

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica



**“IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN
CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES
DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA”**

Tesis presentada por los bachilleres:

KENDALL FOLMER, Victor Alejandro

RODRIGUEZ PAYALICH, Olger Alexander

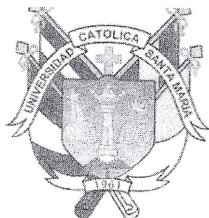
para optar por el Título Profesional de:

Ingeniero Mecánico

ASESOR: Mgter. CARPIO RIVERA, Marco Antonio

AREQUIPA, PERÚ

2017



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado 1350

Arequipa - Perú

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

SE NOMBRA DICTAMINADOR DE BORRADOR DE TESIS

DECRETO N°019-DEPIMMEM-2017

Arequipa, 29 de Noviembre 2017

Visto el expediente N°170053524 presentado por el (la) (los) Bachiller(s) Sr(ita) **KENDALL FOLMER, Víctor y RODRIGUEZ PAYALICH, Olger Alexander** de acuerdo el informe emitido por los dictaminadores del Plan de Tesis: Ings. **CARPIO RIVERA MARCO ANTONIO y CACERES NUÑEZ AUGUSTO** el informe presentado por el Asesor de Tesis: **CARPIO RIVERA MARCO**, Estando de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales.

Dictaminadores del Plan de Tesis, documento que presenta el (la) (los) señor (ita) (es) Bachiller: **KENDALL FOLMER, Víctor y RODRIGUEZ PAYALICH, Olger Alexander** estando conforme con lo informado por el Jurado Dictaminador del Plan de Tesis, esta Dirección:

SE RESUELVE PRIMERO:


Designar al Jurado Dictaminador del Borrador de Tesis, presentado por el (la) señor (ita) **KENDALL FOLMER, Víctor y RODRIGUEZ PAYALICH, Olger Alexander** Bachiller (s): quien (es) pretende (n) optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico**, con la tesis titulada:

"IMPLEMENTACION DE ENSAYOS MECANICOS DE CARTON CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA"

SEGUNDO

Se nombra a los señores Docentes Ingenieros:

Ing. **MARCO CARPIO RIVERA** 

Ing. **AUGUSTO CACERES NUÑEZ** 

SEGUNDO:

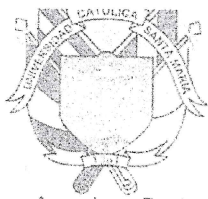
El Jurado Dictaminador elaborará el dictamen conjunto en el término de **VEINTE DÍAS** a partir de la fecha.

TERCERO

La Dirección y Secretaría de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica, se encargará del cumplimiento del presente.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA


Mgter. **MARCO ANTONIO CARPIO RIVERA**
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería
Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

“IMPLEMENTACION DE ENSAYOS MECANICOS DE CARTON CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA”

Presentado por el Bachiller:

KENDALL FOLMER, Víctor

RODRIGUEZ PAYALICH, Olger Alexander

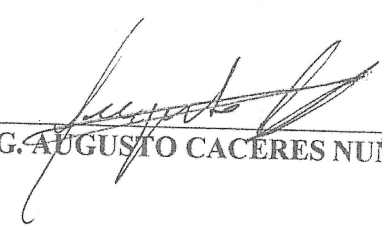
Nuestro **DICTAMEN** es:

Aprobado

OBSERVACIONES: sin observaciones

Arequipa, 07 diciembre 2017


ING. MARCO CARPIO RIVERA


ING. AUGUSTO CACERES NUÑEZ

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en cada paso que doy, haberme permitido llegar hasta este punto y poner en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía; a mis padres Elizabeth y Felipe por su incondicional ayuda, amor y confianza; a mi novia Angie por acompañarme, escucharme y alentarme a continuar en los momentos más críticos; a mis tíos, muy en especial a mi tía Doris y a mi tío Reynaldo por su preocupación y estímulo constante; a mis primos Rodrigo y Bernardo para que vean en mi un ejemplo a seguir; a mis amigos Carlos, Jean y Jorge por todo su apoyo y compañía; y a Olger, con quien pese a nuestras diferencias, fue posible la realización de este proyecto.

Victor Kengdall Folmer

Dedico principalmente este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre; por ser el pilar más importante en mi vida quien me enseñó a valorar los resultados de un gran esfuerzo y ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores ¡Te amo mucho!; A mi padre; quien confió en mí en todo momento con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional; A mi hermana, por estar conmigo en las buenas y en las malas por sus consejos y apoyarme siempre; A mis abuelos, que fueron una parte esencial en mi formación, en mi educación y valores como persona en especial a mi Papá abuelo; A mi familia, en especial a mi tía Zoilita, tío Darío, tía Isabelita, Tía Blanca, Tío Claudio, Tía Adela y mi Tío Juan que han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional ; A mis primos, por sus constantes oraciones y fortalecer mi espíritu; A mi primo Yordi, que ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo; A mis amigos Alfredo, Diego, Rubén, y Gian por compartir alegrías y tropiezos de los cuales salimos triunfadores; A mis compañeros, agradezco su amistad, apoyo y ánimos en mi carrera profesional; A mi amigo, Víctor por haber logrado nuestro gran objetivo con mucha perseverancia; A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo a si como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Olger Rodriguez Payalich

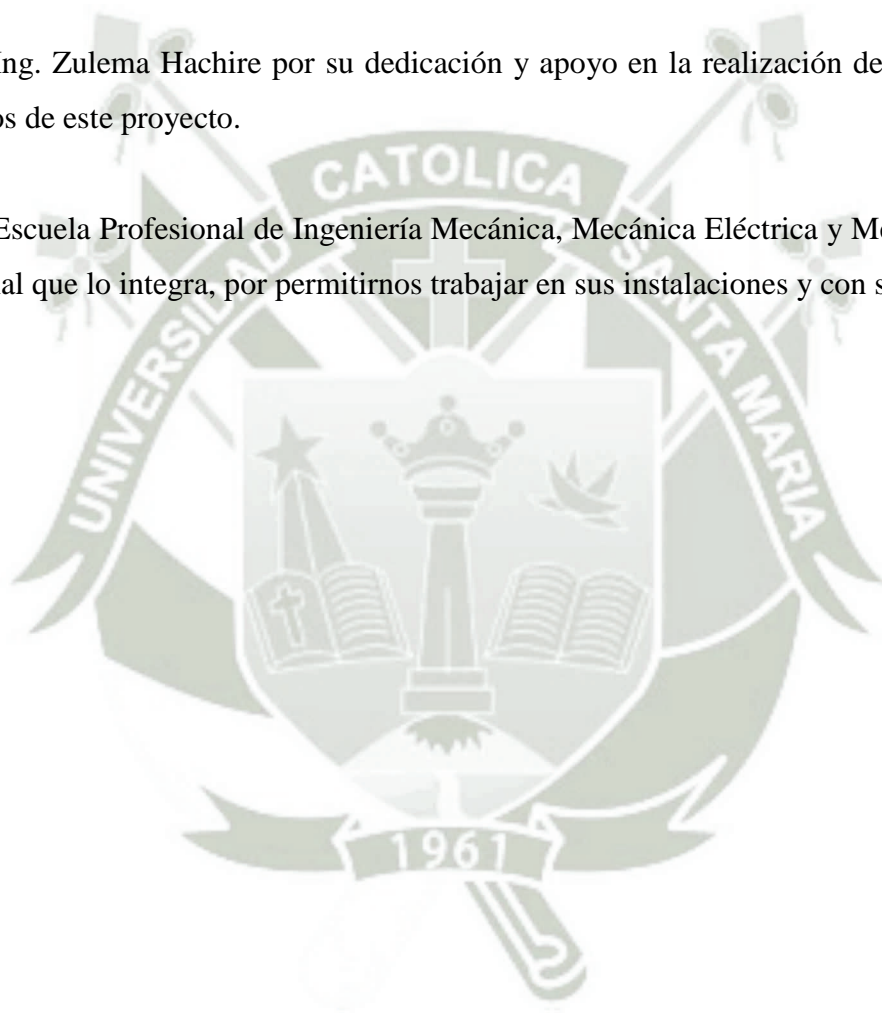
AGRADECIMIENTOS

Mgter. Marco Carpio, por el planteamiento del presente proyecto, su confianza, su atenta asesoría y dirección a lo largo de su desarrollo.

PhD. Hermann Alcázar, por su valiosa guía, sus numerosas aportaciones, así como su dirección y confianza al permitirnos ser parte de su equipo de trabajo.

Ing. Zulema Hachire por su dedicación y apoyo en la realización de los diferentes ensayos de este proyecto.

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica y al personal que lo integra, por permitirnos trabajar en sus instalaciones y con sus equipos.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
GLOSARIO/ ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
Capítulo 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.2.1. Objetivo General	1
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. ALCANCES	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	2
Capítulo 2 MARCO TEÓRICO	3
2.1. CARTÓN	3
2.1.1. Orígenes del Papel y el Cartón	3
2.1.2. Proceso de Fabricación del Papel y el Cartón	3
2.2. CARTÓN CORRUGADO	6
2.2.1. Componentes del Cartón Corrugado	6
2.2.2. Tipos de Cartón Corrugado	8
2.2.3. Fabricación del Cartón Corrugado	10
2.2.4. Características y Propiedades del Cartón Corrugado	11
2.3. ENSAYOS DEL CARTÓN CORRUGADO	12
2.4. TROQUELADORA	21
2.4.1. Tipos de Troqueladora	22
2.5. ENSAYOS/ACCESORIOS A IMPLEMENTAR	23
2.5.1. Edgewise Crush Test	24
2.5.2. Flat Crush Test	24

2.5.3.	Pin Adhesion Test.....	25
2.5.4.	Ring Crush Test.....	25
2.5.5.	Troqueladora	26
Capítulo 3	FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA Y ACCESORIOS	27
3.1.	EDGEWISE CRUSH TEST (ECT)	27
3.1.1.	Procedimiento de Fabricación del accesorio para el ECT.....	28
3.2.	PIN ADHESION TEST (PAT).....	30
3.2.1.	Procedimiento de Fabricación del accesorio para el PAT	32
3.2.2.	Procedimiento de montaje del accesorio para el PAT.....	35
3.3.	RING CRUSH TEST (RCT)	36
3.3.1.	Procedimiento de Fabricación del accesorio para el RCT.....	37
3.4.	FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA.....	41
3.4.1.	Mandíbula.....	45
3.4.2.	Quijada	48
3.4.3.	Pin de la Articulación Principal	52
3.4.4.	Palanca de Accionamiento.....	53
3.4.5.	Platinas Accionadoras.....	54
3.4.6.	Porta Cuchillas Circular.....	55
3.4.7.	Porta Cuchillas Rectangular	56
3.4.8.	Placas Receptoras.....	59
3.4.9.	Cuchillas De Corte Rectangular.....	60
3.4.10.	Cuchillas Circulares.....	61
3.4.11.	Pines Sujetadores.....	63
3.4.12.	Gomas de Apoyo.....	63
3.4.13.	Troqueladora ensamblada y pintada.....	64
Capítulo 4	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE ENSAYOS MECANICOS.....	70
4.1.	EDGEWISE CRUSH TEST (ECT).....	70
4.2.	FLAT CRUSH TEST (FCT)	81
4.3.	PIN ADHESION TEST (PAT).....	97
4.4.	RING CRUSH TEST (RCT)	107
	CONCLUSIONES	118
	RECOMENDACIONES.....	121
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123

ANEXOS.....	125
ANEXO A: PLANOS	126
ANEXO A - 1: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA	126
ANEXO A - 2: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS REQUERIDOS POR EL ENSAYO ECT.....	127
ANEXO A - 3: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS REQUERIDOS POR EL ENSAYO PAT	128
ANEXO A - 4: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS REQUERIDOS POR EL ENSAYO RCT	129
ANEXO B: MANUAL DE ENSAMBLE Y OPERACIÓN DE LA TROQUELADORA	130
ANEXO C: MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS	122
ANEXO C - 1: MÁQUINAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN	123
ANEXO C - 2: EQUIPOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN	126
ANEXO C - 3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN	127
ANEXO C - 4: MISCELÁNEOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN	133
ANEXO C - 5: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN	135
ANEXO C - 6: EQUIPOS Y MÁQUINAS A UTILIZAR EN EL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	136
ANEXO D: FICHAS TÉCNICAS.....	137
ANEXO D - 1: FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA FRESADORA UNIVERSAL X8130.....	138
ANEXO D - 2: FICHA TÉCNICA DE LA ESMERILADORA DOBLE GSM 200.....	139
ANEXO D - 3: FICHA TÉCNICA DEL TALADRO DE COLUMNA MARCA IBARMIA MODELO A 50	140
ANEXO D - 4: FICHA TECNICA DEL TALADRO DE COLUMNA MARCA IBARMIA MODELO EZS-18	141
ANEXO D - 5: FICHA TECNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA TORNO UNIVERSAL MARCA REXON C0632A	142
ANEXO D - 6: FICHA TECNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA TORNO UNIVERSAL PARALELO MARCA ARIES MODELO CS6250B2000	143

ANEXO D – 7:	FICHA TECNICA DE LA AMOLADORA RECTA BOSH GGS 28 LC.....	144
ANEXO D – 8:	FICHA TECNICA DEL COMPRESOR DE AIRE QUALITAS WD 30100B BICILÍNDRICO.....	145
ANEXO D – 9:	FICHA TECNICA DE LA AMOLADORA ANGULAR GWS 26-180 LVI.....	146
ANEXO D – 10:	FICHA TECNICA DE LA MÁQUINA DE SOLDAR MIG/MAG LINCOLN 255 XT.....	147
ANEXO D – 11:	FICHA TECNICA DE PINTURA BASE ZINCROMATO MAESTRO	148
ANEXO D – 12:	FICHA TECNICA DE PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO INOX AISI 316	150
ANEXO D – 13:	FICHA TECNICA PLANCHAS GRUESAS LAC DE ACERO A36.....	152
ANEXO D – 14:	FICHA TECNICA DE BARRA REDONDA LISA SAE 1045.....	153
ANEXO D – 15:	FICHA TECNICA DE ANGULOS ESTRUCTURALES ASTM A36.....	154
ANEXO D – 16:	FICHA TECNICA VARILLA CIRCULAR DE ACERO INOXIDABLE 303.....	155
ANEXO D – 17:	FICHA TECNICA DE PLATINAS CALIDAD ASTM A36.....	157
ANEXO D – 18:	FICHA TECNICA DE CAUCHO NITRILO	158
ANEXO D – 19:	FICHA TECNICA PLACA DE PE-UHWM	159
ANEXO D – 20:	FICHA TECNICA DE ANILLO DE SEGURIDAD RADIALES PARA EJES SEGÚN NORMA DIN 6799 .	160
ANEXO D – 21:	FICHA TECNICA DE LOS TORNILLOS ROSCA METRICA DE CABEZA AVELLANADA DIN 7991 ...	161
ANEXO D – 22:	FICHA TECNICA DE LOS TORNILLOS DE ROSCA METRICA DE CABEZA HEXAGONAL DIN 933	162
ANEXO D – 23:	FICHA TECNICA DE LAS TUERCAS DE ROSCA METRICA DE CABEZA HEXAGONAL DIN 934	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Etapas del proceso productivo de la fabricación del cartón/papel.....	4
Figura 2-2: Componentes del cartón corrugado	6
Figura 2-3: Estructura de un cartón corrugado single face.....	8
Figura 2-4: Estructura de un cartón corrugado double face	8
Figura 2-5: Estructura de un cartón corrugado triple face.....	9
Figura 2-6: Proceso de fabricación del cartón corrugado de cara doble	10
Figura 2-7: Pruebas físico-mecánicas aplicadas al cartón corrugado y sus papeles componentes.....	12
Figura 2-8: Troquel lineal (izquierda) y troquel angular (derecha).....	23
Figura 2-9: Accesorio requerido para el ECT	24
Figura 2-10: Accesorios requeridos para el PAT	25
Figura 2-11: Accesorio requerido para el RCT	26
Figura 2-12: Troqueladora manual angular.....	26
Figura 3-1: Corte realizado al bloque de INOX 316 con un arco de sierra.....	28
Figura 3-2: Maquinado de los bloques guía de INOX 316 con una fresa de espiga de 0.5pulg ..	29
Figura 3-3: Bloques guía de INOX 316 terminados y pulidos.....	29
Figura 3-4: Angulo de acero utilizando planos impresos como guía	32
Figura 3-5: Proceso de fresado de los ángulos de acero para el PAT	32
Figura 3-6: Proceso de perforado de los ángulos de acero.....	33
Figura 3-7: Corte con un arco de sierra entre orejas de los ángulos.....	33
Figura 3-8: Proceso de fresado entre orejas de los ángulos	33
Figura 3-9: Base del accesorio inferior terminado para PAT.....	34
Figura 3-10: Proceso de cilindrado y refrentado de los pines guía INOX 303	34
Figura 3-11: Esquema del pin guía terminado para el accesorio del PAT	34
Figura 3-12: Accesorios del PAT terminados (izquierda) y montados (derecha)	35
Figura 3-13: Proceso de refrentado del bloque circular de acero ASTM 36 en el torno.....	38
Figura 3-14: Proceso de mecanizado interior del bloque circular de acero ASTM A36 en el torno	38
Figura 3-15: Porta probeta circular ASTM A36 pulido	38
Figura 3-16: Proceso de taladrado con una broca de centrar al porta probeta circular	39
Figura 3-17: Proceso de roscado manual realizado a la porta probeta circular.....	39
Figura 3-18: Mango de sujeción terminado de acero 1045 para sostener el porta probeta circular.....	40
Figura 3-19: Accesorio del RCT terminado y pintado	40
Figura 3-20: Proceso de Fresado del bastidor de la mandíbula.....	45
Figura 3-21: Bastidor de la mandíbula realizando el proceso de corte en el extremo con un arco de sierra	45
Figura 3-22: Proceso de perforado del extremo medio del bastidor de la mandíbula	46
Figura 3-23: Proceso de avellanado aplicado al bastidor de la mandíbula.....	46
Figura 3-24: Proceso de taladrado de la orejas de la mandíbula (izquierda) y terminado (derecha)	47
Figura 3-25: Orejas del bastidor de la mandíbula antes de limar.	47

Figura 3-26: Soldado de las dos orejas con la el bastidor de la mandíbula.....	48
Figura 3-27: Limpieza de las rebabas utilizando un esmeril de mano con disco de desbaste acoplado	48
Figura 3-28: Superficies del Bastidor de la quijada biselada	48
Figura 3-29: Proceso de fresado del bastidor de la quijada con una espiga de 0,5 pulg	49
Figura 3-30: Proceso de cepillado terminado del Bastidor de la quijada	49
Figura 3-31: Proceso de perforado con broca de 6,5 mm para las gomas de apoyo	50
Figura 3-32: Proceso de roscado manual en el bastidor de la quijada.....	50
Figura 3-33: Proceso de fresado de las orejas del bastidor de la quijada	51
Figura 3-34: Proceso de taladrado pasante con una broca de Ø12mm aplicado a las orejas de la quijada	51
Figura 3-35: Proceso de fresado de la columna principal	51
Figura 3-36: Realización de los bordes de la columna principal.....	52
Figura 3-37: Realización de agujero central de la columna principal.....	52
Figura 3-38: Orejas del bastidor y columna principal soldadas al bastidor de la quijada	52
Figura 3-39: Pin de la articulación principal terminada	53
Figura 3-40: Traza recta con un arco de sierra manual para indicar la línea de proceso de fresado.....	53
Figura 3-41: Ranura de la palanca de accionamiento en la máquina fresadora	53
Figura 3-42: Proceso de taladrado de la palanca de accionamiento.....	54
Figura 3-43: Proceso de perforado en el torno de la palanca de accionamiento	54
Figura 3-44: Platinas accionadoras terminada.....	55
Figura 3-45: Porta cuchilla circular torneada para el ensayo FCT	55
Figura 3-46: Proceso de perforado para el pin de traba de las cuchillas circulares del ensayo FCT	56
Figura 3-47: Agujeros roscados no pasantes del porta cuchilla circular	56
Figura 3-48: Proceso de fresado del porta cuchillas para los ensayos ECT, PAT y RCT.....	57
Figura 3-49: Procesó de fresado de los canales del porta cuchillas rectangular.....	57
Figura 3-50: Proceso de perforación y roscado manual del porta cuchillas para los ECT, PAT y RCT	58
Figura 3-51: Proceso de taladrado con una broca de 6.5 mm del porta cuchilla rectangular.....	58
Figura 3-52: Proceso de codificado en función a cada tipo de ensayo a realizar.....	59
Figura 3-53: Placas receptoras PE-UHMW terminadas para los ensayos ECT, FCT, PAT y RCT.....	59
Figura 3-54: Cuchilla Cr +V marca RITUS	60
Figura 3-55: Perforado de las cuchillas de Cr +V marca RITUS.....	60
Figura 3-56: Corte de los lados no efectivos de la cuchillas Cr + V marca RITUS	61
Figura 3-57: Proceso de electrolisis para el marcado de las cuchillas de Cr + V.....	61
Figura 3-58: Proceso de perforado en el torno de la cuchillas circulares con una broca de 1 ¼ pulg	61
Figura 3-59: Proceso de cilindrado y refrentado de las cuchillas circulares en el torno	62
Figura 3-60: Cuchillas circulares terminadas para el ensayo FCT.....	62
Figura 3-61: Pines sujetadores terminados.....	63
Figura 3-62: Gomas de apoyo de nitrilo para la troqueladora terminado.....	63
Figura 3-63: Troqueladora terminada, abierta (izquierda) y cerrada (derecha).	64

Figura 4-1: Medición del peso de la muestra para el ECT (izquierda) y sujeción de la muestra (derecha).....	72
Figura 4-2: Retiro de los bloques guías y ejecución del ECT (izquierda) y aspecto de una muestra luego de realizado el ensayo (derecha).	73
Figura 4-3: Medición del espesor del cartón corrugado para el FCT.....	82
Figura 4-4: Medición del peso de las muestras para el FCT	83
Figura 4-5: Ejecución del ensayo FCT.....	83
Figura 4-6: Medición del peso de la muestra para el PAT (izquierda) y ejecución del PAT en la máquina universal de ensayos (derecha).	99
Figura 4-7: Medición del peso de la muestra para el RCT (izquierda) y posición del papel kraft sobre la ranura de la porta probetas circular en el RCT (derecha).	109
Figura 4-8: Ejecución del RCT en la máquina universal de ensayo	110



