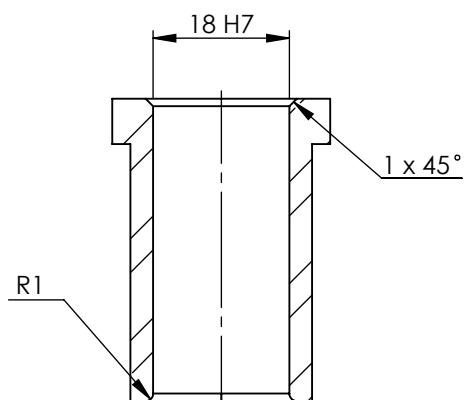
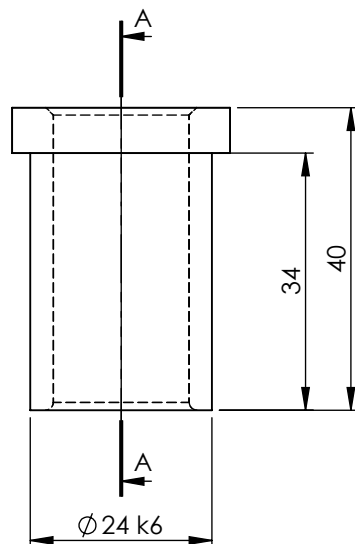
3

4

A

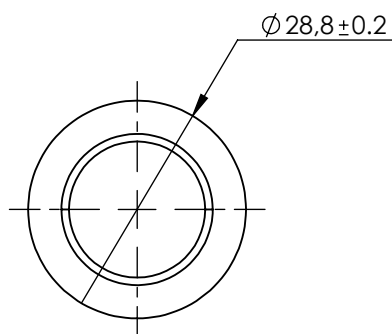
N7 Torneado

B



SECCIÓN A-A

C



D

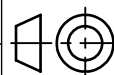
E

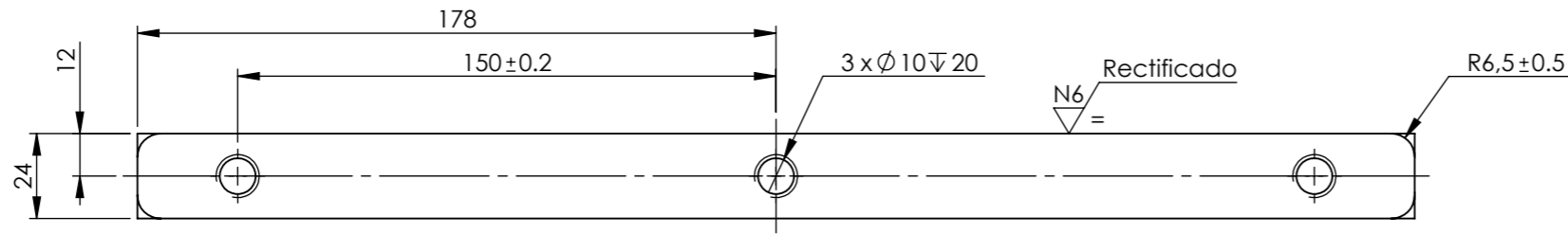
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	0,071 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	Número de Lámina: 21	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA INGENIERÍA MECÁNICA			