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Comparación entre tipos de flauta de cartón corrugado.....	9
Tabla 2-2: Características principales del cartón corrugado.....	11
Tabla 2-3: Propiedades principales del cartón corrugado.....	11
Tabla 2-4: Cuadro resumen del ECT.....	13
Tabla 2-5: Cuadro resumen de FCT.....	14
Tabla 2-6: Cuadro resumen de Rigidez a la flexión.....	14
Tabla 2-7: Cuadro resumen de BST.....	15
Tabla 2-8: Cuadro resumen de PET.....	16
Tabla 2-9: Cuadro resumen de PAT.....	17
Tabla 2-10: Cuadro resumen de RCT.....	18
Tabla 2-11: Cuadro resumen de CMT.....	19
Tabla 2-12: Cuadro resumen de CCT.....	19
Tabla 2-13: Resumen del Gurley Method.....	20
Tabla 2-14: Resumen del Cobb Method.....	21
Tabla 3-1: Material empleado para fabricar el accesorio del ECT.....	27
Tabla 3-2: Dimensiones según estándar ISO 3037 para ECT.....	27
Tabla 3-3: Medidas reales de fabricación de los accesorios del ECT.....	29
Tabla 3-4: Costos de los accesorios del ECT.....	30
Tabla 3-5: Material empleado para fabricar el accesorio del PAT.....	31
Tabla 3-6: Dimensiones según estándar para TAPPI 821 PAT.....	31
Tabla 3-7: Medidas reales de fabricación de los accesorios del PAT.....	35
Tabla 3-8: Costos de los accesorios del PAT.....	36
Tabla 3-9: Material empleado para fabricar el accesorio del RCT.....	37
Tabla 3-10: Dimensiones requeridas por TAPPI 822 para el accesorio de RCT.....	37
Tabla 3-11: Medidas reales de fabricación del accesorio del RCT.....	40
Tabla 3-12: Costos del accesorio RCT.....	41
Tabla 3-13: Cuadro de materiales empleados para la troqueladora manual.....	41
Tabla 3-14: Dimensiones críticas de diseño para la troqueladora.....	43
Tabla 3-15: Cuadro de accesorios utilizados en la máquina troqueladora.....	44
Tabla 3-16: Medidas principales reales de la troqueladora.....	65
Tabla 3-17: Costos detallados de materia prima y maquinado de la troqueladora.....	65
Tabla 4-1: Cuadro de accesorios a utilizar en el ECT.....	70
Tabla 4-2: Cuadro de descripción de la muestra en el ECT.....	71
Tabla 4-3: Cuadro de datos generales del ECT.....	74
Tabla 4-4: Resultados gráficos obtenidos del ECT:.....	75
Tabla 4-5: Resultados numéricos obtenidos al realizar el ECT.....	80
Tabla 4-6: Cuadro de accesorios a utilizar en FCT.....	81
Tabla 4-7: Cuadro de descripción de la muestra en el FCT.....	82
Tabla 4-8: Cuadro de datos generales FCT de Ø64mm.....	84
Tabla 4-9: Resultados gráficos obtenidos del FCT de Ø64mm.....	85
Tabla 4-10: Resultados numéricos obtenidos al realizar el FCT de Ø64mm.....	90

Tabla 4-11: Cuadro de datos generales del FCT de Ø90,6 mm.....	90
Tabla 4-12: Resultados gráficos obtenidos del FCT de Ø90,6 mm	91
Tabla 4-13: Resultados numéricos obtenidos al realizar el FCT de Ø90mm	96
Tabla 4-14: Cuadro de accesorios a utilizar en el PAT.....	97
Tabla 4-15: Cuadro de descripción de la muestra en el PAT.....	98
Tabla 4-16: Cuadro de datos generales del PAT.....	100
Tabla 4-17: Resultados gráficos obtenidos del PAT :.....	101
Tabla 4-18: Resultados numéricos obtenidos al realizar el PAT	106
Tabla 4-19: Cuadro de accesorios a utilizar en el RCT	107
Tabla 4-20: Cuadro de descripción de la muestra en el RCT	108
Tabla 4-21: Cuadro de datos generales del RCT	111
Tabla 4-22: Resultados gráficos obtenidos del RCT	112
Tabla 4-23: Resultados numéricos obtenidos al realizar el RCT.....	117



GLOSARIO/ ABREVIATURAS

GLOSARIO

- Abrasivo:** Herramienta de trabajo utilizada para pulir, desbastar, amolar y dar acabados a superficies.
- Adhesión:** Mecanismo de unión de dos superficies.
- Avellanado:** Operación de maquinado con arranque de viruta donde se agranda un agujero ya perforado o se biselan superficies punzocortantes mediante un avellanador.
- Cajas de cartón:** Recipiente de diferentes tamaños, generalmente con forma de prisma rectangular, con una abertura que se cubre con una tapa, que puede estar vinculada a la misma, son fabricadas con cartón corrugado.
- Calandrado:** Proceso en el cual una máquina que se basa en una serie de rodillos de presión se utiliza para fabricar una hoja lisa de material.
- Calibre:** Espesor o grosor del cartón corrugado en función de su tipo de flauta.
- Cartón corrugado de cara doble:** Cartón corrugado conformado por dos liners y un papel ondulado adherido entre ellos, también es llamado cartón corrugado de pared simple.
- Cartón corrugado:** Material utilizado generalmente en la fabricación de embalajes y envases, su estructura está formada por uno o más liners fijados con adhesivo a un corrugado medio tipo onda.
- Cementado:** Tratamiento termoquímico austenítico aplicado al acero de bajo carbono para un posterior temple aportando al material gran resistencia al impacto.
- Cepillado:** Proceso de maquinado con arranque de viruta que permite realizar superficies planas y acanaladuras mediante un movimiento tipo vaivén.
- Control de calidad:** Método encargado de verificar la presencia de errores y garantía de los productos y servicios mediante la inspección de los mismos.
- Corrugado o Flauta:** Papel sometido a un proceso de ondulamiento aportar amortiguamiento y resistencia.

- Desviación estándar:** Valor que entrega la dispersión que hay en un conjunto de muestras relacionadas respecto a la media aritmética.
- Electrólisis:** Proceso electroquímico por el cual mediante un ácido se le aplica una corriente continua a un material, separando los elementos que la componen y cambiando la apariencia de su superficie.
- Ensayo mecánico:** Pruebas físicas que permiten obtener las propiedades mecánicas de un material y son realizados generalmente bajo estándares vigentes internacionalmente.
- Estándares:** Acuerdo documentado para ser utilizado como guía para garantizar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplan con sus objetivos.
- Flexografía:** Método de impresión que utiliza una chapa flexible en alto relieve.
- Fresado:** Proceso de maquinado con arranque de viruta realizado en una máquina herramienta llamada fresa, mediante una herramienta de corte rotativa llamada espiga, fundamentalmente tiene la posibilidad de operar en tres direcciones.
- Gramaje:** Característica de todo material, que involucra el peso entre el área.
- Higroscópicos:** Propiedad de algunos materiales que les permite absorber humedad rápidamente.
- ISO 3035:** Determination of flat crush resistance
- ISO 3037:** Determination of edgewise crush resistance (unwaxed edge method)
- Liner:** Elemento que compone el cartón corrugado y va adherido a las crestas del corrugado.
- Maquinado:** Proceso de fabricación de piezas mediante arranque de viruta o abrasión.
- Máquinas herramientas:** Máquinas generalmente estacionarias dedicadas a la manufactura y fabricación de piezas sólidas
- Media aritmética:** Es el resultado obtenido de dividir la sumatoria de un total de datos entre la cantidad sumada.
- Muestra o probeta:** Porción de material usado para realizar un estudio, análisis o ensayo.

- Papel rígido kraft:** Papel usado como componente del cartón corrugado debido a su elevada resistencia mecánica.
- Pavonado:** Recubrimiento de una superficie metálica con el fin de brindar una ligera resistencia a la corrosión y un acabado brillante.
- Porta cuchilla:** Elemento de la Troqueladora donde se monta las cuchillas de corte.
- Porta probeta:** Accesorio utilizado para sostener y adecuar la muestra antes de empezar cada ensayo.
- Pulpa:** Material fibroso preparado a partir de madera, algodón, hierbas, etc., mediante procesos químicos o mecánicos para su uso en hacer papel o productos de celulosa.
- TAPPI 402:** Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets and related products.
- TAPPI 821:** Pin adhesion of corrugated board by selective separation.
- TAPPI 822:** Ring crush of paperboard (rigid support method).
- Taladrado:** Es un proceso de maquinado con arranque de viruta que emplea un movimiento rotativo para realizar agujeros de diferentes diámetros mediante una herramienta de corte llamada broca.
- Torneado:** Es un proceso de maquinado con arranque de viruta que emplea diferentes herramientas de corte, realizando refrentado, cilindrado, roscado, etc.
- Troquelado:** Es un proceso sin arranque de viruta que mediante una herramienta llamada troquel genera estampados o matrices de diferentes geometrías.
- Troqueladora:** Instrumento o máquina con bordes cortantes para recortar con precisión planchas metálicas, cartones, cueros, etc.

ABREVIATURAS

- AISI:** American Iron and Steel Institute/ Instituto Americano de Hierro y Acero
- ASTM:** American Society of Testing Materials/ Asociación Americana de Ensayo de Materiales

BST:	Bursting Strength Test /Ensayo de Resistencia al Estallido
CCT:	Concora crush test/ Ensayo de aplastamiento de Cóncora
CMT:	Corrugated medium test/ Ensayo del corrugado medio
DIN:	Deutsches Institut für Normung/ Instituto Alemán de Normalización
ECT:	Edgewise crush test/ Ensayo de aplastamiento de canto
FCT:	Flat crush test/ Ensayo de aplastamiento plano
HSS:	High Speed Steel/Acero de alta velocidad
INOX:	Acero inoxidable
IEES	Institutos de Estudios Economicos y Sociales
ISO:	International Organization for Standarization/ Organización Internacional de Normalización
NBR:	Nitrile Butadiene Rubber/ Caucho de nitrilo butadieno
PAT:	Pin adhesion test/ Ensayo de adhesión de pines
PET:	Puncture Strength Test/ Ensayo de Resistencia a la Perforacion
PE-UHMW:	Ultra high molecular weight polyethylene/ Polietileno de ultra alto peso molecular
RCT:	Ring crush test/ Ensayo de aplastamiento de anillo
SAE:	Society of Automotive Engineers/ Sociedad de ingenieros de automoción.
SCT	Short comprension test/ Ensayo de compresión corta
SSPC:	The Society for Protective Coatings/ Sociedad de recubrimientos protectores
TAPPI:	Technical Association of the Pulp and Paper Industry/ Asociación Técnica de la Industria de la Celulosa y el Papel

RESUMEN

Este proyecto tiene la finalidad de mejorar la implementación del laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María para poder realizar diferentes ensayos mecánicos estandarizados (de acuerdo a ISO y TAPPI) al cartón corrugado de cara doble, hallando de esta manera sus principales características y propiedades mecánicas. Primeramente, se realizó una selección de ensayos evaluando los recursos, facilidades y ventajas de cada uno. Como resultado se optó por llevar a cabo los siguientes ensayos: Edgewise Crush Test (ECT), Flat Crush Test (FCT), Pin Adhesion Test (PAT) y Ring Crush Test (RCT), para los cuales se implementó el laboratorio con accesorios definidos, diseñados y fabricados a lo largo del presente documento, con el fin de poder llevarlos a cabo. Además de implementarse en igual medida una troqueladora manual capaz de recortar cartón corrugado de cara doble y papel rígido kraft a los tamaños estándar requeridos por cada tipo de ensayo.

A continuación, se llevaron a cabo los ensayos mecánicos antes mencionados en el laboratorio, para después elaborar los reportes de resultados de cada uno (indicados de manera gráfica y numérica) y desarrollar los mismos para obtener las propiedades de resistencia al aplastamiento de borde del ECT, resistencia al aplastamiento plano del FCT, resistencia de adhesión del PAT y resistencia de borde al papel kraft del RCT. Proporcionando un protocolo de pasos a seguir en la realización de cada ensayo mecánico y demostrando de esta manera el correcto estado y funcionamiento tanto de los accesorios como de la troqueladora manual.

Palabras clave: accesorios de compresión, Edgewise Crush Test, ensayos mecánicos, Flat Crush Test, ISO 3035, ISO 3037, Pin Adhesion Test, Ring Crush Test, resistencia de adhesión, resistencia de aplastamiento, TAPPI 402, TAPPI 821, TAPPI 822.

ABSTRACT

This project has the purpose to improve the implementation the materials laboratory of the Catholic University of Santa Maria in order to carry out different standardized mechanical tests (according to ISO and TAPPI) to the corrugated board of double face, finding this way its main characteristics and mechanical properties. Firstly, a selection was made evaluating the resources, facilities and advantages of each one. As a result, we chose to carry out the following tests Edgewise Crush Test (ECT), Flat Crush Test (FCT), Pin Adhesion Test (PAT) y Ring Crush Test (RCT), For which the laboratory was implemented with defined accessories, designed and manufactured throughout this document, in order to be able to carry them out. In addition to being implemented in the same way a manual die cutter capable of cutting of double face corrugated cardboard and rigid kraft to the standard sizes required for each type of test.

Then, the mechanical tests mentioned above were carried out in the laboratory, to then elaborate the results reports of each one (indicated graphically and numerically) and develop the same to get the properties of resistance to the edge crushing of the ECT, resistance to flat crushing of the FCT, Adhesion resistance of the PAT and Edge resistance to kraft paper RCT. Providing a protocol of steps to follow in conducting each mechanical test and demonstrating in this way the correct state and operation of both the accessories as of the manual die cutter.

Keywords: compression fittings, Edgewise Crush Test, mechanical tests, Flat Crush Test, ISO 3035, ISO 3037, liner, medium, kraft paper, Pin Adhesion Test, Ring Crush Test, adhesion strength, crush resistance, TAPPI 402, TAPPI 821, TAPPI 822.

INTRODUCCIÓN

El cartón corrugado es uno de los materiales más utilizados en la industria de embalajes y envases del mercado nacional e internacional, representando su consumo global el 35% del total de envases utilizados (Rexam, 2011) debido a que entre varias ventajas frente a otros materiales, es derivado de materias primas renovables, reciclables y biodegradables, además de adecuarse a las diferentes formas y tamaños de los productos, es liviano, económico, tiene una buena resistencia al apilamiento, resistencia al impacto, entre otras.

Este proyecto se llevó a cabo por el interés en realizar ensayos mecánicos al cartón corrugado de cara doble, apropiados para realizar controles de calidad en la industria del cartón y capacitar a los estudiantes en los procedimientos y estándares requeridos, con el objetivo de obtener las características y propiedades principales del mismo. Estos ensayos mecánicos estandarizados vigentes se aplican a un muestrario de diez unidades fabricadas como mínimo.

Se tiene como principal objetivo mejorar la implementación del laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María de manera que se puedan realizar los ensayos Edgewise Crush Test, Flat Cruch Test, Pin Adhesion Test y Ring Crush Test de acuerdo a las bases impuestas por los estándares ISO 3035, ISO 3037, TAPPI 402, TAPPI 821 y TAPPI 822 respectivamente. Para alcanzar esta meta se fabricarán los accesorios requeridos para la realización de cada ensayo, así como una troqueladora capaz de recortar muestras de cartón corrugado de cara doble y papel rígido kraft según se necesite.

A lo largo del primer capítulo se aborda la problemática a tratar, se indican los objetivos, la justificación, y se definen los alcances que contempla el proyecto a realizar. Comenzando el segundo capítulo se repasa la historia del cartón, sus principales características y aplicaciones, luego se analizan sus componentes, configuraciones y calibres comerciales, se hace también un estudio del estado del arte de los ensayos mecánicos estandarizados vigentes en la actualidad. En el tercer capítulo se describen los

materiales, equipos y máquinas herramientas utilizadas, así como los procesos en sí llevados a cabo para fabricar diversos accesorios requeridos para la realización de los ensayos mecánicos en cuestión. Además, en este capítulo se describe el proceso de fabricación de una troqueladora manual, capaz de recortar el cartón corrugado de cara doble y papel rígido kraft a los tamaños estándares requeridos para realizar los diferentes ensayos a tratar, la cual junto con los accesorios requeridos han sido implementados en el laboratorio. Finalmente, en el cuarto capítulo se describe el método a llevar a cabo, además de realizar los ensayos descritos con anterioridad pruebas, generando y analizando un reporte modelo de resultados por cada uno. De esta manera se busca promover el desarrollo de la Universidad Católica de Santa María al contribuir en la implementación del laboratorio de materiales.



Capítulo 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al momento en Perú existen 477 empresas dedicadas a la fabricación de papel y derivados de papel como el cartón corrugado (IEES, 2016) y según estadísticas estos irán en aumento a lo largo del tiempo. Como es bien sabido existe además una creciente necesidad de calidad en todo tipo de productos, la cual se logra cumpliendo estándares de calidad vigentes, midiendo y comparando las características y propiedades obtenidas a base de ensayos realizados en laboratorios. Ciertas empresas en este ámbito no poseen el capital necesario para implementar un laboratorio de calidad para sus productos terminados, como es el caso de diversas industrias dedicadas a la fabricación de cajas de cartón en el Perú.

Actualmente el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María posee máquinas y equipos capaces de desarrollar ensayos mecánicos a materiales metálicos, plásticos y compuestos, mas no a cartón corrugado. Por lo cual se busca adecuar el laboratorio de materiales en cuestión para poder caracterizar el cartón corrugado de cara doble y conocer sus principales características y propiedades.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Definir, implementar y realizar los ensayos mecánicos en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María necesarios para la obtención de las características y propiedades mecánicas del cartón corrugado de cara doble.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Hacer un estudio de los estándares vigentes relacionados a los ensayos mecánicos del cartón corrugado.
- Definir los ensayos mecánicos a realizar al cartón corrugado.
- Analizar cada ensayo definido y en función de las máquinas en el laboratorio definir los accesorios requeridos.
- Diseñar y fabricar los accesorios requeridos para los ensayos seleccionados.
- Diseñar y fabricar una troqueladora para realizar los cortes de las muestras a ensayar.
- Definir el procedimiento requerido por cada ensayo.
- Realizar los ensayos y presentar informes de cada ensayo.
- Presentación formal y documentada del proyecto de tesis.

1.3. ALCANCES

El presente proyecto contempla realizar ensayos al cartón corrugado de cara doble para obtener sus características y propiedades mecánicas basándonos en los estándares afines vigentes. También contempla la implementación del laboratorio de la Universidad Católica de Santa María, fabricando accesorios para los ensayos mecánicos y una troqueladora manual para realizar los cortes de las muestras a ensayar.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto busca implementar el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María para poder obtener las características y propiedades mecánicas del cartón corrugado de cara doble mediante ensayos mecánicos ceñidos a los estándares vigentes. Con esto conseguiremos que el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María sea útil para las empresas relacionadas al cartón corrugado que requieran de estos ensayos y estudiantes que quieran aprender los métodos y ensayos para el control de calidad en la industria del cartón.

Capítulo 2 MARCO TEÓRICO

2.1. CARTÓN

2.1.1. Orígenes del Papel y el Cartón

En los inicios de la industria del cartón corrugado existieron muchos personajes que es necesario mencionar. Comenzando Rober Gair, considerado el padre del cartón plegado, consiguió reconocimiento gracias al desarrollo del estilo de caja estándar con hendidos y pegado de la solapa (Martínez Sartorius, 2009). En el año de 1871, Albert L. Jones patentó en Nueva York el uso del papel corrugado para empaques. Contemporáneamente Oliver Long introdujo una hoja de cara estabilizante (cara simple) que ayudaba a fortalecer la hoja de corrugado (conocido posteriormente como médium) y poco después una hoja como segunda cara. Y así, con la patente de Long en Estados Unidos número 150.588, mayo de 1874, fue inventado el cartón corrugado tal como hoy lo conocemos. Un año después Robert H. Thompson y Henry D. Norris adquieren las patentes de, Albert L. Jones y Oliver Long, para después juntarse ambos y formar Thompson & Norris Corp, con el fin de desarrollar ambos materiales. La primera máquina corrugadora operada manualmente fue fabricada por Norris basándose en rodillos calentadores por medio de gas a una plancha, llamados “goofer”, usados en ese tiempo en lavanderías (Martínez Sartorius, 2009). En esos tiempos las hojas exteriores o liners eran pegadas a mano por medio de brochas con una pasta de harina cocida como adhesivo. El cartón de cara simple fue producido por primera vez de manera continua en rollos por el año 1880.

2.1.2. Proceso de Fabricación del Papel y el Cartón

El proceso productivo de la industria del papel involucra cinco etapas principales: preparación de la materia prima fibrosa, manufactura de la pulpa, procesamiento de la pulpa, blanqueo y producción de papel y/o cartón, como se puede ver en la figura 2-1.

2.1.2.1. Preparación de la materia prima fibrosa

Como primer paso se eliminan las impurezas tales como la corteza, tierra o insectos de los materiales a utilizar, llámense troncos, astillas de madera, pelusa de algodón, bagazo y fibras sintéticas mediante procesos mecánicos o químicos. En el caso de haber usado troncos, luego de retirar sus cortezas se deben reducir a astillas, que posteriormente son uniformizadas mediante un proceso llamado cedazo, en el cual se separan las partes finas de las gruesas además de servir para limpiar impurezas restantes.

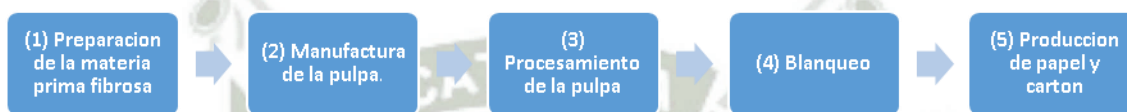


Figura 2-1: Etapas del proceso productivo de la fabricación del cartón/papel
Fuente: PRODUCE, Elaboración IESS página 6

2.1.2.2. Manufactura de la pulpa

Consiste en transformar la materia prima en pulpa o pasta. En esta etapa, hay que considerar que los enlaces dentro de la estructura de la madera pueden romperse mediante métodos mecánicos, químicos o a través de una combinación de ambos y que la selección del método a utilizar depende del tipo de materia prima manipulada y de las propiedades buscadas en el producto final. En los métodos químicos, por ejemplo, para el papel kraft se utiliza una solución alcalina a base de sodio (sulfuro de sodio, hidróxido de sodio, sulfato y carbonato). Esta mezcla, denominada licor blanco se mezcla con las astillas de madera en el digestor para obtener la pulpa para papel y cartón mediante cocción.

2.1.2.3. Procesamiento de la pulpa

Nuevamente se eliminan impurezas y se reciclan algunos residuos de la etapa previa. A través del tamizado se eliminan fragmentos de corteza, astillas grandes o no cocinadas. En este paso se lava con agua fresca la pulpa producida por el digestor, procurando realizar una extracción máxima de licor oscuro residual de la cocción. Este proceso es crítico, ya

que un lavado de menor calidad implica el uso de mayor cantidad de químicos en el proceso de blanqueo.

2.1.2.4. Blanqueo

Es un proceso que consiste en refinar y aclarar la pulpa procesada en el paso anterior. Esta etapa tiene como finalidad eliminar la lignina parda (sustancia encargada de engrosar el tallo de los troncos) que no se eliminó en la etapa de procesamiento de la pulpa.

2.1.2.5. Producción de papel y/o cartón

En esta etapa la pulpa se procesa para obtener papel y cartón. El proceso incluye mezclas específicas de pulpas, dispersión en agua, agitado, refinado y adición de químicos para agregar densidad y resistencia. Durante la producción se realizan operaciones húmedas y secas.

a) Operaciones húmedas

La hoja de papel se forma a partir de pulpa húmeda. En este proceso, la pulpa se deposita en una malla móvil y se elimina el agua por gravedad a través de cámaras y rodillos al vacío. El agua de desecho es reciclada debido a su alto contenido de fibras. A continuación, el material pasa por un set de rodillos para eliminar aún más agua y comprimir las fibras.

b) Operaciones secas

Inician con la entrada de las hojas de papel a una sección de secado, donde las fibras de papel comienzan a unirse con más fuerza conforme los rodillos calientes transmiten calor a las hojas. Posteriormente, el material pasa por un proceso denominado calandrado, en el cual la hoja se comprime entre dos rodillos pesados con el objetivo de reducir el espesor y producir una superficie suave (IEES, 2016). A continuación, el material puede recibir recubrimientos para mejorar la textura, color y brillo para luego ser embobinado para su almacenamiento, transformación y distribución.

2.2. CARTÓN CORRUGADO

El cartón corrugado es un producto conformado por cartón, que a su vez como se ha visto anteriormente, es derivado de materias primas renovables, reciclables y biodegradables teniendo entre varias a la celulosa de la madera como la más usada. Su estructura está formada por hojas de papel llamadas “liners” o caras que sirven como refuerzo y un papel ondulado llamado “médium” o flauta que va adherida a los liners mediante adhesivos, presión y calor (Martínez Sartorius, 2009), conformando según la cantidad de liners o médiums usados varios tipos de cartón corrugado. El cartón corrugado es utilizado fundamentalmente en la fabricación de cajas de cartón con la finalidad de envasar, proteger y transportar casi todo tipo de productos gracias a su versatilidad de formas y tamaños, además de ser reciclable y reutilizable.

2.2.1. Componentes del Cartón Corrugado

Los elementos que componen al cartón corrugado son el liner y el corrugado medio como se ve en la figura 2-2, además del adhesivo que los une.

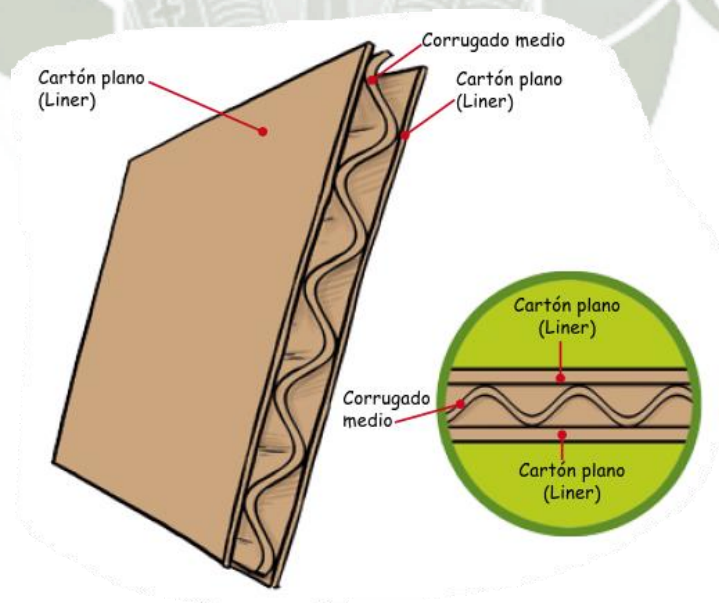


Figura 2-2: Componentes del cartón corrugado
Fuente: (Cartopel, 2011)

2.2.1.1. Liner o cara

Láminas de papel rígido kraft que recubren al corrugado conformadas principalmente de fibra virgen y papel reciclado que pueden ser producidos con sello de agua, listado o calandrado, obteniendo una superficie aceptable para ser impresa. El liner es fabricado entre gramajes que van desde los 126 g/m^2 hasta los 440 g/m^2 dependiendo de su grosor (Angarita Martínez & Díaz Durán, 2008). Como rasgos principales tenemos que el liner aporta rigidez a la flexión, estallido, desgarre, resistencia al apilado y cierta protección a posibles agresiones mecánicas, además de servir como base informativa, identificación y publicidad del producto contenido en la caja ya que éste se puede imprimir (Martínez Sartorius, 2009).

2.2.1.2. Ondulado, corrugado, médium o flauta

Está compuesto de pulpa mecánica, química o semi química, además de papel reciclado procesado para alcanzar un gramaje que oscila entre los 85 g/m^2 y 175 g/m^2 (Angarita Martínez & Díaz Durán, 2008). Sirve principalmente como unión entre los liner, proporcionando elasticidad ante problemas de aplastamiento en plano, resistencia a la compresión sobre el canto del cartón, amortiguación y resistencia a impactos, por ende (Martínez Sartorius, 2009).

2.2.1.3. Adhesivos utilizados en la industria del cartón:

Antiguamente se utilizaba silicato de sodio como principal adhesivo en la industria del cartón corrugado, sin embargo, éste ha sido casi totalmente sustituido en la actualidad por diversos tipos de almidón, en especial el de maíz (Silicatos y Derivados S.A. de C.V., 2009). Además del almidón, se utilizan productos químicos destinados a aumentar la resistencia de adherencia en climas húmedos (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009).

2.2.2. Tipos de Cartón Corrugado

Según la cantidad de caras y ondulados que tenga un cartón corrugado, se tienen los siguientes tipos.

2.2.2.1. Cara simple (Single face)

Consta de un papel liner y un papel médium como se puede ver en la figura 2-3. Siendo una estructura flexible, es únicamente utilizado para embalaje de productos o como material separador. No se utiliza para la elaboración de cajas (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009).



Figura 2-3: Estructura de un cartón corrugado single face.
Recuperado de: <http://art-design-glossary.musabi.ac.jp/corrugated-cardboard/>

2.2.2.2. Cara doble (Double face)

También llamado single wall o pared simple, su estructura consta de un ondulado y dos liner que lo recubren, como se ve en la figura 2-4. Es ampliamente utilizado para todo tipo de empaques, siendo el cartón corrugado más común. Más del 90% de las cajas de cartón corrugado son fabricadas bajo esta estructura (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009).

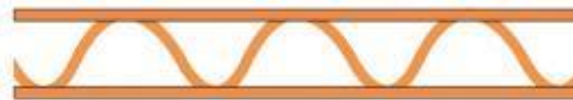


Figura 2-4: Estructura de un cartón corrugado double face
Recuperado de: <http://art-design-glossary.musabi.ac.jp/corrugated-cardboard/>

El calibre o tamaño de las flautas del cartón corrugado de cara doble es designado de acuerdo a su espesor del corrugado y se representan mediante una letra mayúscula. Como se puede observar en la tabla 2-1, al variar los tipos de calibre varían también las propiedades del cartón corrugado.

Tabla 2-1: Comparación entre tipos de flauta de cartón corrugado.

Tipo de flauta	Espesor del corrugado [mm]	Flautas por metro	Descripción
A	4,1 a 5,8	99 a 123	Destaca su amortiguación, así como su resistencia de aplastamiento de borde, es usado principalmente en cajas grandes donde se aprovecha su elevada resistencia al apilamiento.
C	3,3 a 5,0	118 a 143	Ha desplazado al calibre A del mercado debido a que requiere menos papel, lo que se traduce en menores costos de fabricación, y proporciona propiedades similares a la flauta tipo A.
B	2,2 a 3,8	146 a 167	Tiene la resistencia al aplastamiento plano más alta, es usada fundamentalmente en cajas troqueladas para transporte de frutas y verduras.
E	1,2 a 2,4	238 a 333	Creadas para competir con los cartones corrugados de cara simple, son excelentes para temas de impresión y se utilizan donde se priorice la apariencia de la caja ante la protección misma del producto en su interior.
F	0,85 a 1,6	370 a 416	Se utilizan para conformar cartones micro corrugados.
G	0,6 a 1,1	527 a 560	
N	0,5 a 0,8	544 a 577	

Fuente: (Angarita Martínez & Díaz Durán, 2008)

2.2.2.3. Cara triple (Triple face)

También son llamadas double wall o pared doble, es una estructura rígida conformada por tres elementos planos (liners) que recubren a dos elementos ondulados (corrugados) intercalados (Santizo Vasquez, 2004) como se puede ver en la figura 2-5. Generalmente usan dos tamaños diferentes de flautas, ubicando la flauta más gruesa (calibre C normalmente) como la más interna del envase, aportando así amortiguación extra para el producto contenido, y la flauta más delgada (calibre B usualmente) como la más externa, de manera que provea rigidez, protección contra impactos, y una mejor capacidad de impresión.

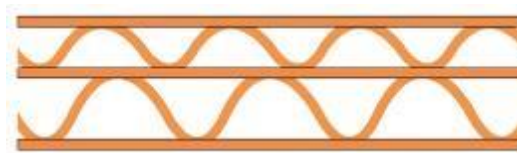


Figura 2-5: Estructura de un cartón corrugado triple face
Fuente: <http://art-design-glossary.musabi.ac.jp/corrugated-cardboard/>

2.2.3. Fabricación del Cartón Corrugado

Vistos ya los procesos de fabricación del cartón en el punto 2.1.2., la fabricación del cartón corrugado continúa con la unión de liners y ondulados de acuerdo se requiera. Primero el papel destinado a ser corrugado es calentado con vapor para cumplir dos propósitos, primero para poder adquirir su característica forma ondulada al pasar por unos rodillos corrugadores y segundo abrir sus poros para así permitir una mayor adherencia del adhesivo aplicado a sus crestas casi simultáneamente por medio de un rodillo engomador. Una vez hecho esto se pega con el primer liner, formando así la cara simple.

A continuación, si se desea otro tipo de cartón corrugado, se hace pasar esta cara simple por el doble engomador para formar el cartón de cara doble. En esta segunda sección las crestas de las flautas nuevamente se juntan de adhesivo y se une el segundo liner formando hojas continuas de cartón corrugado, las cuales pasan por la sección de planchas calientes en donde se seca el adhesivo y terminan de pegar correctamente las tres partes del cartón corrugado de cara doble. Si se desea fabricar cartón corrugado de cara triple se calienta y junta un cartón de cara doble con uno de cara simple (Santizo Vasquez, 2004) mediante los procesos vistos con anterioridad y que se pueden apreciar en la figura 2-6.

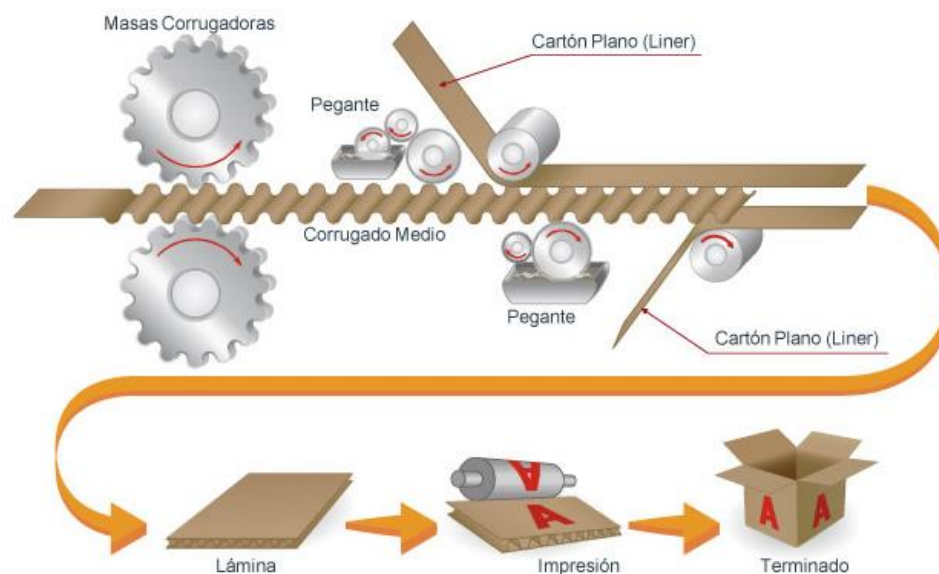



Figura 2-6: Proceso de fabricación del cartón corrugado de cara doble

Fuente: Harper Corporation of American. Seminario de adhesivos para corrugado. Estados Unidos de América: 1997

2.2.4. Características y Propiedades del Cartón Corrugado

Teniendo en la Tabla 2-2 las características principales del cartón corrugado como son el espesor, gramaje y la humedad definiendo cada uno de ellos según los estándares ISO, TAPPI y ASTM.

Tabla 2-2: Características principales del cartón corrugado

CARACTERÍSTICAS		ESTÁNDARES
<p>Espesor Distancia entre planos paralelos a una superficie, también conocido como grosor. Puede ser medida utilizando un micrómetro (Pérez, Raya, & Romero, 2015) como se ve en la ilustración a la derecha (García Bol, 2013).</p>	 <p>CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL DEL ONDULADO A: ALTURA G: GROSOR O ESPESOR DEL CARTÓN ONDULADO</p>	<p>ISO 534, 3034 D 645 (ASTM) TAPPI 551</p>
<p>Gramaje Se define como el peso de un metro cuadrado de papel o cartón, se mide en [g/m²].</p>		<p>D 646 (ASTM) TAPPI 410</p>
<p>Humedad Es expresada como la relación entre la cantidad de agua contenida en el papel y su peso total. Se obtiene al realizar ensayos de permeabilidad de líquidos (Método Cobb) y es expresada en porcentaje.</p>		<p>ISO 535 D 3825 (ASTM) T 441</p>

Fuente: (ASTM D 646, 2001), (Reyna M., Robles C., Toyohama A, & Canales G., 1991)

Teniendo en la Tabla 2-3 las propiedades principales del cartón corrugado como son la resistencia de adhesión entre los componentes del cartón corrugado, resistencia al apilamiento, resistencia del papel liners al aplastamiento de borde y la resistencia de aplastamiento plano definiendo cada uno de ellos según los estándares ISO y TAPPI.

Tabla 2-3: Propiedades principales del cartón corrugado

PROPIEDADES	ESTÁNDARES
<p>Resistencia de adhesión de la línea de pegamento Mide la tensión máxima soportada por las líneas de adhesivo existentes entre los componentes del cartón corrugado.</p>	<p>TAPPI 821</p>
<p>Resistencia de aplastamiento de borde Es la propiedad que le permite al cartón corrugado soportar la carga del producto a transportar y el apilamiento de cajas, esto obedece a la calidad del material, la longitud de su perímetro y la separación entre liners del cartón.</p>	<p>ISO 3037</p>

PROPIEDADES	ESTÁNDARES
<p>Resistencia de aplastamiento del liner Mide la resistencia al aplastamiento del papel kraft comúnmente utilizado como liner de cartón corrugado, representando una fracción de la resistencia de aplastamiento de borde.</p>	TAPPI 822
<p>Resistencia de aplastamiento plano Es rigida por la separación entre las dos caras planas del cartón y el corrugado intermedio, las cuales forman resistentes arcos que proveen de amortiguamiento y protección al producto.</p>	ISO 3035

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. ENSAYOS DEL CARTÓN CORRUGADO

Acá veremos los principales ensayos que se realizan al cartón corrugado y sus componentes el liner y el ondulado como se ve en la figura 2-7, para el control de calidad y posteriormente poder fabricar las cajas de cartón corrugado en función a las necesidades del cliente. De esta manera primero se debe analizar la naturaleza del producto y el peso que deberá soportar la caja para poder definir sus propiedades (Santizo Vasquez, 2004).

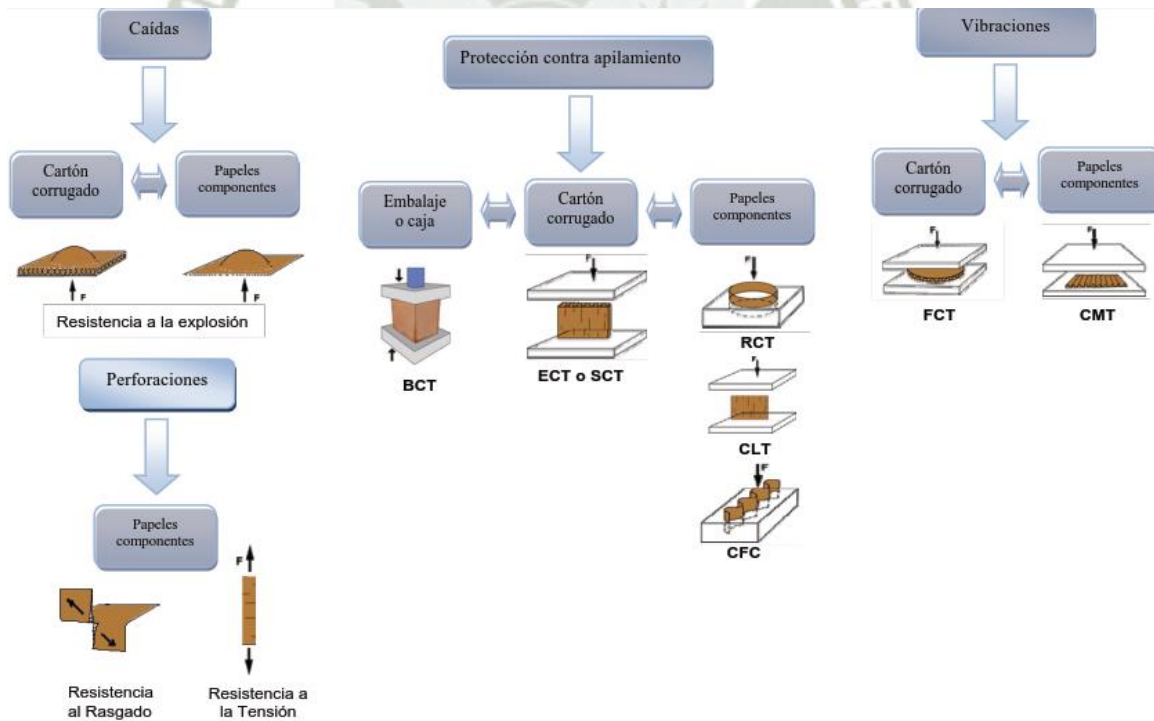


Figura 2-7: Pruebas físico-mecánicas aplicadas al cartón corrugado y sus papeles componentes.

Fuente: (Angarita Martínez & Díaz Durán, 2008).

a) Edgewise Crush Test (ECT)

Este ensayo mide la resistencia de aplastamiento de borde vertical [kN/m] que puede soportar las cajas de cartón al apilamiento (ISO 13821, 2002). Se tiene un resumen del ECT en la tabla 2-4 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-4: Cuadro resumen del ECT

ESTÁNDARES	ISO 3037 ISO 13821 DIN 53149 TAPPI 811,823,838 ,839 y T 841
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Se requiere de dos bloques de acero paralelos, cuya función es evitar el deslizamiento lateral y sostener la muestra hasta que el plato móvil de la máquina de ensayos tenga contacto con la muestra y posteriormente se retiran los bloques para ejecutar el ensayo (ISO 13821, 2002).
MÁQUINA REQUERIDA	 <p>Máquina universal de ensayos mecánicos</p>
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	 <p>Soportes de acero inox para la colocación de las muestras</p>

Fuente: Elaboración propia

b) Flat Crush Test (FCT)

Este ensayo determina la resistencia de aplastamiento plano [kPa] del cartón corrugado de cara simple y cara doble la cual es una medida de la rigidez de la flauta que compone el cartón corrugado para la fabricación de cajas de cartón (ISO 3035, 1982). Se

tiene un cuadro resumen del FCT en la tabla 2-5 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución y la máquina requerida.

Tabla 2-5: Cuadro resumen de FCT

ESTÁNDARES	ISO 3035 TAPPI T 825
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	La muestra de área circular es sometida a una fuerza de compresión perpendicular a su superficie. La resistencia que ofrece el cartón corrugado nos aporta datos sobre el comportamiento del ondulado (ISO 3035, 1982).
MÁQUINA REQUERIDA	 <p>Máquina universal de ensayos mecánico</p>

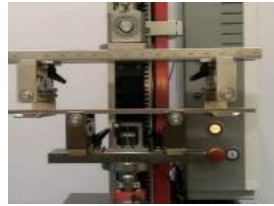

Fuente: Elaboración propia

c) Rigidez a la flexión (Bending Stiffness)

Este ensayo determina la rigidez a la flexión máxima [N/m] del papel o cartón corrugado donde la muestra de prueba nunca estará en deformación permanente durante el ensayo (ISO 5628, 2012). Se puede observar un resumen de la rigidez a la flexión en la tabla 2-6 donde se mencionan los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-6: Cuadro resumen de Rigidez a la flexión

ESTÁNDAR	ISO 5628
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Para papel y cartón en un rango de bajo espesor, el método de doblado de la muestra apropiado es el de tres puntos (dos de apoyo fijo y un punto donde se aplica la fuerza). Para tableros de fibra corrugada y cartón con un mayor espesor, se recomienda el método de flexión de cuatro puntos (ISO 5628, 2012).