BUJE CARRO

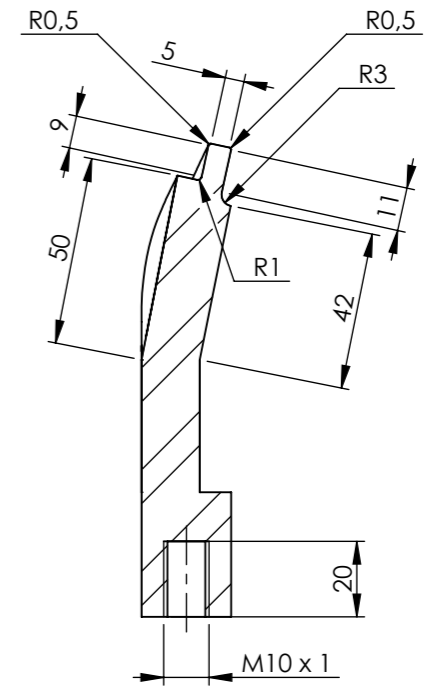
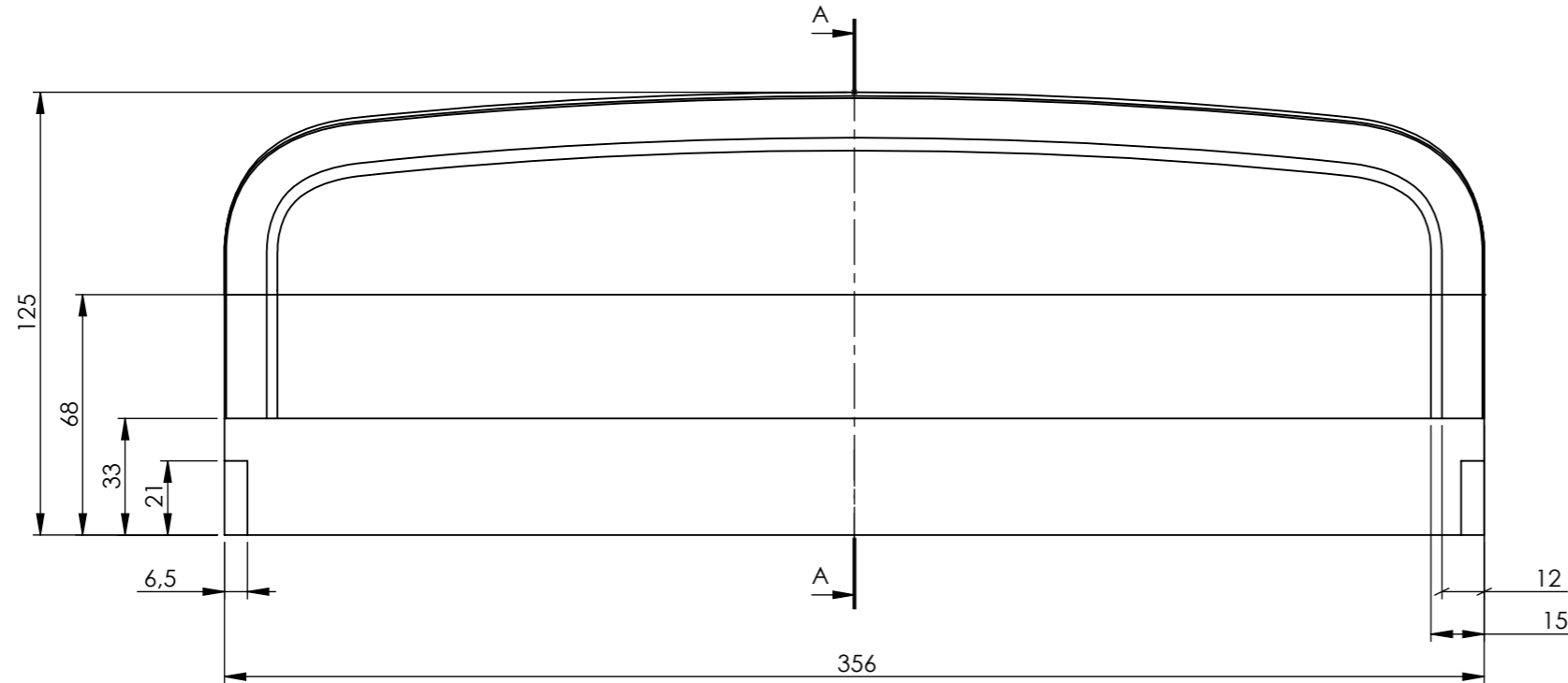
1:1

Registro:



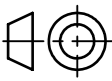


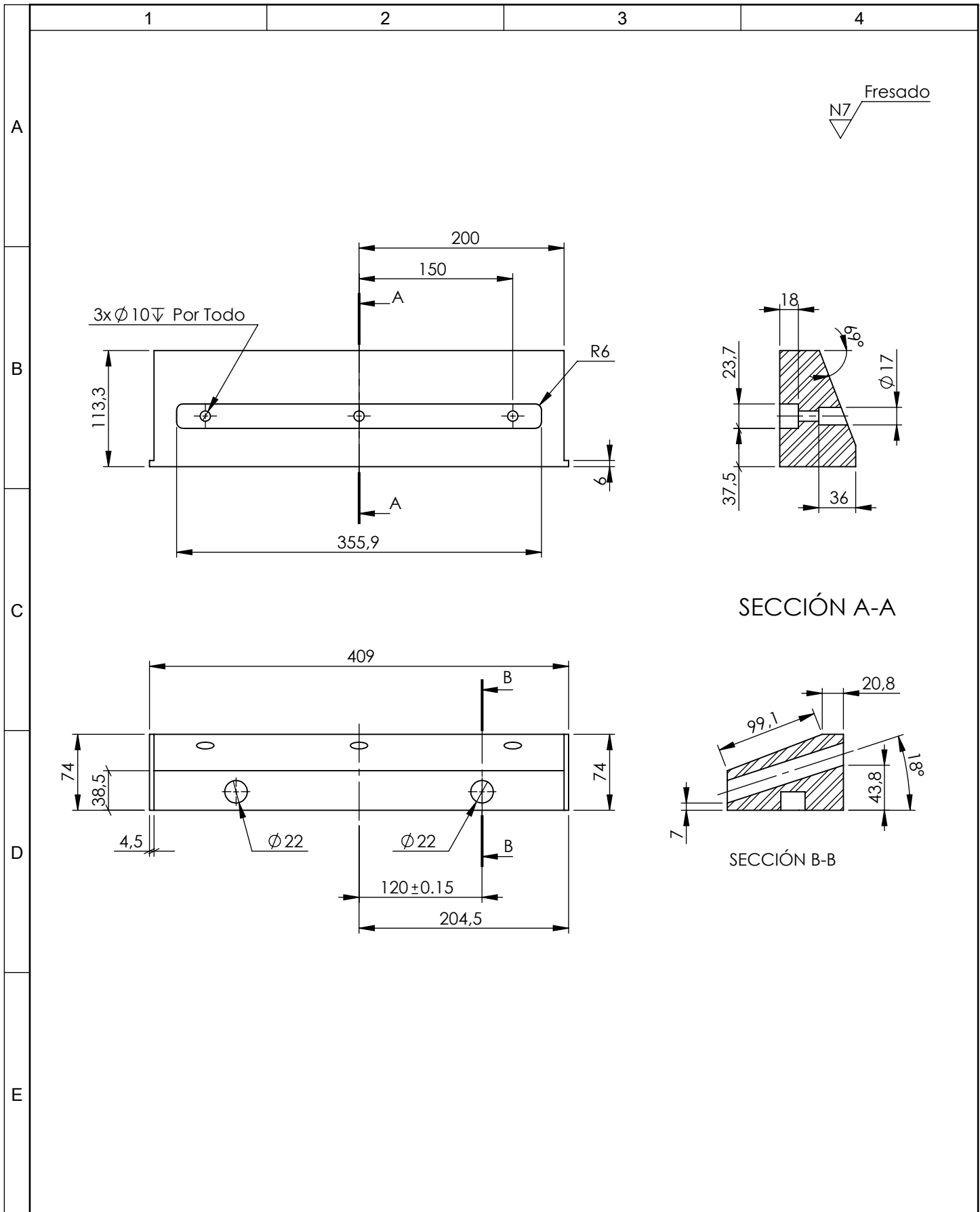
N7 Fresado



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2
Sección transversal
parte media del postizo

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,2	5,51 Kg	ACERO AISI P20		
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			Número de Lámina: 25	Escala: 1:2
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Registro:	