MÁQUINA REQUERIDA	 Máquina universal de compresión de una columna
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	 Accesorio para flexión de 3 puntos


Fuente: Elaboración propia

d) Bursting Strength Test (BST)

La resistencia al estallido [kPa] del cartón corrugado hallada en esta prueba de control de calidad es importante en la fabricación de cajas ya que indica la resistencia del cartón ante golpes y choques (T 810 om-98, 1998). Se puede observar un resumen más detallado del BST en la tabla 2-7 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-7: Cuadro resumen de BST

ESTÁNDARES	ISO 2759 TAPPI 810
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Se inserte la muestra en el plato fijo de la máquina universal de compresión, instalando un diafragma circular con un pin de sujeción en el plato móvil luego aplique una presión de sujeción ya sea de forma manual, neumática o hidráulica y verifique la presión aplicada a la muestra hasta que el diafragma rompa la muestra (T 810 om-98, 1998).
MÁQUINA REQUERIDA	 Máquina universal de ensayos mecánicos

ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO SEGÚN TAPPI 810	
---	--


Diafragma moldeado en forma de disco

Fuente: Elaboración propia

e) Puncture Strength Test (PET)

Este ensayo determina la energía absorbida en función a la resistencia de perforación [J] de cartones ondulados y compactos, en especial los empleados en la fabricación de embalajes (ISO 3036, 1975). Se observa un resumen del PET en la tabla 2-8 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-8: Cuadro resumen de PET

ESTÁNDARES	ISO 3036 DIN 53142 TAPPI T-803
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	El principio del ensayo consiste en perforar una muestra de cartón ondulado con un cabezal percutor en forma de pirámide triangular fijada a un péndulo (ISO 3036, 1975).
MÁQUINA REQUERIDA	
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	

Perforadora de cartón corrugado tipo péndulo

Pirámide triangular del PET

Fuente: Elaboración propia

f) Pin Adhesion Test (PAT)

Este ensayo mide la resistencia de adhesión [kN/m] de las crestas del ondulado a cada una de las caras del revestimiento de una muestra de cartón corrugado, La buena adherencia es importante para obtener cartón corrugado de alta calidad, este ensayo detecta algunos defectos como adhesivo deficiente (T 821 om-96, 1996). Se tiene un resumen del PAT en la tabla 2-9 donde se mencionan los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-9: Cuadro resumen de PAT

ESTÁNDAR	TAPPI 821
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Teniendo la muestra cortada, se utiliza un equipo de dos accesorio tipo peine con sus respectivos pines, estos van introducidos dentro de los agujeros del ondulado, posteriormente se lleva a la máquina universal de ensayos para ejecutar y medir la fuerza máxima de adhesión cuando se separen los liners del cartón ondulado (T 821 om-96, 1996).
MÁQUINA REQUERIDA	 <p>Máquina universal de ensayos</p>
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	 <p>Accesorios del PAT</p>

Fuente: Elaboración propia

g) Ring Crush Test (RCT)

El ensayo de compresión en anillo (RCT) sirve para determinar la resistencia a la compresión de borde [kN/m] de una tira de papel en forma de anillo del ancho y longitud determinados por estándar. En este ensayo se mide la resistencia compresión del liner. (T

822 om-02, 2007). Según se puede observar en la tabla 2-10 donde se mencionan los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-10: Cuadro resumen de RCT

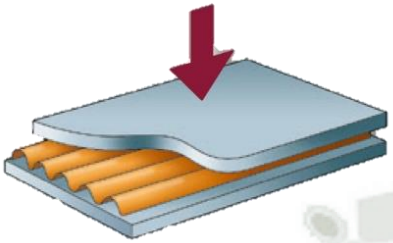
ESTÁNDARES	ISO 12192 TAPPI 822
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Se tiene una muestra de papel en forma de anillo donde se instala en un soporte circular que tiene una ranura anular, donde va el papel a ensayar después se introduce a la máquina universal de ensayos sobre un plato fijo ejecutando el ensayo se mide en kN/m (T 822 om-02, 2007).
MÁQUINA REQUERIDA	 <p>Máquina universal de compresión</p>
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	 <p>Soportes para la colocación de muestras</p>

Fuente: Elaboración propia

h) Corrugated Medium Test (CMT)

Mide la resistencia al aplastamiento plano [N] del papel médium, La fuerza medida indica el punto en que las fibras se recuperan y cuando ya no vuelven a su forma original. (T 809 om-99, 2006). Se puede observar un cuadro resumen del CMT en la tabla 2-11 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo y la metodología empleada para la ejecución.

Tabla 2-11: Cuadro resumen de CMT


ESTÁNDARES	ISO 7263 TAPPI T809
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	<p>La muestra a ensayar debe ser primero ondulada poniendo las flautas en posición horizontal sobre un plato fijo de la máquina universal y son expuestas a la compresión hasta que cedan (T 809 om-99, 2006).</p> <div data-bbox="771 420 1161 661" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Ejecución del ensayo</p>


Fuente: Elaboración propia

i) Concora Crush Test (CCT)

Mide la resistencia máxima a la compresión de borde [kN/m] del papel ondulado (T 824 om-09, 2009). Se observa un cuadro resumen del CCT en la tabla 2-12 donde se menciona los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución, la máquina y accesorios requeridos.

Tabla 2-12: Cuadro resumen de CCT

ESTÁNDARES	ISO 16945 TAPPI 843 TAPPI 824
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	Las flautas en posición vertical son expuestas a la compresión hasta que cedan. La fuerza medida indica el punto en que las fibras se recuperan y cuando ya no volverán a su forma original (T 824 om-09, 2009).
MÁQUINA REQUERIDA	<div data-bbox="933 1533 1079 1774" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Máquina universal de compresión</p>

ACCESORIO REQUERIDO PARA EL ENSAYO	
Accesorio tipo prensa	

Fuente: Elaboración propia

j) Permeabilidad al Aire (GURLEY METHOD)

Este ensayo mide la resistencia al paso del aire del papel, se puede usar como una indicación de variables tales como absorbencia (penetración de aceite, agua, eficiencia de filtrado para líquidos o gases, etc. (ASTM D726, 2003), unidad de medidas. Según se ve en la tabla 2-13 existen distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, además se puede observar la metodología empleada para la ejecución y el aparato requerido.

Tabla 2-13: Resumen del Gurley Method


ESTÁNDARES	ISO 3687 ASTM D 726 TAPPI T460
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	La muestra es sujeta mediante unas placas de apriete dentro del aparato de Gurley, posteriormente se genera una presión de aire que es producida por un cilindro interno de un diámetro específico y de un peso normalizado, que flota libremente dentro de otro cilindro externo parcialmente relleno con aceite que actúa como sellante del aire, llamado el aparato Gurley (ASTM D726, 2003).
APARATO REQUERIDO	
Aparato Gurley	

Fuente: Elaboración propia

k) Método Cobb

Determina la capacidad de absorción de agua del papel y el cartón corrugado, se define como la masa de agua absorbida en un tiempo específico por 1 m^2 de papel o cartón bajo condiciones específicas, es expresado en g/m^2 (ISO 535, 1991). Se observa un cuadro resumen de permeabilidad al aire en la tabla 2-14 donde se mencionan los distintos estándares aplicados para realizar este ensayo, la metodología empleada para la ejecución y el aparato requerido.

Tabla 2-14: Resumen del Cobb Method

ESTÁNDARES	ISO 535 D 3285 ASTM DIN 53132 TAPPI T441
METODOLOGÍA DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -Se pesa la muestra seca y se coloca debajo de un cilindro de una sección interior de 100 cm^2. -La probeta y el cilindro se colocan sobre un plato de goma y otro de acero respectivamente. -Se introducen unos 100 ml de agua en el cilindro. -Tras un tiempo de espera especificado, se vacía el agua y el agua sobrante se elimina con papel secante y un rodillo. -Después la muestra se pesa mojada y se calcula la cantidad de agua que absorbe 1 m^2 del material ensayado (ISO 535, 1991)
ACCESORIO REQUERIDO PARA EL MÉTODO COBB	 <p style="text-align: center;">Accesorio para el método de COBB</p>

Fuente: Elaboración propia

2.4. TROQUELADORA

Una troqueladora es un equipo que ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel, provocando que el mismo encaje sobre la pieza inferior o matriz base. Una troqueladora puede realizar operaciones como: Corte, punzonado y doblado o conformado (Chavez Silvero & Sanchez, 2008). Los elementos más importantes de una troqueladora son:

a) Troquel o matriz

Es elemento primordial en la troqueladora tiene la forma negativa de la pieza, se encuentra tallada con exactitud la figura de la pieza a obtener y se apoya sobre una placa receptora (Chavez Silvero & Sanchez, 2008).

Tienen las siguientes funciones (Solís Sánchez, 2011):

1. Cortar la silueta exterior o bien para fabricar ventanas.
2. Perforar orificios interiores con el fin de crear un pre cortado que permita un fácil rasgado.
3. Semicortar, es decir realizar un corte parcial que no llegue a traspasar la plancha.

b) Porta troquel

Sobre este van montados los troqueles. Tiene las siguientes características (Alvarado Martinez, Hernández Barocio, & Montes Mancera):

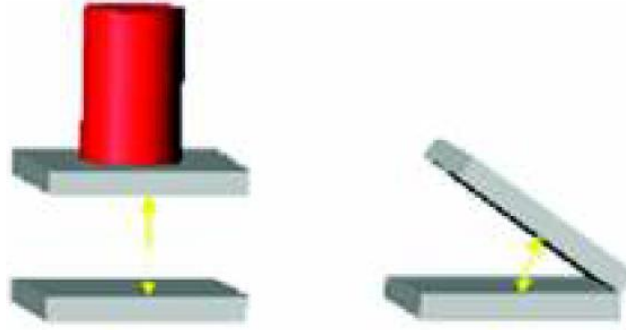
1. Mantener alineados los accesorios durante el proceso de corte.
2. Los accesorios pueden ser fijos o desmontables en la porta troquel.
3. Se facilita el almacenamiento, no hay posibilidad de perdidas cuando los accesorios son fijos a la porta troquel.
4. Los troqueles bien diseñados se pueden afilar sin desmontar los elementos de corte.

c) Placa receptora

Llamado también placa inferior del troquel esta va debajo del material a realizar las distintas operaciones de troquelado permite también centrar el troquel.

2.4.1. Tipos de Troqueladora**a) Troquel plano o simple**

Su perfil es plano y la base contra la que actúa es metálica, su movimiento es perpendicular a la plancha consiguiendo así una gran precisión en el corte. Realiza la operación correspondiente con un solo impacto sobre el material. Existen dos tipos de troquel plano, troquel lineal y angular (Solís Sánchez, 2011) como se ve en la figura 2-8.



*Figura 2-8: Troquel lineal (izquierda) y troquel angular (derecha)
Fuente: (Solís Sánchez, 2011)*

b) Troquel rotativo o progresivo

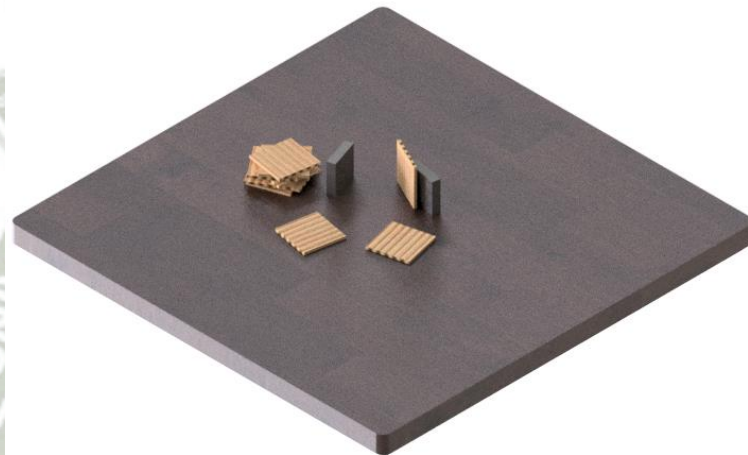
El troquel es cilíndrico y la base receptora está compuesta de un material flexible. Al contrario que en el troquel plano, el movimiento es continuo y el corte es de menor precisión. Ello es debido a que la incidencia de las cuchillas sobre la plancha se realiza de forma oblicua a la misma. Por su movimiento continuo, el troquelado rotativo consigue mayor productividad en fabricación que el plano. En la industria del cartón ondulado se utilizan indistintamente ambos tipos de troquel, si bien en la fabricación de cartoncillo se da el plano por sus mayores necesidades de precisión al igual en la industria del calzado (Solís Sánchez, 2011).

2.5. ENSAYOS/ACCESORIOS A IMPLEMENTAR

De acuerdo a los requerimientos impuestos por los estándares para realizar adecuadamente cada ensayo y la facilidad de adecuación del laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María, se optó por realizar los siguientes ensayos: Edgewise Crush Test, Flat Crush Test, Pin Adhesion Test y Ring Crush Test. Por lo que a continuación se describe de manera breve cada uno de los accesorios requeridos por los ensayos seleccionados, tema que se abordará a profundidad en el capítulo 3 implementando el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María.

2.5.1. Edgewise Crush Test

Se eligió este ensayo mecánico al cartón corrugado, ya que los resultados obtenidos al realizar este ensayo son muy importantes para cuantificar la resistencia de aplastamiento de borde, que resulta imprescindible para la fabricación de cajas de cartón, pues permite predecir la carga máxima de apilamiento resistida por el cartón corrugado. Para realizar adecuadamente este ensayo se fabricaron los accesorios requeridos según el estándar ISO 3037, teniendo dos bloques de acero inoxidable como se ve en la figura 2-9 que se emplean para sostener y alinear la muestra verticalmente antes de ejecutar el ensayo en la máquina universal de compresión (ver anexo A-2).



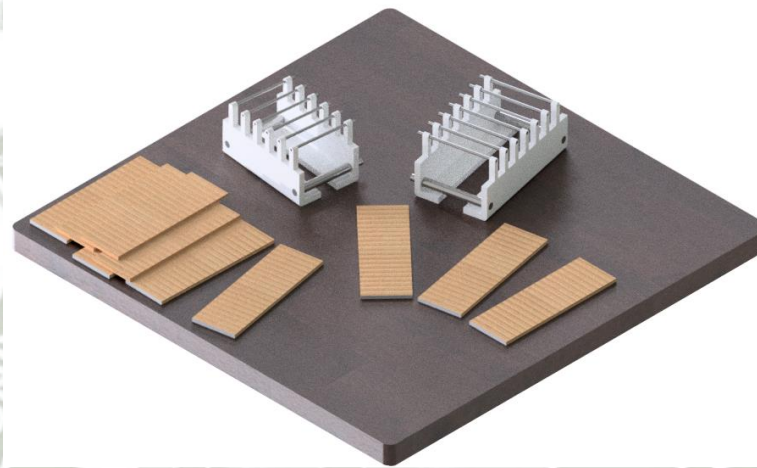
*Figura 2-9: Accesorio requerido para el ECT
Fuente: Elaboración propia*

2.5.2. Flat Crush Test

Se eligió este ensayo mecánico al cartón corrugado debido a la fácil adecuación del mismo en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María, además de permitir obtener una propiedad muy importante llamada resistencia de aplastamiento plano del cartón corrugado. Esta resistencia se halla por medio de la aplicación de una fuerza perpendicular a la superficie de la muestra con el fin de aplastar o deformar las flautas del cartón corrugado hasta que estas colapsen según el estándar ISO 3035. No requiere ningún accesorio en particular, solo una máquina universal de ensayos y un par de platos de compresión planos de Ø120mm o más.

2.5.3. Pin Adhesion Test

Se eligió este ensayo mecánico al cartón corrugado, debido a la importancia de hallar la resistencia de adhesión de la línea de pegamento, siendo ésta un factor crítico para detectar defectos de pegamento. Se fabricaron los accesorios requeridos para llevar a cabo el PAT según el estándar TAPPI 821, teniendo dos accesorios con 6 y 7 pines de sujeción respectivamente como se ve en la figura 2-10, que se introducen en la muestra y se encargan de distribuir y utilizar la fuerza de compresión de la máquina universal de ensayos como tensión útil para separar las tres capas del cartón corrugado de doble cara.



*Figura 2-10: Accesorios requeridos para el PAT
Fuente: Elaboración propia*

2.5.4. Ring Crush Test

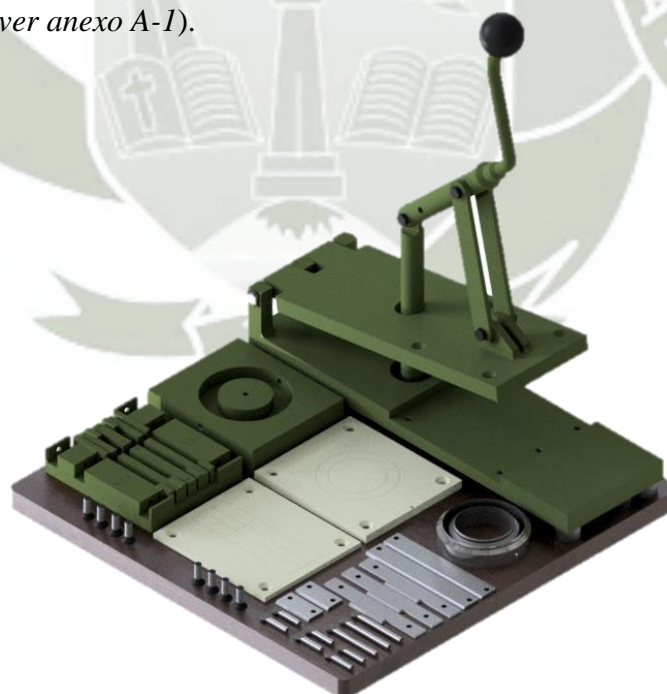
Este ensayo mecánico permite obtener la resistencia de aplastamiento de borde del papel rígido kraft utilizado generalmente como liner o cara del cartón corrugado de cara doble. Con el fin de hallar esta resistencia se optó por realizar este ensayo, pues este dato permite conocer con mayor profundidad el comportamiento de cada uno de los componentes del cartón corrugado. Para lograr realizar este ensayo de manera correcta se fabricó el accesorio requerido según el estándar TAPPI 822 que consta de una porta probetas circular que tiene una ranura anular, como se ve en la figura 2-11, donde va apoyado la tira de muestra a ensayar, sostenida de un mago de sujeción para así trasladar el accesorio y la muestra sin retrasos ni incomodidades.



*Figura 2-11: Accesorio requerido para el RCT
Fuente: Elaboración propia*

2.5.5. Troqueladora

Una vez seleccionados los ensayos a realizar se optó por realizar además una troqueladora manual angular capaz de recortar cartón corrugado y papel kraft a los tamaños estándar requeridos por los mismos, con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo al realizarlos. El proceso de diseño de la misma tuvo como resultado una troqueladora capaz de recortar muestras en tamaños estándar para ECT, FCT, PAT y RCT, tal y como se puede observar en la figura 2-12 (ver anexo A-1).



*Figura 2-12: Troqueladora manual angular
Fuente: Elaboración propia*

Capítulo 3 FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA Y ACCESORIOS

3.1. EDGEWISE CRUSH TEST (ECT)

Para la fabricación de los accesorios del ECT se utilizó acero inoxidable AISI 316 como se indica en la tabla 3-1. En la misma tabla se detallan las medidas compradas y sus principales características y propiedades del material empleado.

Tabla 3-1: Material empleado para fabricar el accesorio del ECT.

MATERIAL	IMAGEN	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y/O PROPIEDADES
PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE AISI 316		100 x 100 x 12,7mm	Se recomienda para construcciones ligeras soldadas que requieran buena resistencia a la corrosión. Posee buen desempeño en temperaturas elevadas (800 a 900° C) y buenas propiedades mecánicas. Es recomendable cuando se requiera soldar altos espesores de material. Algunas aplicaciones son equipo químico de proceso, accesorios para aviones, remaches, equipo para hospitales, etc. (ver anexo D-12)

Fuente: Elaboración propia

Según el estándar ISO 3037 para ECT tenemos la tabla 3-2 donde se indican las dimensiones a alcanzar por los accesorios a fabricar (ver anexo A - 2).

Tabla 3-2: Dimensiones según estándar ISO 3037 para ECT.

DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA (mm)	DIMENSIONES (mm)	
Bloque guía 01	0,1	Ancho	40,0
		Largo	40,0
		Espesor	10,0
Bloque guía 02	0,1	Ancho	40,0
		Largo	38,0
		Espesor	10,0

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Procedimiento de Fabricación del accesorio para el ECT

Primero se marcó el bloque de 100x100mm de INOX 316 según las medidas del estándar Edgewise Crush Test según ISO 3037, con un exceso de 5 mm, utilizando un marcador para metal y una regla numerada de metal. A continuación, se aseguró el bloque en un tornillo de banco, para cortar el bloque en dos a $45 \times 45 \pm 0,1$ mm utilizando un arco de sierra como se ve en la figura 3-1.



*Figura 3-1: Corte realizado al bloque de INOX 316 con un arco de sierra.
Fuente: Elaboración propia*

Acto seguido se aseguró cada bloque al tornillo de banco de la máquina fresadora uno a la vez, verificando su rectitud con un medidor de nivel. Una vez fijado un bloque se procedió con la instalación de la espiga fresadora requerida en la máquina fresadora, en este caso de diámetro 0,5 pulg y a una velocidad de giro de 500 rpm. Una vez hecho esto se comenzó la operación de fresado devastando el material lateralmente $0,6 \pm 0,1$ mm por pasada de profundidad de corte como se ve en la figura 3-2. Es importante recalcar el uso abundante de refrigerante para evitar el sobrecalentamiento de la espiga fresadora, lo que haría que pierda su filo y propiedades de corte.



*Figura 3-2: Maquinado de los bloques guía de INOX 316 con una fresa de espiga de 0.5pulg
Fuente: Elaboración propia*

Una vez maquinada las superficies de ambos bloques se utiliza un vernier para verificar las dimensiones requeridas por los accesorios del estándar ISO 3037 según la tabla 3-3. Finalmente se utilizó lijar de agua 320-9/0-A y 400-10/0-A para darle un buen acabado superficial y terminar de pulir los bloques como se ve en la figura 3-3.



*Figura 3-3: Bloques guía de INOX 316 terminados y pulidos
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 3-3 tenemos las medidas reales de los bloques de acero inoxidable INOX 316 después del proceso de fabricación.

Tabla 3-3: Medidas reales de fabricación de los accesorios del ECT

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES (mm)	
Bloque guía 01	INOX 316	Ancho	40,0
		Largo	40,1
		Espesor	10,0
Bloque guía 02	INOX 316	Ancho	39,9
		Largo	37,9
		Espesor	10,1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3-4 se aprecia el resumen de costos tanto de materiales como de maquinado de la elaboración de los accesorios del ECT, alcanzando un total de S/104,50.

Tabla 3-4: Costos de los accesorios del ECT.

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
BLOQUE GUÍA 01				52,25
Costos de material				
INOX 316 (50X50X12.7mm)	unidad	1,000	5,000	5,00
				5,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	1,500	27,500	41,25
Procesos manuales	horas	0,500	12,000	6,00
				47,25
BLOQUE GUÍA 02				52,25
Costos de material				
INOX 316 (50X50X12.7mm)	unidad	1,000	5,000	5,00
				5,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	1,500	27,500	41,25
Procesos manuales	horas	0,500	12,000	6,00
				47,25
TOTAL				104,50

Fuente: Elaboración propia

3.2. PIN ADHESION TEST (PAT)

En la fabricación de los accesorios requeridos por el PAT se utilizó un ángulo estructural ASTM A36 L63.5x63.5x6.35 mientras que para los pines guías y topes fue acero inoxidable 303 como se indica en la tabla 3-5, además se puede observar las medidas de compra y sus principales características y propiedades del material empleado.

Tabla 3-5: Material empleado para fabricar el accesorio del PAT

MATERIAL	IMAGEN	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y/O PROPIEDADES
ANGULO ESTRUCTURAL ASTM A36		63,5x63,5mm Espesor: 6,35 mm	Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formado por dos alas de igual longitud, en ángulo recto (<i>ver anexo D-15</i>). Longitud comercial: 6m Aplicaciones: En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes.
VARILLA CIRCULAR DE ACERO INOXIDABLE 303		Diámetro: 9,525mm Longitud: 368mm	Acero inoxidable austenítico no magnético que no se puede endurecer mediante tratamiento térmico. Aplicación: Se usa para la fabricación de partes para bombas, partes maquinadas y flechas. (<i>ver anexo D-16</i>)
		Diámetro: 3,175mm Longitud: 1066mm	

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se puede observar en la tabla 3-6 las dimensiones más importantes de los accesorios del PAT a fabricar. Para mayor detalle se puede observar los planos de fabricación de los anexos (*ver anexo A-3*).

Tabla 3-6: Dimensiones según estándar para TAPPI 821 PAT

DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA (mm)	DIMENSIONES (mm)	
Accesorio superior del PAT (6 pines)	0,05	Diámetro de pines sujecion	3,18
		Distancia entre centros de pines	18,47
	1,00	Longitud útil de pines	60,00
		Altura de orejas	25,00
Accesorio inferior del PAT (7 pines)	0,05	Diámetro de pines sujecion	3,175
		Distancia entre centros de pines	18,47
	1,00	Longitud útil de pines	70,00
		Altura de orejas	25,00

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Procedimiento de Fabricación del accesorio para el PAT

a) Base del accesorio superior e inferior

Como primer paso se adhirió planos impresos a escala según Norma T 8210m-96 con una separación entre centros de $18,47 \pm 0,05$ mm y agujeros de $8,00 \pm 0,1$ mm de diámetro a los perfiles de ASTM A36 como se observa en la figura 3-4.



*Figura 3-4: Angulo de acero utilizando planos impresos como guía.
Fuente: Elaboración propia*

Inicialmente se cortó con un arco de sierra el exceso de los perfiles hasta tener las medidas de $67 \times 35 \pm 0,1$ mm. Acto seguido se maquinaron las superficies en una máquina fresadora con una fresa espiga de 0,5pulg de diámetro, a las medidas finales de $64 \times 27 \pm 0,1$ mm utilizando una regla de nivel como se ve en la figura 3-5.



*Figura 3-5: Proceso de fresado de los ángulos de acero para el PAT
Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se taladró con una broca de 12mm de diámetro dos agujeros paralelos en cada espacio comprendido entre aletas y posteriormente se realizó agujeros pasantes de 3,5mm para los pines de sujeción en cada una de los perfiles como se observa en la figura 3-6.



Figura 3-6: Proceso de perforado de los ángulos de acero
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se cortó con un arco de sierra el material de los agujeros de 12mm de los perfiles como se observa en la figura 3-7, con el objetivo de facilitar el maquinado en la fresadora.

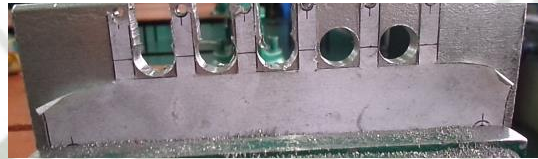


Figura 3-7: Corte con un arco de sierra entre orejas de los ángulos
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizaron dos agujeros pasantes en cada ángulo con una broca de centrar y una broca de 8 mm donde ingresarán los pines topes de acero inoxidable 303. Acto seguido se rectificaron los espacios entre aletas en la máquina fresadora como se ve en la siguiente figura 3-8, utilizando una fresa espiga de 0,5pulg, se instaló en el tornillo de banco con ayuda de un medidor de nivel y se procedió al maquinado. Acto seguido se perfiló la ranura entre aletas en la máquina fresadora para darle su forma final mediante una fresa espiga de 7mm. Teniendo la base del accesorio inferior terminado como se observa en la figura 3-9.



Figura 3-8: Proceso de fresado entre orejas de los ángulos
Fuente: Elaboración propia

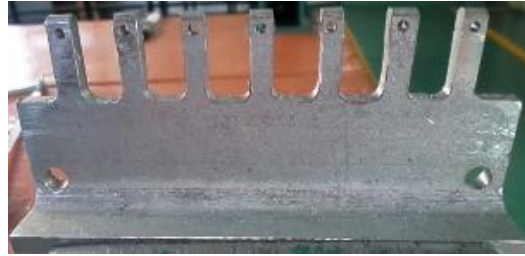


Figura 3-9: Base del accesorio inferior terminado para PAT
Fuente: Elaboración propia

b) Pines guías y de sujeción

Una vez terminado el maquinado de las cuatro piezas se inició con la fabricación de los pines guías de acero inoxidable 303. Como primer paso se cortó con arco de sierra en cuatro partes un pin de 9,525mm de diámetro y una longitud total 400mm. Una vez cortadas se refrento y cilindro en el torno, como se ve en la figura 3-10, terminando cada uno con una longitud de $90 \pm 0,1$ mm y un diámetro exterior de cada extremo 7,00 y $8,00 \pm 0,1$ mm, como se observa en la figura 3-11.



Figura 3-10: Proceso de cilindrado y refrentado de los pines guía INOX 303
Fuente: Elaboración propia

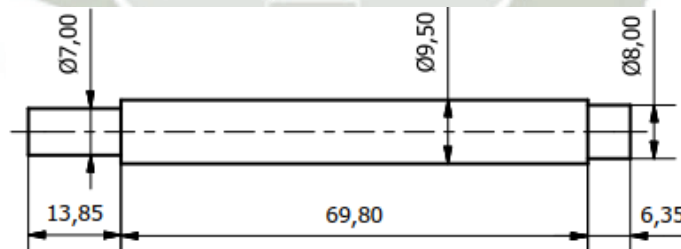


Figura 3-11: Esquema del pin guía terminado para el accesorio del PAT
Fuente: Elaboración propia

Como última parte a fabricar se cortó 13 pines de $\text{Ø}3,175 \times 91$ mm de longitud de INOX 303 con un arco de sierra, rectificando los pines en el esmeril de banco.

3.2.2. Procedimiento de montaje del accesorio para el PAT

Finalmente se tiene el procedimiento de montaje en el cual para introducir los seis y siete pines Ø3,175mm de INOX 303 respectivamente, en los agujeros de los ángulos de acero de Ø3,5mm, se remachó un extremo de cada pin y se introdujeron a presión utilizando de apoyo un yunque y un martillo de cabeza metálica hasta llegar al tope. A continuación, se fijaron los dos pines guía Ø8,00mm de INOX 303 en cada ángulo respectivo con un ajuste de 0,15mm. De esta manera se concluyó con el procedimiento de montaje de los accesorios del PAT, quedando el montaje como se observa en la figura 3-12.



Figura 3-12: Accesorios del PAT terminados (izquierda) y montados (derecha)
Fuente: Elaboración propia

Terminada la fabricación de cada una de los accesorios para el PAT se realizó una preparación de superficies según norma SSPC, además de una limpieza con solventes (SP1) y una limpieza con herramientas manuales (SP2). Para este propósito se utilizó lijar de fierro. Una vez preparada se aplicó pintura anticorrosiva epóxica zincromato mezclada con diluyente thinner acrílico como se puede observar en la figura 3-12 los accesorios pintados. A continuación, en la tabla 3-7 se pueden apreciar las medidas y características reales de los accesorios fabricados.

Tabla 3-7: Medidas reales de fabricación de los accesorios del PAT

DESCRIPCIÓN	Peso (kg)	Pintura (mills)	DIMENSIONES (mm)	
Accesorio superior del PAT (6 pines)	1,02	5,90	Diámetro de pines sujeccion	3,15
			Distancia enre centros de pines	18,49
			Longitud útil de pines	61,20
			Altura de orejas	25,10
Accesorio inferior del PAT (7 pines)	1,34	5,90	Diámetro de pines sujeccion	3,15
			Distancia enre centros de pines	18,51
			Longitud útil de pines	70,25
			Altura de orejas	24,90

Fuente: Elaboración propia

También se tienen los costos detallados de los accesorios del PAT en la tabla 3-8 vista a continuación, teniendo un costo total de S/431,00.

Tabla 3-8: Costos de los accesorios del PAT.


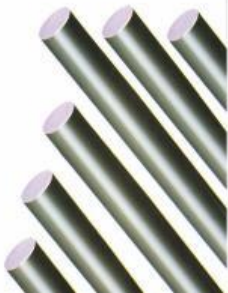
DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
ACCESORIO INFERIOR DEL PAT				232,00
Costos de material				
ASTM A36 (L63.5x63.5x6.4mm)	mm	300,000	0,100	30,00
INOX 303 (Ø3.18)	mm	600,000	0,010	6,00
INOX 303 (Ø9.53)	mm	180,000	0,020	4,00
				40,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	3,500	28,000	98,00
Proceso de taladrado	horas	2,000	15,000	30,00
Proceso de torneado	horas	0,500	20,000	10,00
Procesos manuales	horas	4,500	12,000	54,00
				192,00
ACCESORIO SUPERIOR DEL PAT				199,00
Costos de material				
ASTM A36 (L63.5x63.5x6.4mm)	mm	250,000	0,100	25,00
INOX 303 (Ø3.18)	mm	520,000	0,010	6,00
INOX 303 (Ø9.53)	mm	170,000	0,020	3,50
				34,50
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	3,000	28,000	84,00
Proceso de taladrado	horas	1,500	15,000	22,50
Proceso de torneado	horas	0,500	20,000	10,00
Procesos manuales	horas	4,000	12,000	48,00
				164,50
TOTAL				431,00

Fuente: Elaboración propia

3.3. RING CRUSH TEST (RCT)

Para fabricar el accesorio del RCT se utilizó un bloque circular de acero ASTM A36 y una barra redonda lisa de acero SAE 1045 como se indica en la tabla 3-9. Además, en la misma tabla se indican las medidas compradas y las principales características y propiedades del material empleado.

Tabla 3-9: Material empleado para fabricar el accesorio del RCT

MATERIAL	IMAGEN	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y/O PROPIEDADES
PLANCHA GRUESAS DE ACERO ASTM A36		Diámetro: 70mm Espesor: 25,4mm	Aleación de hierro y carbono, en diferentes proporciones. Es un material versátil, resistente y reciclable. (ver anexo D-13)
BARRA REDONDA LISA DE ACERO SAE 1045		Diámetro: 12,7mm Longitud: 120mm	Producto de sección transversal circular, que se obtiene por laminación de palanquillas de acero previamente calentadas hasta una temperatura aproximada de 1250°C. Se suministran en 3 calidades de acero: Estructural, SAE 1022 y SAE 1045. (ver anexo D-14)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3-10 se pueden apreciar las dimensiones más significativas requeridas por la norma TAPPI 822 para el accesorio mecánico en cuestión. Para mayor información acerca de las dimensiones del accesorio se recomienda ver los anexos (ver anexo A-4).

Tabla 3-10: Dimensiones requeridas por TAPPI 822 para el accesorio de RCT

DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA (mm)	DIMENSIONES (mm)	
Porta probeta circular	0,5	Diámetro exterior	60,0
		Diámetro interior	50,0
		Espesor de asiento	2,0
		Profundidad hasta asiento	6,0

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Procedimiento de Fabricación del accesorio para el RCT

a) Porta probetas circular

Como primer paso en la fabricación de este accesorio se realizó un corte circular de 70 ± 5 mm de diámetro utilizando un compás metálico y oxicorte. Acto seguido se soldó un tubo redondo de 50,8mm de diámetro a este disco para permitir un correcto agarre al chuck de 3 mordazas del torno para así cilindrar la pieza hasta un diámetro exterior de $60,00 \pm 0,1$ mm utilizando una cuchilla carburada de 16mm de altura debido a que la pieza circular se endureció por el corte. Posteriormente se retiró el tubo soldado, para realizar el

refrentado en ambas caras de la pieza hasta un espesor de $23,00 \pm 0.1\text{mm}$ como se ve en la figura 3-13.

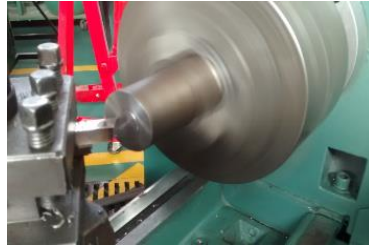


Figura 3-13: Proceso de refrentado del bloque circular de acero ASTM 36 en el torno
Fuente: Elaboración propia

Acto seguido se realizó el refrentado interior en el torno como se observa en la figura 3-14, con un diámetro interior de $49,0 \pm 0,1\text{mm}$ y una profundidad de $6 \pm 0,1\text{mm}$, además un desnivel interior con ancho de $2 \pm 0,1\text{mm}$ y profundidad de $1 \pm 0,1\text{mm}$, donde irá apoyado el papel liner del cartón corrugado. Utilizando para dicho proceso una cuchilla de interior carburada.



Figura 3-14: Proceso de mecanizado interior del bloque circular de acero ASTM A36 en el torno
Fuente: Elaboración propia

Después de tornearse la porta probetas circular se le dio un pulido con lijar de agua 320-9/0-A y 400-10/0-A en el torno para eliminar algunos bordes sobrantes y también obtener un buen acabado superficial como se ve en la figura 3-15.



Figura 3-15: Porta probeta circular ASTM A36 pulido
Fuente: Elaboración propia

Terminado el torneado de la pieza circular, se realizó un agujero no pasante de 8,5mm de diámetro en el taladro fresador guiándose de una marca a 8 mm de la base inferior de la porta probetas realizado con un punzón, un martillo de cabeza de metal y una broca de centrar como se ve en la figura 3-16.



Figura 3-16: Proceso de taladrado con una broca de centrar al porta probeta circular
Fuente: Elaboración propia

Como paso final en la fabricación de la porta probeta circular se realizó un roscado manual como se ve en la figura 3-17 utilizando un juego de machos M-10 x1,5mm y una terraja. Es importante resaltar el uso del aceitero en cada momento para evitar fricción excesiva en el área crítica de roscado que podría causar la rotura de la herramienta o perfiles de rosca rotos o arrancados.



Figura 3-17: Proceso de roscado manual realizado a la porta probeta circular
Fuente: Elaboración propia

b) Mango de Sujeción

Como primer paso en la fabricación del mango de sujeción, se refrentó ambas caras de una varilla redonda de acero 1045 con un diámetro de 12,7mm y un largo de 120mm con una cuchilla plana, hasta tener una longitud de $104 \pm 0,1$ mm de largo y posteriormente se cilindró hasta tener un diámetro de $10 \pm 0,1$ mm. A continuación se realizó un roscado exterior en el torno con una longitud de rosca de $23 \pm 0,1$ mm desde la esquina, teniendo

un paso de 1,5mm y un ángulo de flanco de 60° como se ve en la figura 3-18. Como último paso se pulió con lijar de agua 320-9/0-A y 400-10/0-A 320 y 400.



*Figura 3-18: Mango de sujeción terminado de acero 1045 para sostener el porta probeta circular
Fuente: Elaboración propia*

Terminada la fabricación del accesorio para el RCT se realizó una preparación de superficies según norma SSPC, además de una limpieza con solventes (SP1) y una limpieza con herramientas manuales (SP2). Para este propósito se utilizó lijar de fierro. Una vez preparada se aplicó pintura anticorrosiva epóxica zincromato mezclada con diluyente thinner acrílico como se puede observar en la figura 3-19 el accesorio pintado.



*Figura 3-19: Accesorio del RCT terminado y pintado
Fuente: Elaboración propia*

Como se puede observar en la tabla 3-11 las medidas alcanzadas a lo largo del proceso de fabricación se encuentran dentro de la tolerancia impuesta por la norma TAPPI 822.

Tabla 3-11: Medidas reales de fabricación del accesorio del RCT

DESCRIPCIÓN	Peso (kg)	Pintura (mills)	DIMENSIONES (mm)	
Porta probeta circular	0,49	5,90	Diámetro exterior	60,10
			Diámetro interior	49,51
			Espesor de asiento	2,10
			Profundidad hasta asiento	5,95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-12: Costos del accesorio RCT

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
MANGO DE SUJECCIÓN				31,00
Costos de material				
SAE 1045 (Ø12.7mm)	mm	120,000	0,025	3,00
				3,00
Costos de maquinado				
Proceso de torneado	horas	1,250	20,000	25,00
Procesos manuales	horas	0,250	12,000	3,00
				28,00
PORTAPROBETA CIRCULAR				76,50
Costos de material				
ASTM A36 (Ø70mm)	mm	25,000	0,200	5,00
				5,00
Costos de maquinado				
Proceso de soldado	horas	0,200	40,000	8,00
Proceso de taladrado	horas	0,500	15,000	7,50
Proceso de torneado	horas	2,500	20,000	50,00
Procesos manuales	horas	0,500	12,000	6,00
				71,50
TOTAL				107,50

Fuente: Elaboración propia

3.4. FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA

Para fabricar la troqueladora manual se emplearon distintos materiales que se describen en la tabla 3-13 con las medidas adquiridas y sus principales características y propiedades del material empleado.

Tabla 3-13: Cuadro de materiales empleados para la troqueladora manual

MATERIAL	PIEZA	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
PLANCHA DE ACERO ASTM A36	Bastidor de la mandíbula	400 x 150mm Espesor:19,1mm	Aleación de hierro y carbono, en diferentes proporciones. Este material es versátil, resistente y con capacidad para ser reciclado. -Son fáciles de cortar, doblar, maquinar y soldar. Siendo el A36 un acero al carbono de Mediana resistencia mecánica
	Bastidor de la Quijada	520 x 155 mm Espesor:25,4mm	
	Orejas de la mandíbula	50 x 35mm Espesor: 9,53mm	

MATERIAL	PIEZA	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
	Orejas del bastidor de la quijada	59 x 22mm Espesor:19,05mm	Existiendo en el mercado `planchas y bobinas LAC = Laminados en Caliente - LAF = Laminados en Frío. (ver anexo D-13)
	Porta cuchilla circular	170 x 140mm Espesor:31,8mm	
	Porta cuchilla rectangular	170 x 140mm Espesor:31,8mm	
	Cuchillas de corte circular	Diámetro 120mm Espesor:25,4mm Diámetro 100mm Espesor:25,4mm	
BARRA REDONDA LISA SAE 1045	Agarradera de metal	Diámetro:35mm Longitud:115mm	Producto de sección transversal circular, que se obtiene por Laminación de palanquillas de Acero, previamente calentadas hasta una temperatura del orden de los 1250°C. Se suministran en 3 calidades de acero: Estructural, SAE 1022 y SAE 1045. (ver anexo D-14)
	Columna principal	Diámetro:25,4mm Longitud:250mm	
	Palanca de accionamiento	Diámetro:25,4mm Longitud:180mm	
	Pin de la articulación principal	Diámetro:12,7mm Longitud:170mm	
VARILLA DE ACERO INOXIDABLE 303	Pines Sujetadores	Diámetro:6,4mm Longitud:90mm	La Aleación 303 es un acero inoxidable austenítico no magnético que no se puede endurecer mediante tratamiento térmico. Espacial para propósitos de maquinado, buena resistencia a la oxidación, tiene buenas propiedades mecánicas Aplicación: Se usa para la fabricación de partes para bombas, partes maquinadas y ejes. (ver anexo D-16)
PLATINA DE ACERO A36	Platina accionadora	200 x 25,4mm Espesor:6,4mm	Producto de acero que ha sido laminado en caliente LAC en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular. Tiene las superficies lisas. (ver anexo D-17)
	Topes del porta cuchillas rectangular	20 mm x 20mm Espesor:6,4mm	
CAUCHO DE NITRILO (NBR)	Gomas de apoyo de Nitrilo	Diámetro:30mm Longitud:16mm	El caucho de nitrilo, es un caucho sintético. Características: - Excelente resistencia a los aceites - Muy buenas propiedades mecánicas - Muy buena resistencia a los solventes - Muy buena adhesión a los metales (ver anexo D-18)

MATERIAL	PIEZA	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
PLACA DE PE-UHMW	Placa receptora de las cuchillas de corte	175 x 150mm Espesor:10mm	El polietileno de ultra alto peso molecular tiene excelentes propiedades mecánicas, principalmente a la abrasión e impacto, así como la resistencia a la entalladura, Características: -Superficie de baja fricción. -Resistente al desgaste. -Resistente al impacto. -Resistente a la corrosión. -Fácil de maquinar. (ver anexo D-19)
		175 x 150mm Espesor:6mm	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se tiene la tabla 3-14 donde se definen las dimensiones más críticas de la troqueladora para realizar correctamente la operación de corte, la tolerancia de diseño aplicada en estas piezas es de $\pm 0.5\text{mm}$. Para observar de manera más general las medidas de cada una de las partes de la troqueladora se recomienda revisar los anexos (ver anexo A-1).

Tabla 3-14: Dimensiones críticas de diseño para la troqueladora.