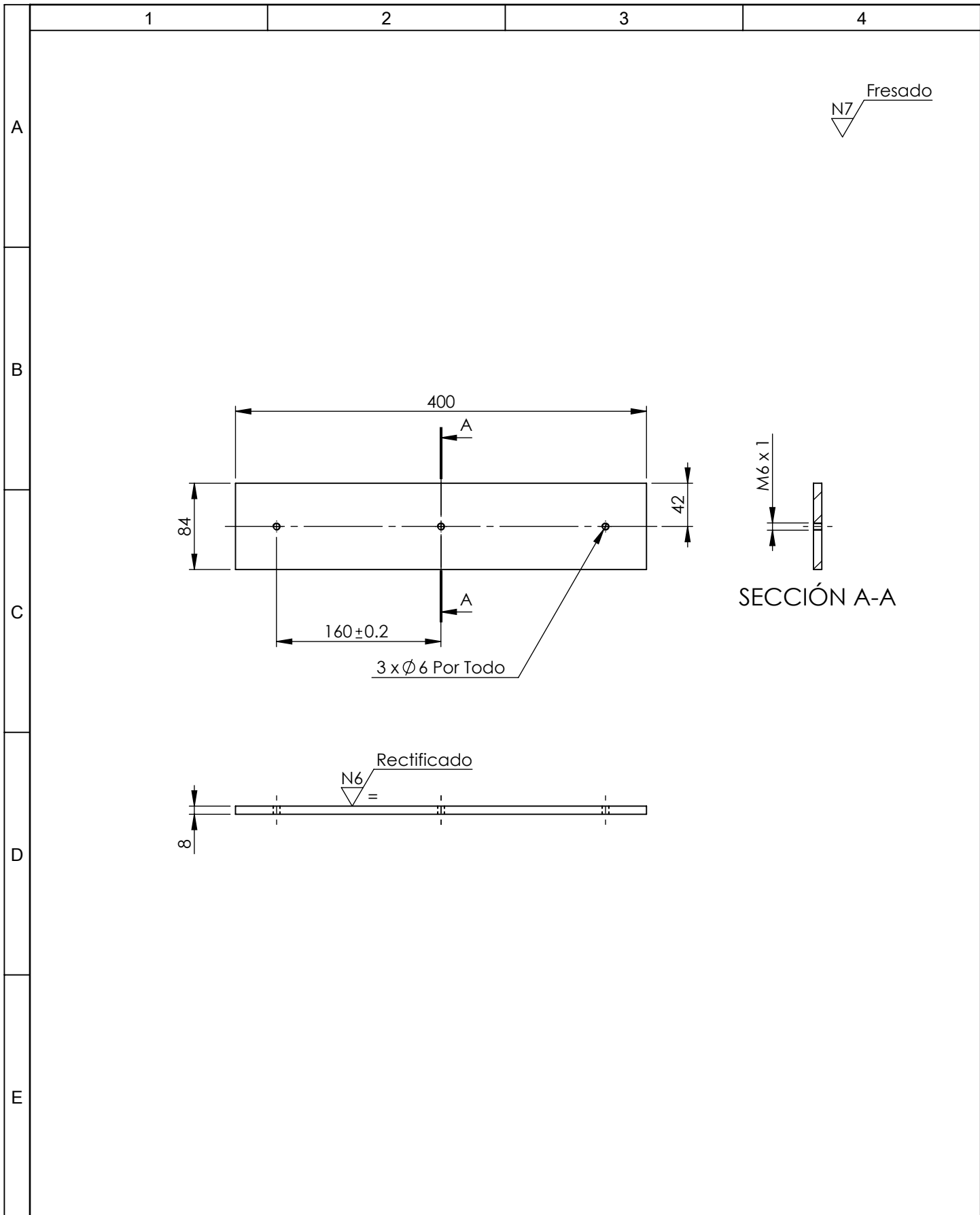


N7 Fresado

SECCIÓN A-A

SECCIÓN B-B

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	19.21 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	CARRO CENTRAL	
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina:	26
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Registro:	
						Escala:	1:5



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	2,1 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA TEMPLADA CUÑA GRANDE	1:5
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número de Lámina: 28	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

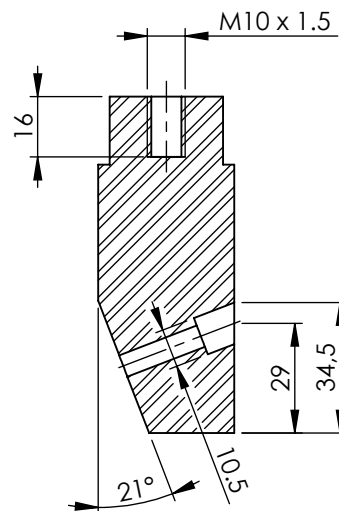
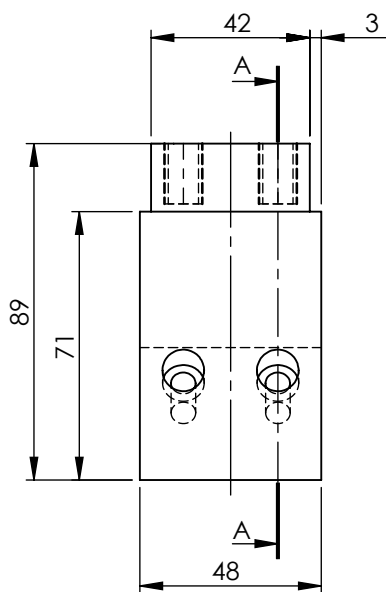
3

4

A

N7 Fresado

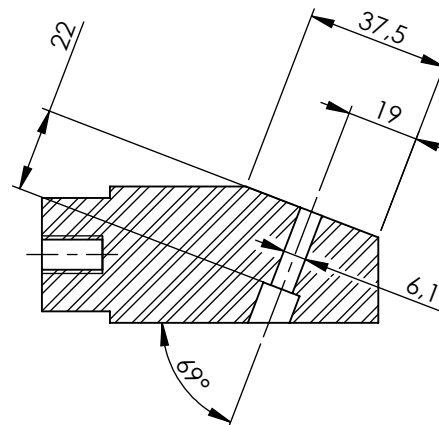
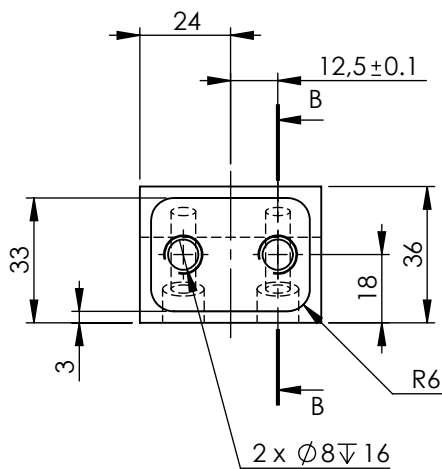
B



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

C

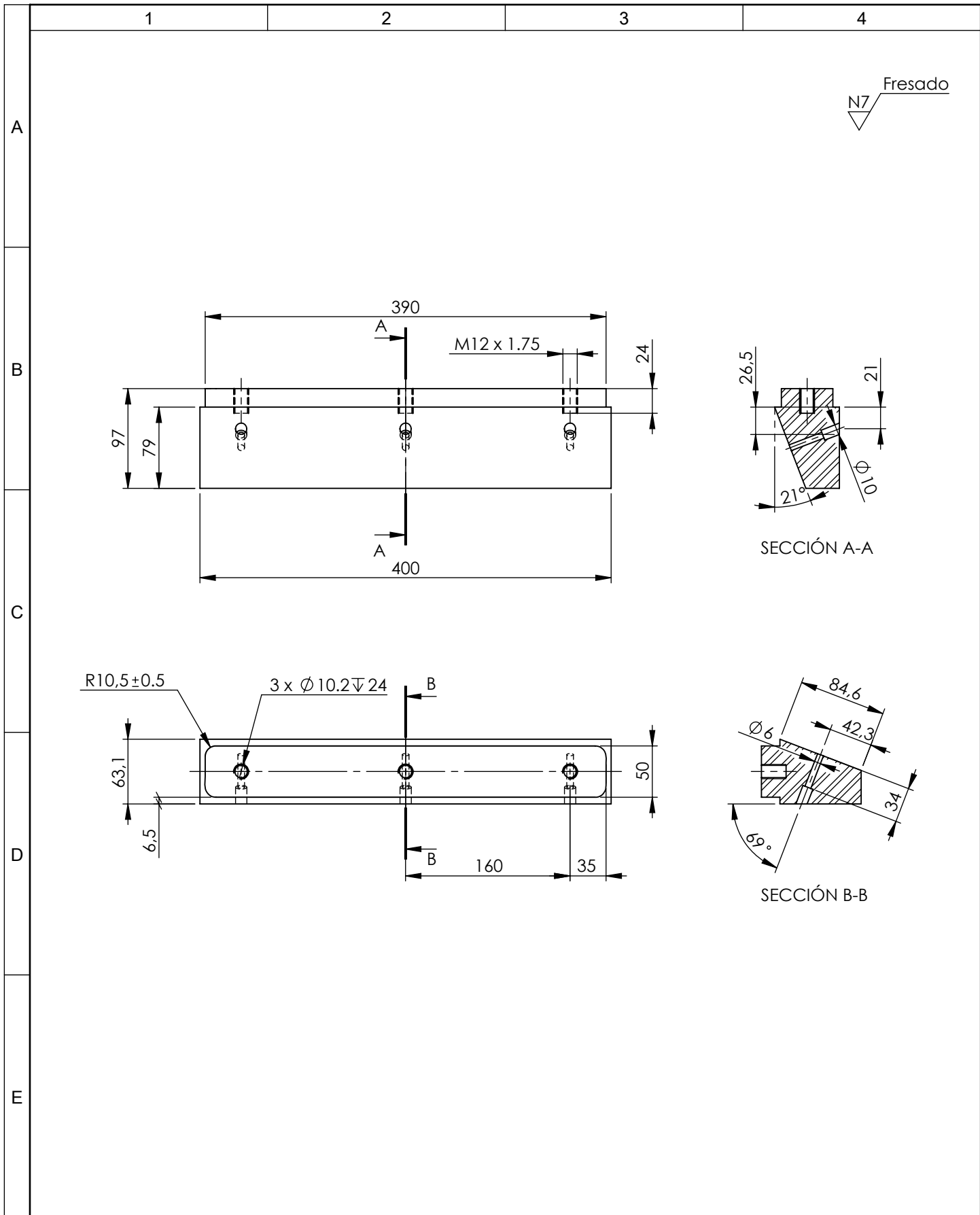