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (mm)	
Porta cuchillas rectangular	Ranuras necesarias para recortar probetas ECT	50,0
		50,0
	Ranuras necesarias para recortar probetas PAT	50,0
		150,0
Ranuras necesarias para recortar probetas RCT	12,7	
	150,0	
Cuchillas de 50mm	Longitud de corte	50,0
Cuchillas de 140mm	Longitud de corte	50,0
Cuchillas de 150mm	Longitud de corte	150,0
Porta cuchillas circular	Diámetro interior para la cuchilla FCT $\varnothing 64$	64,0
	Diámetro exterior para la cuchilla FCT $\varnothing 90$	103,0
Cuchilla circular de $\varnothing 64\text{mm}$	Diámetro interno de corte	64,0
Cuchilla circular de $\varnothing 90\text{mm}$	Diámetro de corte	90,0

Fuente: Elaboración propia

Para el ensamble de la troqueladora manual se emplearon distintos accesorios como anillos de seguridad para el pin de la articulación, pernos de cabeza Allen, y un conjunto de pernos de rosca métrica y tuercas que se describen en la tabla 3-15 con las medidas utilizadas y sus principales características y propiedades.

Tabla 3-15: Cuadro de accesorios utilizados en la máquina troqueladora

IMAGEN	COMPONENTE	MEDIDAS	CARACTERÍSTICAS
	ANILLOS DE SEGURIDAD RADIALES PARA EJES TIPO RS	Diámetro int: 11,9mm	Su función es restringir el movimiento axial de ejes equipados con ranuras Norma: DIN 6799 Material: Acero al carbono (ver anexo D-20)
	PERNO ALLEN DE CABEZA AVELLANADA	M8x20mm M8x25mm	Su cabeza cónica permite que el tornillo se introduzca completamente en un agujero avellanado. Norma: DIN 7991 Material: Acero de medio carbono templado y revenido Grado Resistencia: 12,8 Tipo de Cabeza: ALLEN interior hexagonal Recubrimiento: Pavonado en caliente (ver anexo D-21)
	PERNO DE ROSCA METRICA	M8x50mm	Norma: DIN 933 Material: Acero de mediano carbono templado y revenido Grado Resistencia: 8,8 Tipo de cabeza: Hexagonal Recubrimiento: Pavonado. (ver anexo D-22)
	TUERCA HEXAGONAL	M8	Norma: DIN 934 Material: Acero de medio carbono Grado Resistencia: 8,8 Tipo de cabeza: Hexagonal (ver anexo D-23)

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Mandíbula

a) Fabricación del bastidor de la mandíbula

Como primer paso se obtuvo un bloque de 400x150x19mm de ASTM A36 cortado mediante oxicorte, y se desbastó todas las superficies de la pieza mediante un esmeril manual de desbaste y un disco de pulido. Posteriormente se rectificaron las superficies de la pieza mediante el uso de una fresa espiga de 0,5pulg instalada en una máquina fresadora, como se ve en la figura 3-20, además de una regla de nivel y una regla plana hasta tener las dimensiones de $384 \times 148 \times 19 \pm 0,1$ mm.



*Figura 3-20: Proceso de Fresado del bastidor de la mandíbula
Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se realizaron trazos con un marcador y una regla de metal para servir de guía y poder cortar con un arco de sierra manual los extremos, donde irán apoyados los topos de la articulación de la quijada como se ve en la figura 3-21.



*Figura 3-21: Bastidor de la mandíbula realizando el proceso de corte en el extremo con un arco de sierra
Fuente: Elaboración propia*

Acto seguido se procedió a taladrar el agujero central del bastidor de la mandíbula con una broca de $\text{Ø}1$ pulg con un centro alejado 180mm del borde donde se realizaron las ranuras del paso anterior. Posteriormente se taladró con una broca $\text{Ø}18\text{mm}$ a 31mm del mismo borde, como se observa en la figura 3-22, para después poder retirar el material de la parte media de la pieza mediante el corte con un arco de sierra y posteriormente un proceso de fresado.

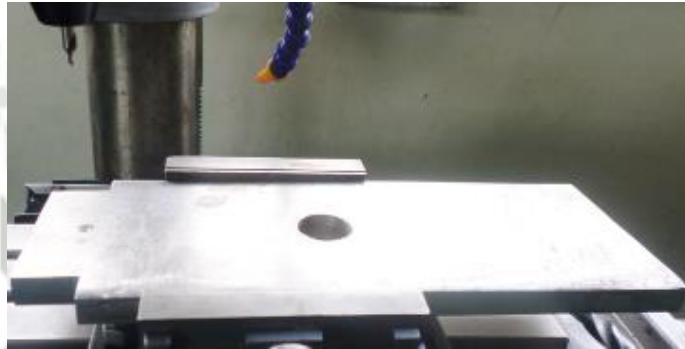


Figura 3-22: Proceso de perforado del extremo medio del bastidor de la mandíbula
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se taladró el agujero $\text{Ø}12,5\text{mm}$ donde se ubicará el pin de la articulación principal utilizando una broca especial $\text{Ø}0,5$ pulg y un largo de 13mm. Después se unió por puntos de soldadura la porta cuchillas circular y posteriormente la rectangular, con el bastidor de la mandíbula, realizando 4 agujeros en el bastidor de la mandíbula con una broca de $\text{Ø}6,5\text{mm}$. Una vez realizados los agujeros respectivos se avellano como se ve en la figura 3-23.



Figura 3-23: Proceso de avellanado aplicado al bastidor de la mandíbula
Fuente: Elaboración propia

b) Fabricación de las orejas de la mandíbula

Como primer paso se marcó y cortó dos bloques $47 \times 31 \times 9,53 \pm 0,1 \text{ mm}$ de ASTM A36 utilizando un arco de sierra. Una vez cortados se limaron y se soldaron ambas piezas únicamente para poder taladrarlas con una broca de $\text{Ø}8 \text{ mm}$ de la manera que se ve en la figura 3-24.



Figura 3-24: Proceso de taladrado de la orejas de la mandíbula (izquierda) y terminado (derecha)
Fuente: Elaboración propia

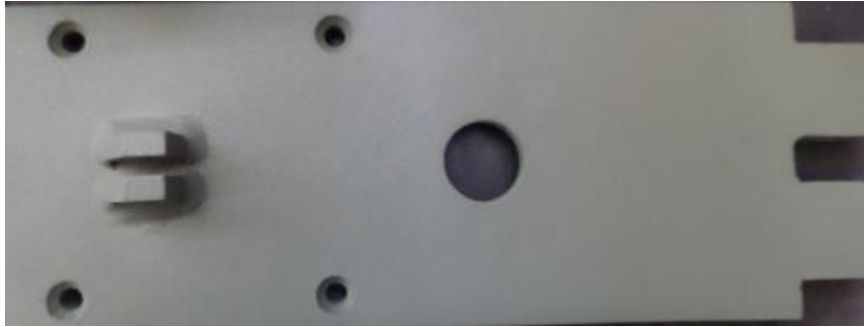
Acto seguido se realizó un corte a un ángulo de 40° para obtener una mejor estética, utilizando un arco de sierra para obtener una pieza como la que se observa en la figura 3-25. Como último paso en su fabricación se limaron y lijaron los bordes de cada oreja.



Figura 3-25: Orejas del bastidor de la mandíbula antes de limar.
Fuente: Elaboración propia

c) Montaje del bastidor

Una vez terminadas las partes del bastidor se procedió a soldar mediante el proceso MIG/MAG de la manera como se ve en la siguiente figura 3-26.



*Figura 3-26: Soldado de las dos orejas con la el bastidor de la mandíbula
Fuente: Elaboración propia*

3.4.2. Quijada

a) Fabricación del bastidor de la quijada

Inicialmente se retiraron el óxido, irregularidades y rebabas ocasionadas por el oxicorte aplicado a una pieza 520x155x25,4mm de ASTM A36 utilizando un esmeril de mano con disco de desbaste acoplado como se observa en la siguiente figura 3-27 para dejar la pieza libre de estas impurezas como se observa en la figura 3-28.



*Figura 3-27: Limpieza de las rebabas utilizando un esmeril de mano con disco de desbaste acoplado
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 3-28: Superficies del Bastidor de la quijada biselada
Fuente: Elaboración propia*

Acto seguido se rectificaron las superficies de la pieza utilizando una espiga de 0,5 pulg en la máquina fresadora como se observa en la figura 3-29, hasta obtener las medidas de $494 \times 148 \times 25,4 \pm 0,1 \text{ mm}$.



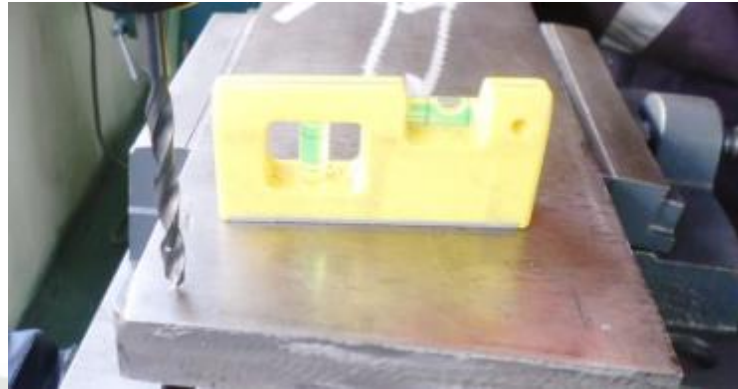
Figura 3-29: Proceso de fresado del bastidor de la quijada con una espiga de 0,5 pulg
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se aplicó un cepillado transversal de $172 \pm 0,1 \text{ mm}$ de largo alejado $104 \pm 0,1 \text{ mm}$ de un extremo de la pieza con una profundidad de $10 \pm 0,1 \text{ mm}$ como se observa en la figura 3-30, utilizando una cuchilla de corte carburada.



Figura 3-30: Proceso de cepillado terminado del Bastidor de la quijada
Fuente: Elaboración propia

Llegado a este punto se taladró y torneó la superficie interior hasta tener un agujero pasante de $\text{Ø}25,4 \pm 0,1 \text{ mm}$ a 38mm de la ranura creada, realizando todo este proceso en el torno con un chuck de cuatro mordazas, utilizando un tubo soldado. Siguiendo con el proceso se taladraron cuatro agujeros de $\text{Ø}6,5 \pm 0,1 \text{ mm}$ con una profundidad de 12mm como se observa en la figura 3-31, ubicados a 15mm de cada esquina. Acto seguido se hizo un roscado manual con un juego de machos M-8 para poder empernar los 4 tornillos respectivos con sus gomas de apoyo.



*Figura 3-31: Proceso de perforado con broca de 6,5 mm para las gomas de apoyo
Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente se taladraron cuatro agujeros de $\text{Ø}6,5\pm 0,1\text{mm}$ pasantes, ubicados a 15mm de cada esquina dentro de la ranura como se ve en la figura 3-32, para finalmente realizar un roscado manual con un juego de machos M-8 y así poder servir como soporte de los pernos encargados de sujetar las bases rectangulares de PE-UHMW.



*Figura 3-32: Proceso de roscado manual en el bastidor de la quijada
Fuente: Elaboración propia*

b) Fabricación de las orejas de la quijada

Inicialmente se cortaron tres piezas de 59x66x19mm ASTM A36 utilizando un arco de sierra. Después se rectificaron sus superficies en la máquina fresadora hasta tener las

medidas de $57 \times 20 \times 19 \pm 0,1$ mm utilizando una fresa espiga de 0,5 pulg, una regla de nivel y un martillo de goma como se ve en la figura 3-33.



Figura 3-33: Proceso de fresado de las orejas del bastidor de la quijada
Fuente: Elaboración propia

Una vez rectificadas las superficies se taladró con una broca de $\varnothing 12$ mm las tres al mismo tiempo de la manera que se observa en la figura 3-34.



Figura 3-34: Proceso de taladrado pasante con una broca de $\varnothing 12$ mm aplicado a las orejas de la quijada
Fuente: Elaboración propia

c) **Fabricación de la columna principal**

Inicialmente se cortó un eje de $\varnothing 25,4 \times 250$ mm de ASTM A36 con arco de sierra para después desbastarlo y refrentarlo en el torno asegurando un extremo con la contrapunta móvil hasta obtener $\varnothing 25 \times 242 \pm 0,1$ mm. Acto seguido se utilizó una fresa espiga de 0.5 pulg para fresar un extremo de la pieza como se observa en la figura 3-35.



Figura 3-35: Proceso de fresado de la columna principal
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se limaron los extremos de la pieza para evitar bordes cortantes, obtener un mejor aspecto y un funcionamiento más limpio como se ve en la figura 3-36.



Figura 3-36: Realización de los bordes de la columna principal
Fuente: Elaboración propia

Como último paso se procedió con el taladrado de un agujero $\text{Ø}8\text{mm}$ centrado la parte recién fresada de la pieza como se ve en la siguiente figura 3-37.



Figura 3-37: Realización de agujero central de la columna principal
Fuente: Elaboración propia

d) Montaje de la quijada

Finalmente se soldó utilizando el proceso MIG/MAG las tres orejas al bastidor, además de la columna principal quedando como se ve en la figura 3-38.



Figura 3-38: Orejas del bastidor y columna principal soldadas al bastidor de la quijada
Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Pin de la Articulación Principal

Como primer paso en la fabricación de esta pieza se cortó $\text{Ø}12,7 \times 160\text{mm}$ de ASTM A36 con un arco de sierra, para después desbistarla en el torno hasta tener $\text{Ø}12,4 \times 157 \pm$

0,1mm. Acto seguido se utilizó una cuchilla de tronzar para realizar las ranuras a cada extremo del eje con un ancho de $1,1 \pm 0,1$ mm como se ve en la figura 3-39.



*Figura 3-39: Pin de la articulación principal terminada
Fuente: Elaboración propia*

3.4.4. Palanca de Accionamiento

Inicialmente se cortó con arco de sierra $\text{Ø}25,4 \times 180$ mm de ASTM A36 para después desbastarlo en el torno hasta cumplir con las medidas de $\text{Ø}25,4 \times 174 \pm 0,1$ mm. Acto seguido se marcó la mitad del eje con un marcador de metal como se ve en la figura 3-40.



*Figura 3-40: Traza recta con un arco de sierra manual para indicar la línea de proceso de fresado
Fuente: Elaboración propia*

A continuación, guiándose de la marca realizada se realizó un ranurado de $62 \pm 0,1$ mm de largo utilizando el arco de sierra y posteriormente una fresa espiga de 7mm en la fresadora, dejando una ranura de $7 \pm 0,1$ mm de ancho como se ve en la figura 3-41.



*Figura 3-41: Ranura de la palanca de accionamiento en la máquina fresadora
Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente se taladraron dos agujeros pasantes de $\varnothing 8\text{mm}$ en el taladro fresador para servir como articulación del elemento, como se observa la figura 3-42.



Figura 3-42: Proceso de taladrado de la palanca de accionamiento
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se taladró un agujero de $\varnothing 19 \times 10 \pm 0,1\text{mm}$ en el torno de la manera que se observa en la figura 3-43 para poder ubicar de manera correcta la agarradera al soldar.



Figura 3-43: Proceso de perforado en el torno de la palanca de accionamiento
Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado este agujero se soldó la agarradera a la palanca de accionamiento. Se escogió trabajar con una palanca de cambios de segunda mano que se limpió, lijó, cortó y finalmente se soldó de acuerdo a lo dicho anteriormente para obtener un mejor agarre y por ende una mejor ergonomía al accionar la troqueladora.

3.4.5. Platinas Accionadoras

Inicialmente se cortó dos platinas $200 \times 25,4 \times 6,35\text{mm}$ de ASTM A-36 con arco de sierra para después esmerilar sus bordes, evitando bordes cortantes y redondeando sus extremos. Acto seguido se taladraron dos agujeros $\varnothing 8\text{mm}$ pasantes a $12,5 \pm 0,1\text{mm}$ de los extremos para obtener dos platinas como se ven en la figura 3-44.



Figura 3-44: Platinas accionadoras terminada
Fuente: Elaboración propia

3.4.6. Porta Cuchillas Circular

Como primer paso se cortó por oxicrote un bloque 170x140x31,8mm de ASTM A36 para luego rectificar sus superficies utilizando una espiga de 0,5 pulg en la máquina fresadora hasta llegar a tener 163x140x31,0 ± 0,1mm. A continuación, se soldó un tubo de acero en el centro de la parte posterior del bloque para poder sujetarlo con un chuck de 4 mordazas y torneó su ranura circular que se puede observar en la figura 3-45.



Figura 3-45: Porta cuchilla circular torneada para el ensayo FCT
Fuente: Elaboración propia

Acto seguido se taladró un agujero $\text{Ø}6,5 \times 80 \text{mm}$ a un costado del bloque, tal y como se ve en la figura 3-46, este agujero servirá para ajustar las cuchillas circulares mediante un pin de sujeción de $\text{Ø}1/4$ pulg de acero inoxidable.



Figura 3-46: Proceso de perforado para el pin de traba de las cuchillas circulares del ensayo FCT
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se soldó la porta cuchillas a la mandíbula únicamente para realizar el taladrado de manera precisa, como se vio en la fabricación de la mandíbula, después se retiró la porta cuchillas y se realizó un roscado manual M8 en cada uno de los agujeros quedando la pieza como se puede observar en la figura 3-47.



Figura 3-47: Agujeros roscados no pasantes del porta cuchilla circular
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se utilizaron troqueles marcadores de letras, para indicar la parte frontal de la porta cuchillas y los ensayos realizables en él.

3.4.7. Porta Cuchillas Rectangular

De manera similar a la porta cuchillas circular se cortó por oxicorte un bloque 170x140x31,8mm de ASTM A36 para luego maquinar sus superficies utilizando una fresa de espiga de 0,5pulg en la máquina fresadora hasta llegar a tener 163x140x31,0±0,1mm.

Posteriormente se ranuro la pieza como se ve en la figura 3-48 utilizando fresas espigas de vástago de 5/8pulg, 1/2pulg y 3/8pulg hasta a una profundidad máxima de $17 \pm 0,1$ mm.



*Figura 3-48: Proceso de fresado del porta cuchillas para los ensayos ECT, PAT y RCT
Fuente: Elaboración propia*

De esta manera se realizaron los canales con un ancho de $12,7 \pm 0,1$ mm y de $15,9 \pm 0,1$ mm donde irán introducidas las cuchillas de Cr + V de 1/8pulg espesor para los ensayos ECT, PAT y RCT como se ve en la figura 3-49.



*Figura 3-49: Proceso de fresado de los canales del porta cuchillas rectangular
Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se soldó la porta cuchillas rectangular a la mandíbula con el único objetivo de realizar el taladrado de manera precisa, como se vio en la fabricación de la mandíbula, después se retiró la porta cuchillas y se realizó un roscado manual M8 en cada uno de los agujeros, quedando como se puede observar en la figura 3-50.



*Figura 3-50: Proceso de perforación y roscado manual del porta cuchillas para los ECT, PAT y RCT
Fuente: Elaboración propia*

Después se soldaron los topes de 1/8pulg de espesor paralelas a las cuchillas de Cr + V para asegurar un buen ajuste de las mismas. Acto seguido se taladraron 10 agujeros $\text{Ø}6,5\text{mm}$ repartidos como se observa en los planos adjuntos, estos agujeros servirán como apoyo para los pines de acero inoxidable de sujeción de las cuchillas de Cr + V. Se procedió como se observa en la figura 3-51.



*Figura 3-51: Proceso de taladrado con una broca de 6.5 mm del porta cuchilla rectangular
Fuente: Elaboración propia*

Finalmente se utilizaron troqueles marcadores de letras para marcar la codificación como se ve en la figura 3-52, indicando el lado frontal de la porta cuchillas, el lado (izquierda y derecha) y los tipos de muestras de ensayos que se pueden cortar con la porta cuchillas.



Figura 3-52: Proceso de codificación en función a cada tipo de ensayo a realizar
Fuente: Elaboración propia

3.4.8. Placas Receptoras

Como primer paso se cortaron dos planchas 175x150x10mm y 175x150x6mm de PE-UHMW, para después rectificarlas con una fresa espiga de 0,5pulg en la máquina fresadora hasta tener 172x148x10± 0,1mm y 172x148x6± 0,1mm respectivamente. Acto seguido se taladraron cuatro agujeros pasantes de Ø8mm a 15mm de las esquinas de ambas planchas para finalmente realizar un avellanado en cada agujero de ambas placas. Una vez realizado el avellanado de cada plancha se marcaron al accionar la máquina troqueladora, quedando como se ve en la figura 3-53.



Figura 3-53: Placas receptoras PE-UHMW terminadas para los ensayos ECT, FCT, PAT y RCT
Fuente: Elaboración propia

3.4.9. Cuchillas De Corte Rectangular

Se adquirieron 6 cuchillas de 6x1x1/8 pulg de Cr +V de la marca RITUS como se ve en la figura 3-54.



*Figura 3-54: Cuchilla Cr +V marca RITUS
Fuente: Elaboración propia*

Como primer paso se recortaron dos cuchillas a 150mm para poder ejecutar cortes longitudinales de 150mm, otras tres a 140mm para ejecutar cortes transversales de 50mm y por último otra se recortó a 50mm para realizar cortes longitudinales de 50mm. Acto seguido se perforaron dos agujeros $\text{Ø}6,5\text{mm}$ a cada extremo de las dos cuchillas de 150mm, otros dos agujeros $\text{Ø}6,5\text{mm}$ a la altura que se observa en la figura 3-55, y por último otros dos agujeros $\text{Ø}6,5\text{mm}$ a cada extremo de las dos cuchillas de 50mm. Todos los agujeros fueron realizados mientras las cuchillas se encontraban ensambladas en sus ranuras correspondientes de la porta cuchillas, además de ser taladrados por brocas especiales HSS Co de 6,5mm.



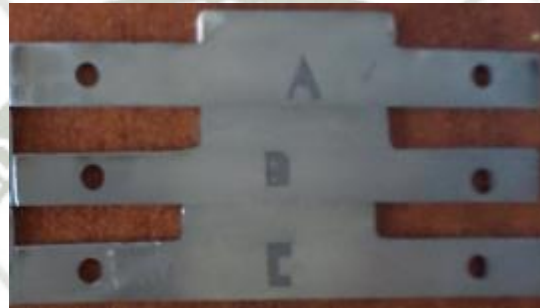
*Figura 3-55: Perforado de las cuchillas de Cr +V marca RITUS
Fuente: Elaboración propia*

Luego se desbastaron los lados no efectivos de corte de las cuchillas de 140mm, utilizando un disco de corte especial acoplado a un esmeril de mano para obtener un resultado como el visto en la figura 3-56.