D



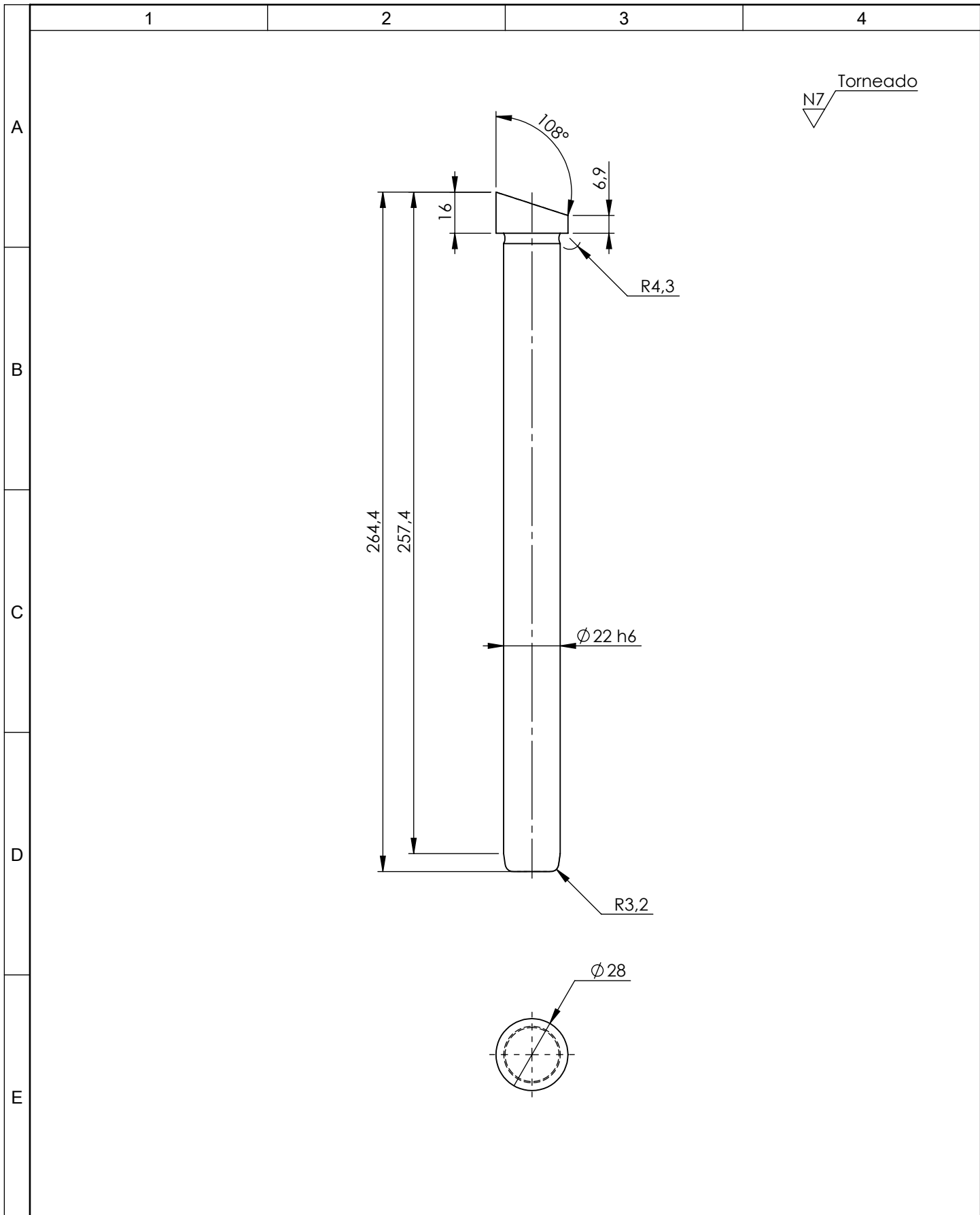
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