*Figura 3-56: Corte de los lados no efectivos de la cuchillas Cr + V marca RITUS
Fuente: Elaboración propia*

Finalmente se realizó la codificación de las respectivas cuchillas por medio de electrolisis, como se ve en la figura 3-57, para conocer la posición que ocuparán en el porta cuchillas rectangular. Para el proceso se utilizó una pila tipo D de 1,5V-3A, cables con su respectiva mordaza, cinta scotch, vinagre con sal, un cutter y algodón.



*Figura 3-57: Proceso de electrolisis para el marcado de las cuchillas de Cr + V
Fuente: Elaboración propia*

3.4.10. Cuchillas Circulares

Primero se obtuvo dos bloques, uno $\text{Ø}120 \times 25,4 \text{ mm}$ y el otro $\text{Ø}100 \times 25,4 \text{ mm}$, ambos ASTM A36 cortados mediante oxicorte. Comenzando con la fabricación se taladró ambas cuchillas con una broca de $1\frac{1}{4}$ pulg en el torno como se ve en la figura 3-58 para después comenzar con el torneado de su superficie interior.



*Figura 3-58: Proceso de perforado en el torno de la cuchillas circulares con una broca de $1\frac{1}{4}$ pulg
Fuente: Elaboración propia*

Acto seguido se cilindró y refrentó en el torno como se observa en la figura 3-59 hasta tener un diámetro exterior de $\varnothing 103,3$ y $\varnothing 76,8 \pm 0,1$ mm respectivamente y una altura total de $24 \pm 0,1$ mm para ambos bloques.



Figura 3-59: Proceso de cilindrado y refrentado de las cuchillas circulares en el torno
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se taladró un lado de cada cuchilla con una broca $\varnothing 6,5$ mm para permitir la sujeción de las cuchillas a la porta cuchillas mediante un pin de sujeción $\varnothing 6,35 \times 75$ mm. Quedando de esta manera las cuchillas circulares como se observa en la figura 3-60.

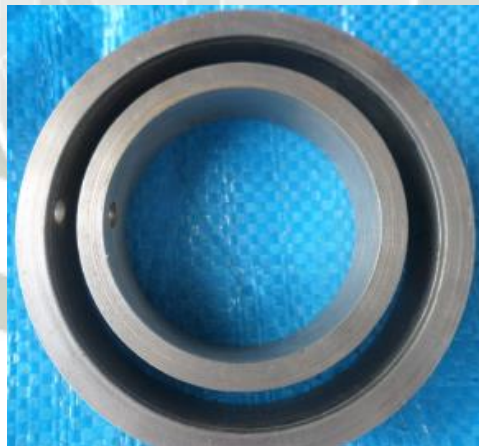


Figura 3-60: Cuchillas circulares terminadas para el ensayo FCT
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se aplicó un tratamiento térmico de cementado en las piezas circulares, con el objetivo de aumentar la dureza de las cuchillas circulares y su vida útil de trabajo.

3.4.11. Pines Sujetadores

Como primer paso se cortaron 3 pines $\text{Ø}6,35 \times 75 \text{mm}$ y 6 pines $\text{Ø}6,35 \times 40 \text{mm}$ de INOX-303 con arco de sierra. Se esmeriló, se limó y se lijó cada extremo para evitar bordes cortantes, además para fines ergonómicos se prensó un extremo de cada pin hasta obtener la forma vista en la figura 3-62, se trabajó en caliente.



Figura 3-61: Pines sujetadores terminados
Fuente: Elaboración propia

3.4.12. Gomas de Apoyo

Inicialmente se adquirieron 4 piezas $\text{Ø}29 \times 16 \pm 0,1 \text{mm}$ de nitrilo, las cuales tenían un agujero pasante de $\text{Ø}8 \text{mm}$ que fue agrandado por una broca $\text{Ø}16 \text{mm}$ hasta una profundidad de 9mm . Estos agujeros servirían para albergar la cabeza del perno Allen M-8 que sujetaría cada goma de apoyo al empernarse al bastidor de la quijada. Se puede observar las gomas de apoyo terminadas en la figura 3-62.



Figura 3-62: Gomas de apoyo de nitrilo para la troqueladora terminado
Fuente: Elaboración propia

3.4.13. Troqueladora ensamblada y pintada

Terminada la fabricación de cada una de las partes de la máquina troqueladora se realizó una preparación de superficies según norma SSPC, además de una limpieza con solventes (SP1) y una limpieza con herramientas manuales (SP2). Para este propósito se utilizó una escobilla de acero y lijar de pared. Una vez preparada la troqueladora se aplicó pintura anticorrosiva epóxica zincromato (*ver anexo D-11*) mezclada con diluyente thinner acrílico de manera que se alcanzaron 6 mills de espesor de pintura en todas las piezas pintadas. En la figura 3-63 se puede observar la troqueladora terminada, la cual al ser pesada midió 24kg.



*Figura 3-63: Troqueladora terminada, abierta (izquierda) y cerrada (derecha)
Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 3-16 se pueden apreciar las dimensiones principales reales alcanzadas a lo largo del proceso de fabricación de la troqueladora

Tabla 3-16: Medidas principales reales de la troqueladora

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (mm)	
Porta cuchillas rectangular	Ranuras necesarias para recortar probetas ECT	50,2
		50,4
	Ranuras necesarias para recortar probetas PAT	50,1
		150,1
	Ranuras necesarias para recortar probetas RCT	13,1
		150,2
Cuchillas de 50mm	Longitud de corte	50,2
Cuchillas de 140mm	Longitud de corte	50,2
Cuchillas de 150mm	Longitud de corte	150,1
Porta cuchillas circular	Diámetro interior para la cuchilla FCT Ø64	64,4
	Diámetro exterior para la cuchilla FCT Ø90	103,1
Cuchilla circular de Ø64mm	Diámetro interno de corte	64,1
Cuchilla circular de Ø90mm	Diámetro de corte	90,3

Fuente: Elaboración propia

Además, se pueden apreciar los costos totales de cada pieza de la troqueladora, así como de la troqueladora completa en la tabla 3-17 alcanzando un precio total de S/1881.00.

Tabla 3-17: Costos detallados de materia prima y maquinado de la troqueladora

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
ANILLO DE SEGURIDAD PARA EJES DIN 6799				2,00
Costos de material				
Anillo DIN 6799 Ø12mm	unidad	2,000	1,000	2,00
				2,00
CUCHILLA CIRCULAR DE Ø64MM				47,00
Costos de material				
ASTM A36 (Ø100mm)	mm	25,400	0,276	7,00
				7,00
Costos de maquinado				
Proceso de torneado	horas	1,000	20,000	20,00
Tratamiento térmico (cementado)				20,00
				40,00

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
CUCHILLA CIRCULAR DE Ø90MM				50,00
Costos de material				
ASTM A36 (Ø120mm)	mm	25,400	0,394	10,00
				10,00
Costos de maquinado				
Proceso de torneado	horas	1,000	20,000	20,00
Tratamiento térmico (cementado)				20,00
				40,00
CUCHILLAS DE CORTE RECTANGULAR				184,50
Costos de material				
Cuchillas de Cr+V marca RITUS (150x24m)	unidad	6,000	12,000	72,00
				72,00
Costos de maquinado				
Proceso de taladrado	horas	3,000	30,000	90,00
Procesos manuales	horas	1,500	15,000	22,50
				112,50
GOMAS DE APOYO DE NITRILO				26,00
Costos de material				
Nitrilo de Caucho (Ø30x16mm)	unidad	4,000	0,025	12,00
				12,00
Costos de maquinado				
Proceso de torneado	horas	0,400	20,000	8,00
Proceso de taladrado	horas	0,400	15,000	6,00
				14,00
MANDÍBULA				270,00
Costos de material				
ASTM A36 (400x150x19.1mm)	unidad	1,000	39,000	39,00
ASTM A36 (50x35x19.5mm)	unidad	2,000	1,000	2,00
				41,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	2,000	27,500	55,00
Proceso de soldado	horas	0,500	40,000	20,00
Proceso de taladrado	horas	4,000	15,000	60,00
Proceso de torneado	horas	2,000	20,000	40,00
Procesos manuales	horas	4,500	12,000	54,00
				229,00

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
PALANCA DE ACCIONAMIENTO				127,00
Costos de material				
Agarradera de metal (Ø35x115mm)	unidad	1,000	4,000	4,00
ASTM A36 (Ø25.4)	mm	180,000	0,022	4,00
				8,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	1,000	27,500	27,50
Proceso de soldado	horas	0,250	40,000	10,00
Proceso de taladrado	horas	0,500	15,000	7,50
Proceso de torneado	horas	2,500	20,000	50,00
Procesos manuales	horas	2,000	12,000	24,00
				119,00
PERNOS ALLEN DIN 7991 - M8X20				4,00
Costos de material				
Pernos allen DIN 7991 M8x20	unidad	4,000	1,000	4,00
				4,00
PERNOS ALLEN DIN 7991 - M8X25				8,00
Costos de material				
Pernos allen DIN 7991 M8x25	unidad	8,000	1,000	8,00
				8,00
PERNOS HEXAGONALES DIN 933 M8X50				3,00
Costos de material				
Pernos hexagonales DIN 933 M8x50	unidad	3,000	1,000	3,00
				3,00
PIN DE LA ARTICULACIÓN PRINCIPAL				14,00
Costos de material				
ASTM A36 (Ø12.7)	mm	170,000	0,006	1,00
				1,00
Costos de maquinado				
Proceso de torneado	horas	0,500	20,000	10,00
Procesos manuales	horas	0,250	12,000	3,00
				13,00
PINES SUJETADORES				43,40
Costos de material				
INOX 303 (Ø6.35mm)	mm	700,000	0,010	7,00
				7,00
Costos de maquinado				
Proceso de forjado	horas	0,700	40,000	28,00
Procesos manuales	horas	0,700	12,000	8,40
				36,40

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
PLANCHA DE POLIETILENO UHMW DE 6MM				37,30
Costos de material				
PE-UHMW (175x150x6mm)	unidad	1,000	13,000	13,00
				13,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	0,750	27,333	20,50
Proceso de taladrado	horas	0,250	15,200	3,80
				24,30
PLANCHA DE POLIETILENO UHMW DE 10MM				52,30
Costos de material				
PE-UHMW (175x150x10mm)	unidad	1,000	21,000	21,00
				21,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	1,000	27,500	27,50
Proceso de taladrado	horas	0,250	15,200	3,80
				31,30
PLATINAS ACCIONADORAS				23,50
Costos de material				
ASTM A36 (200x25.4x6.4mm)	unidad	2,000	2,000	4,00
				4,00
Costos de maquinado				
Proceso de taladrado	horas	0,500	15,000	7,50
Procesos manuales	horas	1,000	12,000	12,00
				19,50
PORTACUCHILLAS CIRCULAR				185,00
Costos de material				
ASTM A36 (170x140x31.8mm)	unidad	1,000	26,000	26,00
				26,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	2,000	27,500	55,00
Proceso de soldado	horas	0,250	40,000	10,00
Proceso de taladrado	horas	2,000	15,000	30,00
Proceso de torneado	horas	2,000	20,000	40,00
Procesos manuales	horas	2,000	12,000	24,00
				159,00
PORTACUCHILLAS RECTANGULAR				335,50
Costos de material				
ASTM A36 (170x140x31.8mm)	unidad	1,000	26,000	26,00
ASTM A36 (20x20x6.4mm)	unidad	8,000	1,000	8,00
				34,00
Costos de maquinado				
Proceso de fresado	horas	7,000	27,500	192,50
Proceso de soldado	horas	1,000	40,000	40,00
Proceso de taladrado	horas	3,000	15,000	45,00
Procesos manuales	horas	2,000	12,000	24,00
				301,50

DESCRIPCIÓN DE RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
QUIJADA				465,50
Costos de material				
ASTM A36 (520x155x25.4mm)	unidad	1,000	70,000	70,00
ASTM A36 (59x22x19.1mm)	unidad	3,000	1,000	3,00
ASTM A36 (Ø25.4mm)	mm	250,000	0,020	5,00
				78,00
Costos de maquinado				
Proceso de cepillado	horas	3,000	20,000	60,00
Proceso de fresado	horas	3,500	28,000	98,00
Proceso de soldado	horas	1,000	40,000	40,00
Proceso de taladrado	horas	4,500	15,000	67,50
Proceso de torneado	horas	2,500	20,000	50,00
Procesos manuales	horas	6,000	12,000	72,00
				387,50
TUERCAS HEXAGONALES DIN 934 M8				3,00
Costos de material				
Tuercas hexagonales DIN 934 m8	unidad	3,000	1,000	3,00
				3,00
TOTAL				1881,00

Fuente: Elaboración propia



Capítulo 4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE ENSAYOS MECANICOS

4.1. EDGEWISE CRUSH TEST (ECT)

a) Resumen

Este ensayo de aplastamiento de borde consta de hallar la fuerza de aplastamiento vertical en dirección axial al eje de las flautas, requerida para doblar una muestra de cartón corrugado ubicada verticalmente entre ambos accesorios, manteniendo el sentido de las flautas vertical. De esta manera se obtiene la “Resistencia de aplastamiento de borde”, valor imprescindible para la fabricación de cajas de cartón pues permite predecir la carga máxima de apilamiento resistida por el cartón ensayado.

b) Objetivos

Cuantificar la resistencia de aplastamiento de borde de un muestrario de cartón corrugado de cara doble utilizado en la fabricación de cajas de cartón de acuerdo a los estándares ISO 3037 y TAPPI 402.

c) Accesorios del ECT

Teniendo en la tabla 4-1 los accesorios requeridos para realizar el ECT como son las cuchillas rectangulares, la porta cuchillas y los bloques guías.

Tabla 4-1: Cuadro de accesorios a utilizar en el ECT




IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>02 Cuchillas rectangulares de 50mm de Cr +V 02 Cuchillas rectangulares de 140mm de Cr +V</p>

IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>01 Porta cuchillas rectangular de ASTM A-36</p>
	<p>02 Bloques guías de acero INOX 303 (ver anexo A-2)</p>

Fuente: Elaboración propia

d) Descripción de la muestra a ensayar

Teniendo en la tabla 4-2 la descripción del tipo de cartón a ensayar con sus respectivas dimensiones, tipo de calibre y el estándar a utilizar para realizar el ECT.

Tabla 4-2: Cuadro de descripción de la muestra en el ECT

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Dimensiones: 50x50± 0.1mm Material: Cartón corrugado de cara doble tipo C Norma: ISO 3037</p>

Fuente: Elaboración propia

e) Procedimiento del ensayo:

1. Instalar las 2 cuchillas de corte rectangular de 50mm además de las 2 de 140mm en la porta cuchillas rectangular de la troqueladora según el manual de ensamble y operación de la misma (ver anexo B)
2. Cortar 10 muestras como mínimo utilizando la troqueladora y guiándose del manual de ensamble y operación de la misma (ver anexo B)

3. Enumerar cada muestra a ensayar de manera suave con un lapicero o portaminas.
4. Medir y anotar las condiciones atmosféricas del recinto (T 402 sp-08, 2013).
5. Medir y anotar el espesor de cada muestra de cartón corrugado de cara doble con un micrómetro digital de exterior (ISO 3034, 1975).
6. Medir y anotar el peso de cada muestra en la balanza electrónica como se ve en la figura 4-1.



*Figura 4-1: Medición del peso de la muestra para el ECT (izquierda) y sujeción de la muestra (derecha)
Fuente: Elaboración propia*

7. Calcular el gramaje de cada muestra en g/m^2 (ASTM D 646, 2001).
8. Ingresar las dimensiones de cada muestra a ensayar numerada al software de la máquina universal de ensayos mecánicos.
9. Montar ambos platos de compresión en la máquina universal de ensayos.
10. Ubicar la muestra sobre el centro del plato fijo de la máquina universal de ensayos, además de los dos bloques guías de acero inoxidable.
11. Acercar las mordazas de la máquina universal de ensayos hasta 5 mm antes de alcanzar la muestra y entonces regular la velocidad de avance a $10 \pm 3,0$ mm/min como se ve en la figura 4-1.
12. Después de existir cierta sujeción de la muestra por los platos de compresión de la máquina universal de ensayos (aproximadamente 50N), se deben retirar los bloques guías verificando que la muestra se mantenga de manera erguida como se ve en la figura 4-2 y continuar con la ejecución del ensayo hasta el colapso de la muestra como se ve en la figura 4-2.

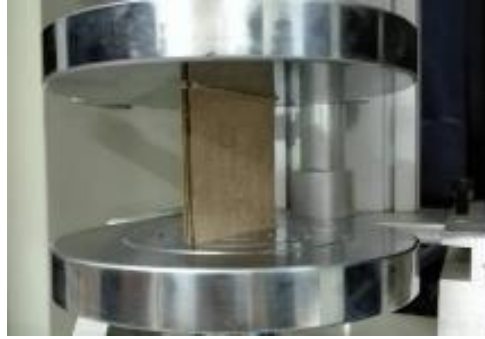


Figura 4-2: Retiro de los bloques guías y ejecución del ECT (izquierda) y aspecto de una muestra luego de realizado el ensayo (derecha). Fuente: Elaboración propia

13. Anotar los resultados obtenidos de cada muestra.
14. Repetir el ensayo con todas las muestras, mínimo 10.
15. Calcular la resistencia de aplastamiento de borde máxima (σ_{ECT}) de la siguiente manera:

$$\sigma_{ECT} = \frac{F_{max}}{W} [kN/m]$$

F_{max} = Fuerza máxima [N]

W = Espesor de la muestra a ensayar [mm]

16. Hallar la media aritmética (\bar{x}) y la desviación estándar (S) existente entre resistencias máximas obtenidas de cada muestra, siendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{n} [kN/m]$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{n-1}} [kN/m]$$

$\sum M$ = Sumatoria de valores de fuerzas máximas de cada muestra

n = Cantidad de muestras ensayadas

f) Reporte de resultados del ECT

DATOS GENERALES

En la tabla 4-3 tenemos los datos generales para el ECT como la fecha de ejecución, el lugar a ensayar, características de la muestra, los estándares las cuales se procedió a ejecutar el ensayo y las condiciones atmosféricas registradas en el recinto.

Tabla 4-3: Cuadro de datos generales del ECT

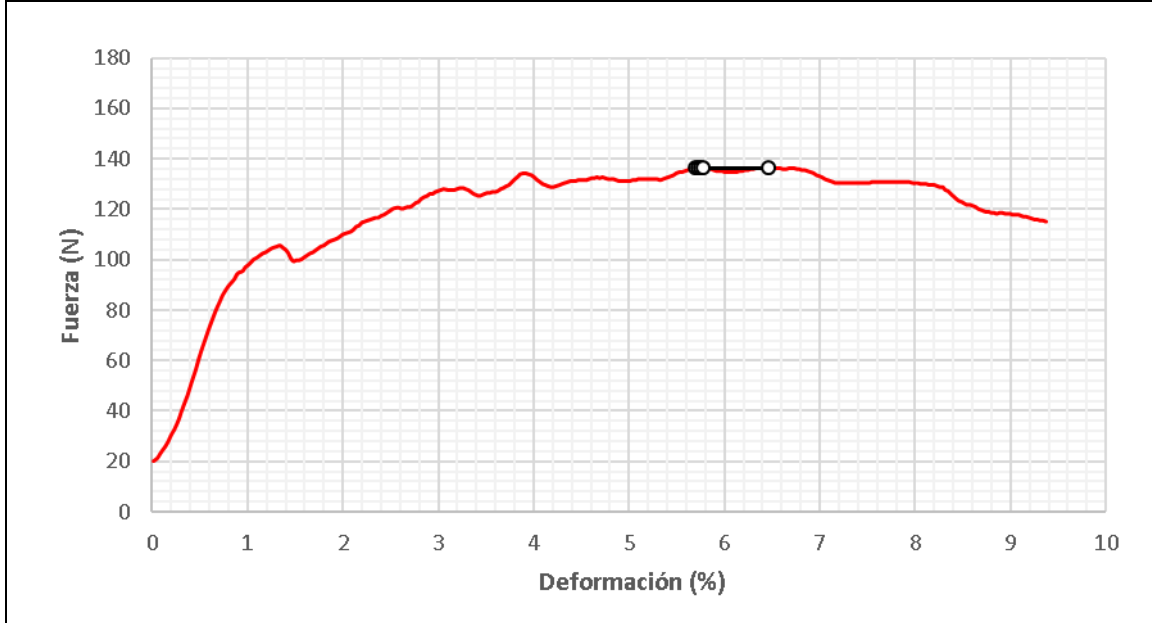
FECHA DE EJECUCIÓN	24 de Octubre del 2017	
LUGAR A ENSAYAR	Laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María	
TIPO DE MUESTRA	Cartón corrugado de cara doble flauta tipo C	
DIMENSIONES	(50x50 ± 0,1 mm)	
NUMERO DE MUESTRAS	10	
REALIZADO SEGÚN LOS SIGUIENTES ESTÁNDARES	ISO 3037 TAPPI 402	
CONDICIONES ATMOSFERICAS	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
	HUMEDAD RELATIVA	31 %
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	753,13 kPa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-4: Resultados gráficos obtenidos del ECT:

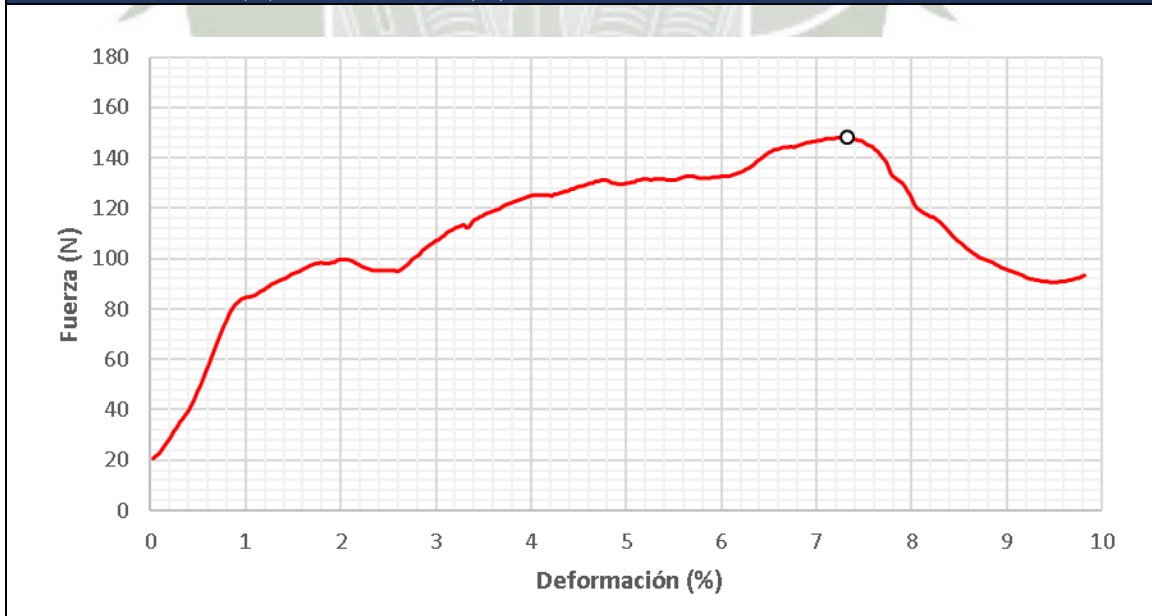
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,90	1,20	480,0	136,51	5,69