E

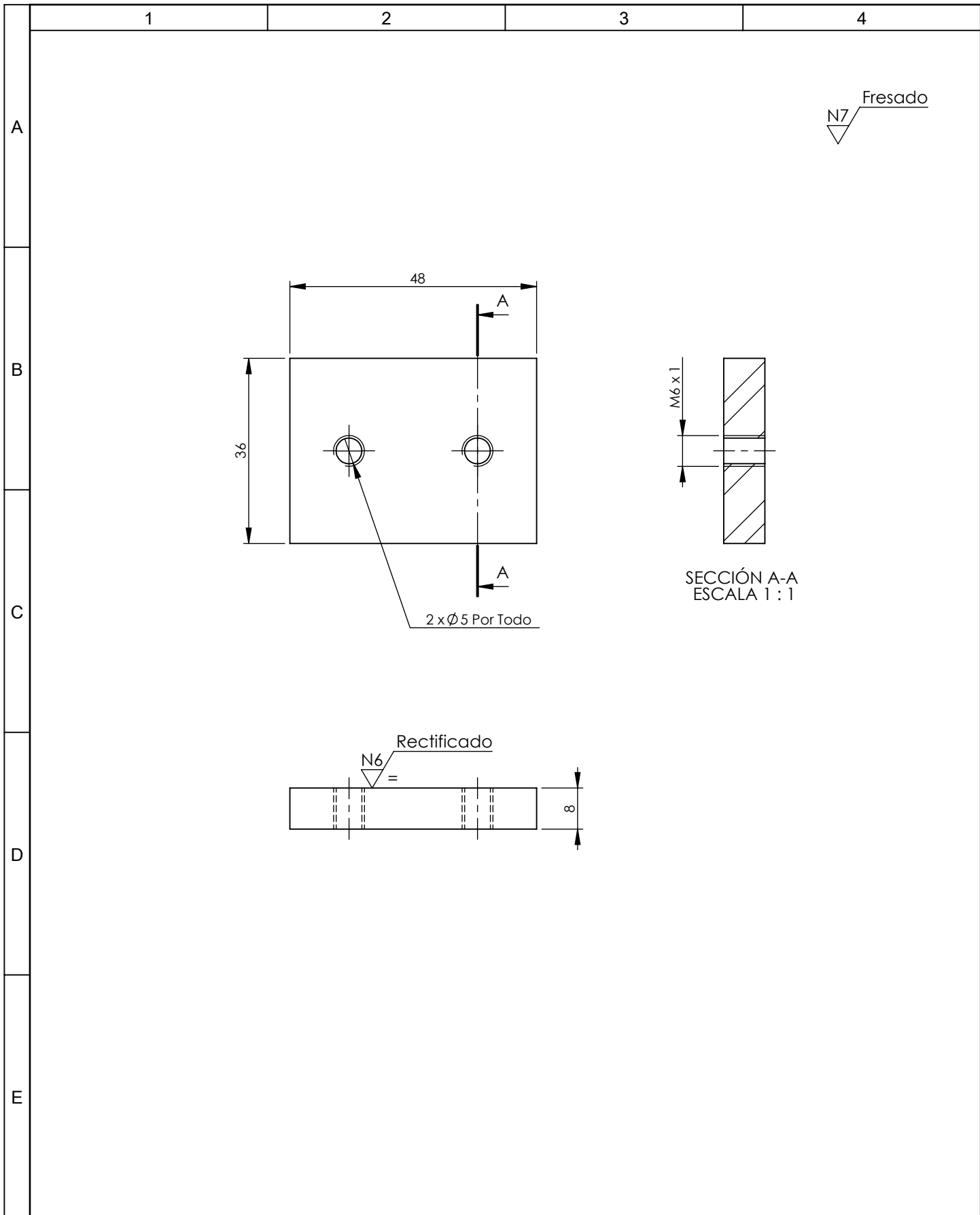
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	1,01 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	CUÑA PEQUEÑA	1:2
				UTA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	14,53 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:5
				UTA		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		31	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,01	0,79 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó.	23/12/13	Barriga Paul		
			Revisó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó.	23/12/13	Ing. Carrillo M.	1:1
				UTA		Número de Lámina: 32	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,10 Kg	ACERO AISI 4340	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	PLACA TEMPLADA CUÑA PEQUEÑA	1:1
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 33	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

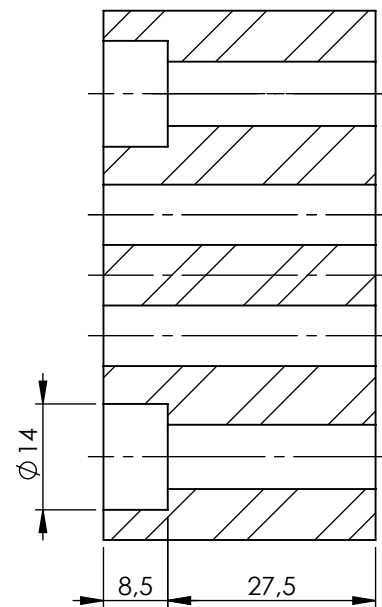
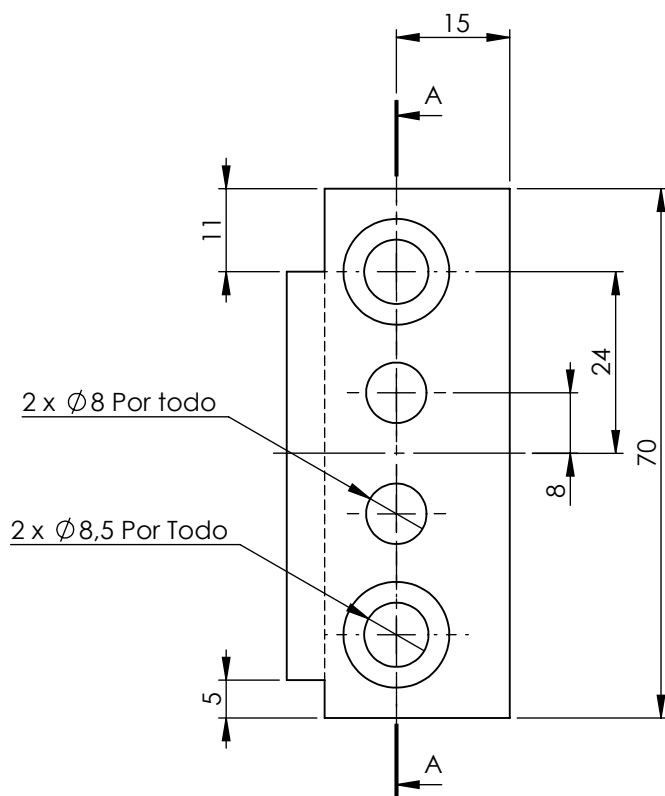
3

4

A

N7 Fresado

B

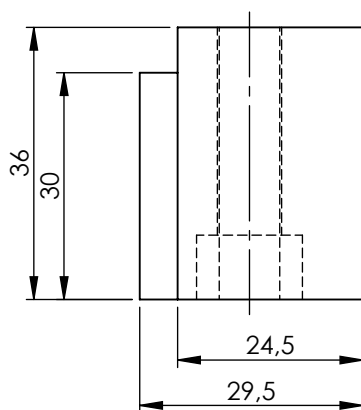


SECCIÓN A-A

C

D

E



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,47 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul	REGLETA IZQUIERDA - DERECHA	1:1
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número de Lámina: 35	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

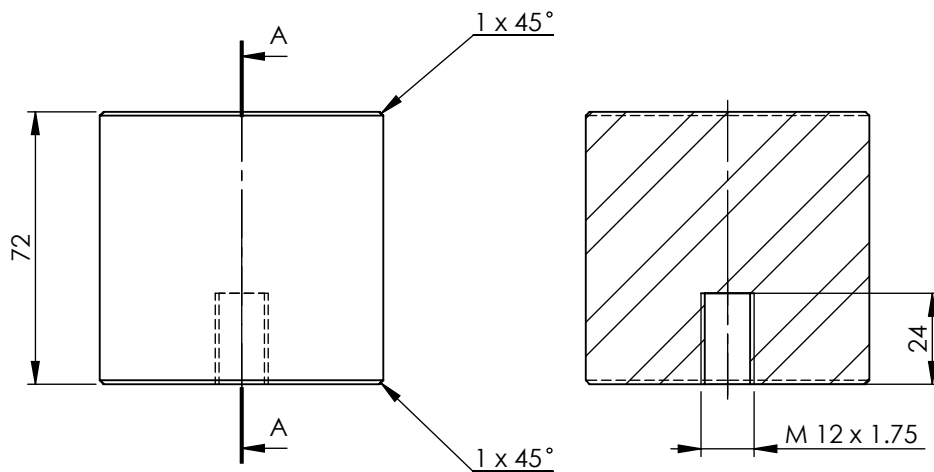
3

4

A

N7 Torneado

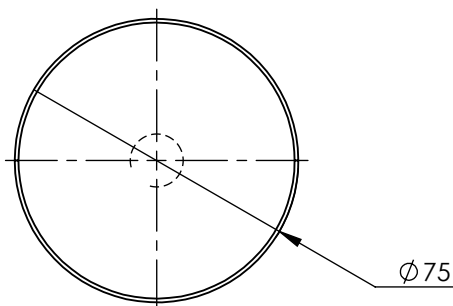
B



C

SECCIÓN A-A

D



E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2,48 Kg	ACERO AISI 1015	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó. 23/12/13	Barriga Paul		
				Revisó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.		
				Aprobó. 23/12/13	Ing. Carrillo M.	TOCHO	1:1
				UTA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	