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



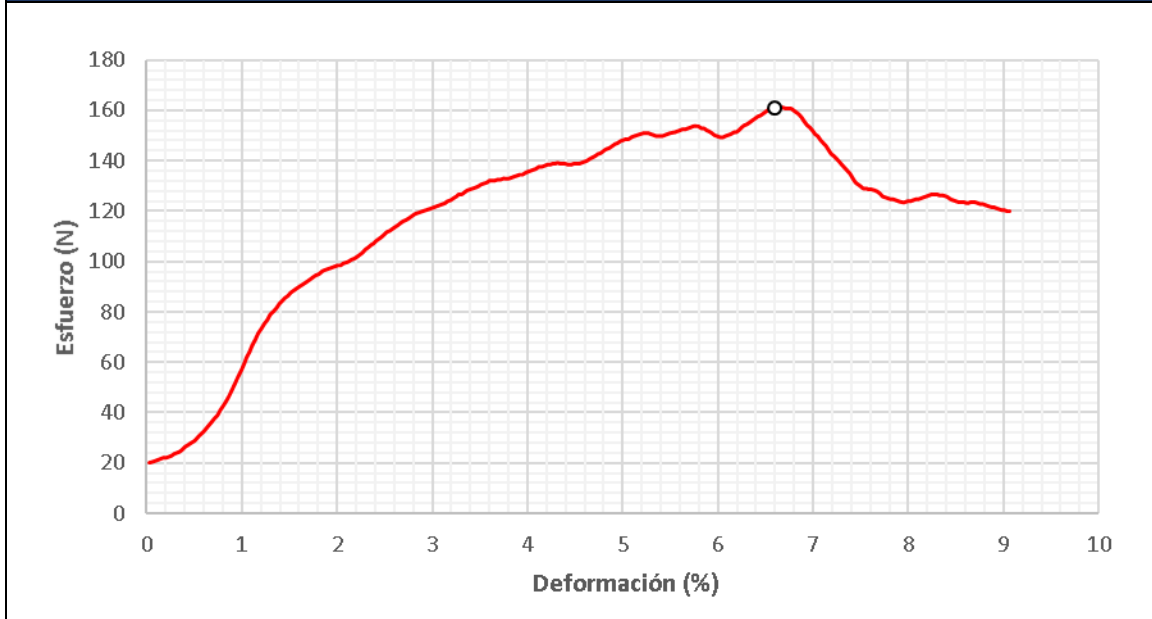
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
02	3,82	1,20	480,0	148,28	7,33

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



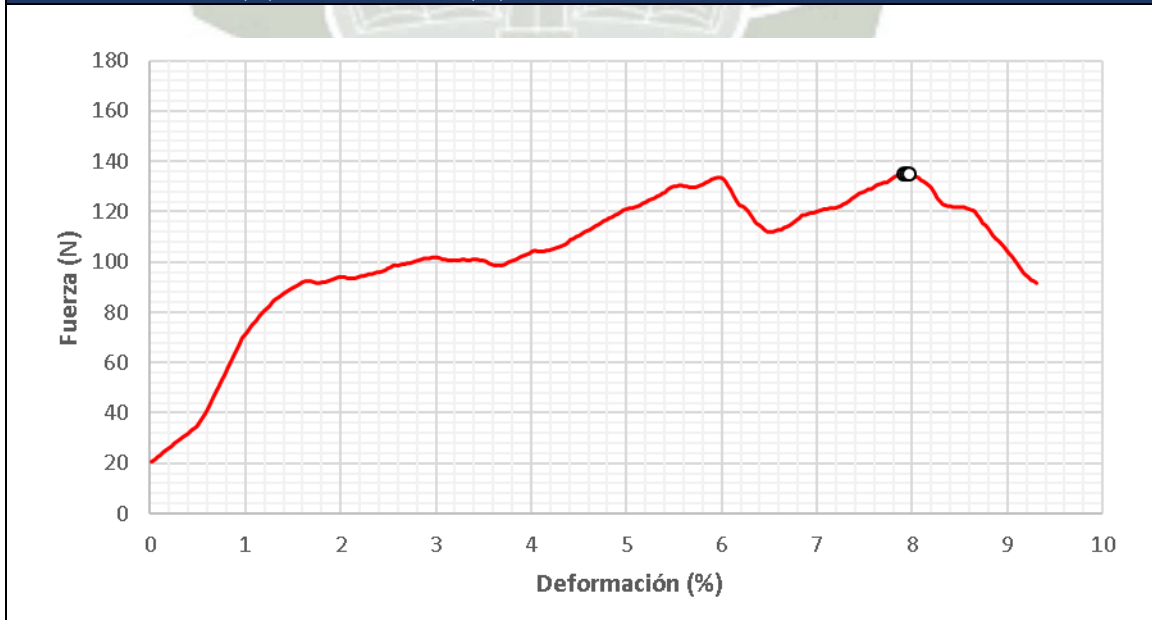
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
03	3,88	1,21	484,0	161,22	6,71

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



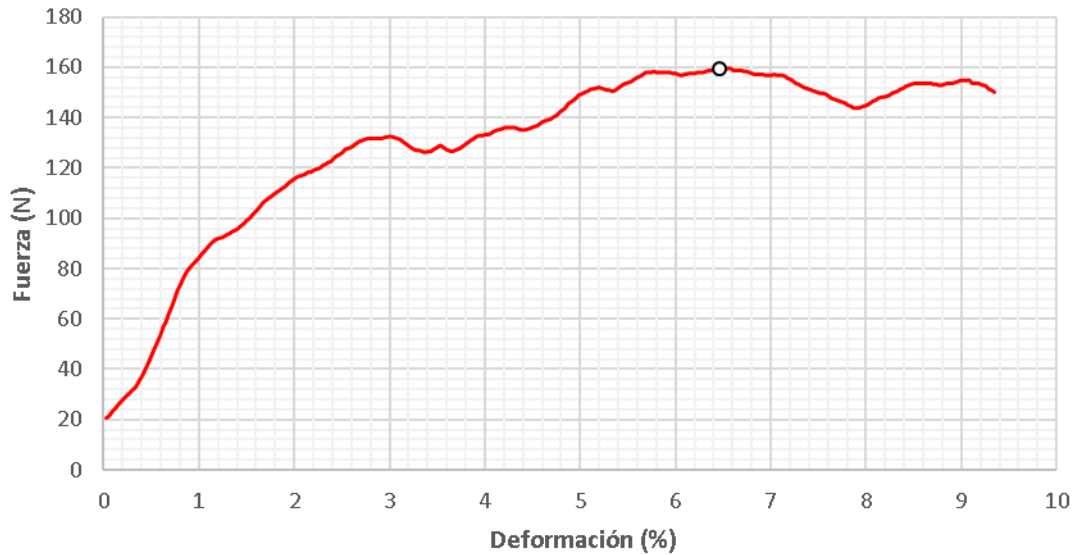
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
04	3,84	1,20	480,0	134,94	7,91

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



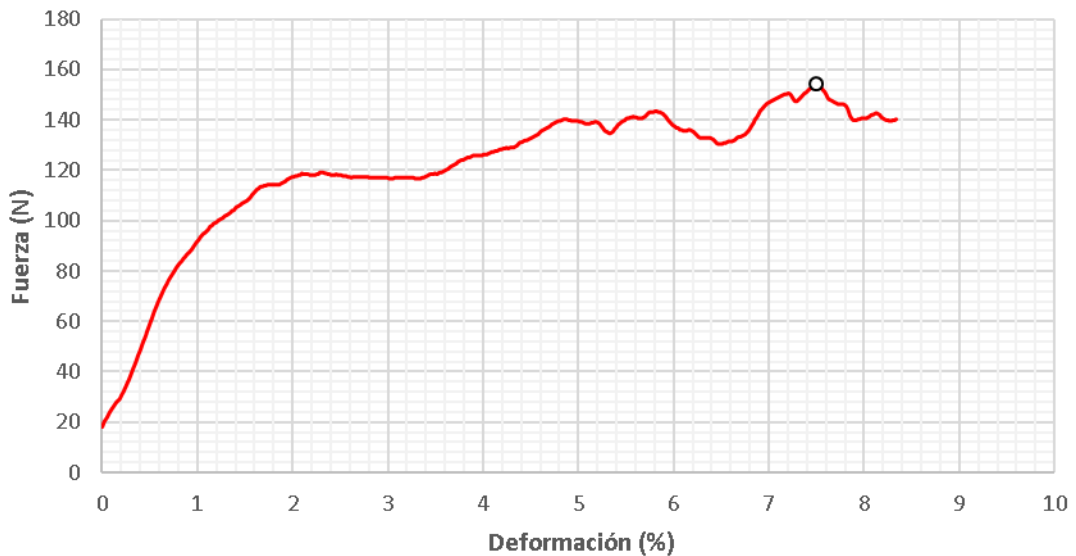
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
05	3,76	1,20	480,0	159,65	6,47

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



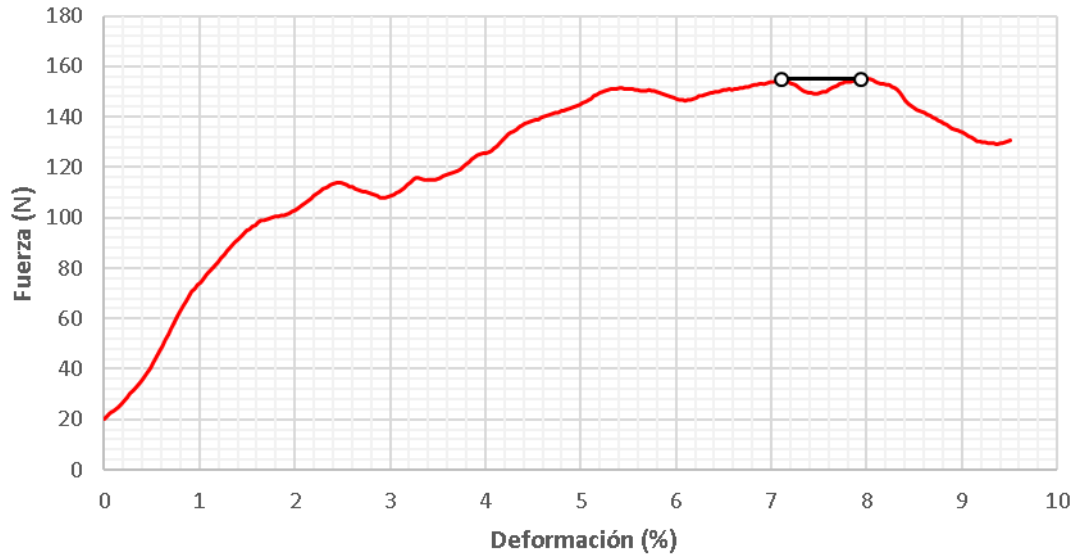
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
06	3,90	1,21	484,0	154,28	7,50

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



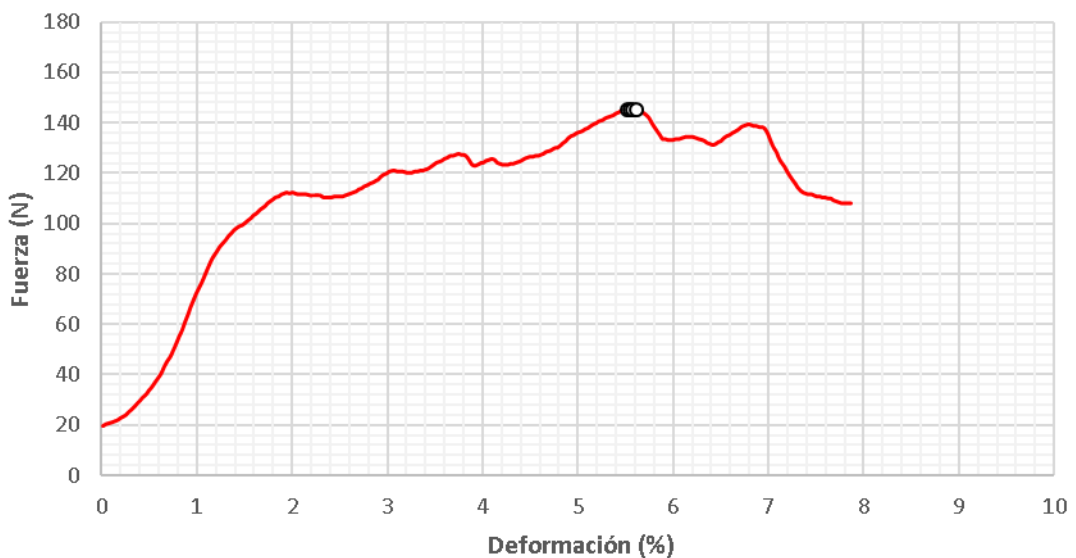
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
07	3,85	1,20	480,0	154,95	7,11

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



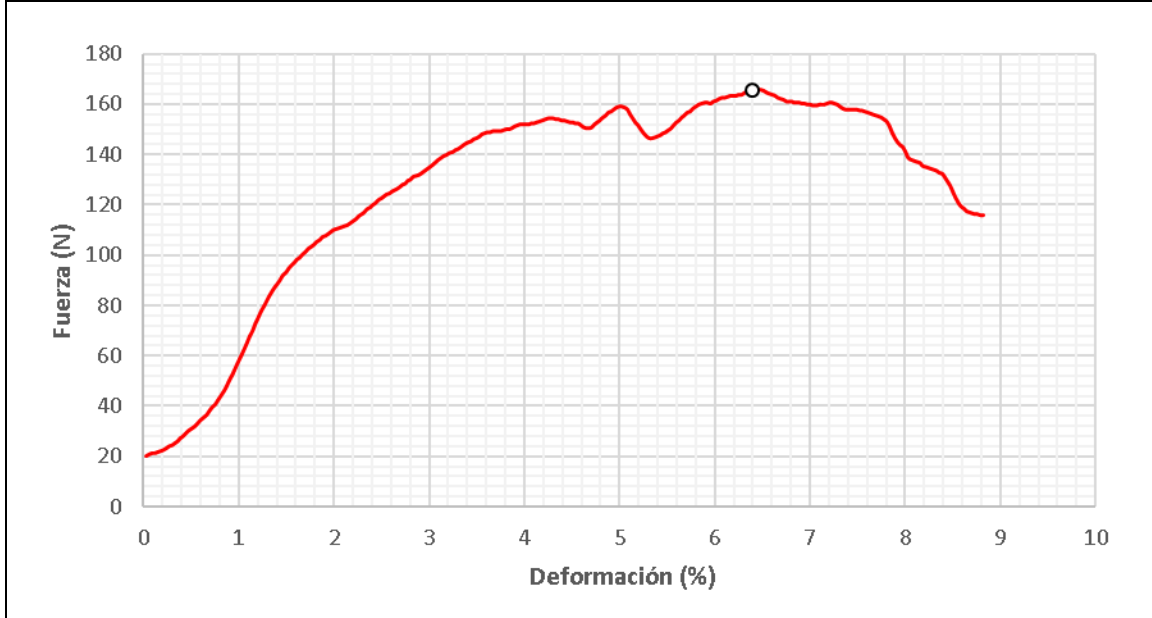
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
08	3,87	1,19	476,0	145,14	5,52

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



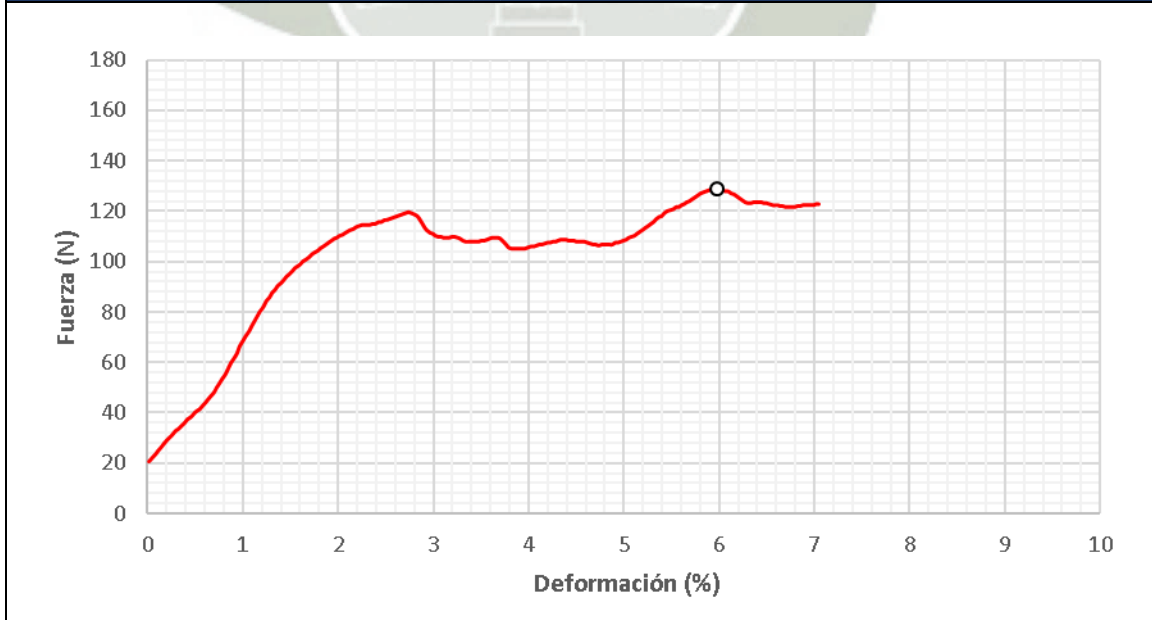
Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
09	3,84	1,20	480,0	165,54	6,40

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
10	3,79	1,19	476,0	129,06	5,97

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-5: Resultados numéricos obtenidos al realizar el ECT

Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Resistencia máx (kN/m)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,90	1,20	480,0	136,51	2,73	5,69
02	3,82	1,20	480,0	148,28	2,97	7,33
03	3,88	1,21	484,0	161,22	3,22	6,71
04	3,84	1,20	480,0	134,94	2,70	7,91
05	3,76	1,20	480,0	159,65	3,19	6,47
06	3,90	1,21	484,0	154,28	3,09	7,50
07	3,85	1,20	480,0	154,95	3,10	7,11
08	3,87	1,19	476,0	145,14	2,90	5,52
09	3,84	1,20	480,0	165,54	3,31	6,40
10	3,79	1,19	476,0	129,06	2,58	5,97
Promedio	3,85	1,20	465,0	148,96	2,98	6,66

Desviación estándar: 0,246 kN/m

Desviación estándar porcentual: 8,26%

Fuente: Elaboración propia



4.2. FLAT CRUSH TEST (FCT)

a) Resumen

Este ensayo consta de hallar la “Resistencia de aplastamiento plano” del cartón corrugado por medio de la aplicación de una fuerza perpendicular a la superficie del liner con el fin de aplastar o deformar las flautas del cartón corrugado hasta que estas colapsen.

b) Objetivos

Cuantificar la resistencia de aplastamiento plano de un muestrario de cartón corrugado de cara doble utilizado en la fabricación de cajas de cartón de acuerdo a los estándares ISO 3035 y TAPPI 402.

c) Accesorios del FCT

Teniendo en la tabla 4-6 los accesorios requeridos para realizar el RCT como son las cuchillas circulares y la porta cuchillas con su respectiva descripción de cada uno.

Tabla 4-6: Cuadro de accesorios a utilizar en FCT


IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>01 Cuchillas circular de Ø64mm de ASTM A36 con tratamiento térmico de cementado</p> <p>01 Cuchillas circular de Ø90mm de ASTM A36 con tratamiento térmico de cementado</p>
	<p>01 Porta cuchilla circular de ASTM A-36</p>

Fuente: Elaboración propia

d) Descripción de la muestra ensayar

Teniendo en la tabla 4-7 la descripción del tipo de cartón a ensayar con sus respectivas dimensiones, tipo de calibre y el estándar a utilizar para realizar el ECT.

Tabla 4-7: Cuadro de descripción de la muestra en el FCT

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Área: 64,5 cm²(Ø90,6 ± 0,5 mm) 32,2 cm² (Ø64 ± 0,5 mm)</p> <p>Material: Cartón corrugado de cara doble tipo C</p> <p>Norma: ISO 3035</p>

Fuente: Elaboración propia

e) Procedimiento de los ensayos FCT Ø64mm y Ø90mm

1. Instalar las cuchillas de corte circular Ø64mm y Ø90mm en la troqueladora según el manual de ensamble y operación de la misma (*ver anexo B*).
2. Cortar 10 muestras de cada tamaño estándar como mínimo utilizando la troqueladora y guiándose del manual de operación de la misma (*ver anexo B*).
3. Enumerar cada muestra a ensayar de manera suave con un lapicero o portaminas.
4. Medir y anotar las condiciones atmosféricas del recinto (T 402 sp-08, 2013).
5. Medir y anotar el espesor de cada muestra de cartón corrugado de cara doble con un micrómetro digital de exterior como se ve en la figura 4-3 (ISO 3034, 1975).



Figura 4-3: Medición del espesor del cartón corrugado para el FCT

Fuente: Elaboración propia

6. Medir y anotar el peso de cada muestra en la balanza electrónica como se ve en la figura 4-4.



Figura 4-4: Medición del peso de las muestras para el FCT
Fuente: Elaboración propia

7. Calcular el gramaje de cada muestra en g/m^2 (ASTM D 646, 2001).
8. Ingresar las dimensiones de cada muestra a ensayar al software de la máquina universal de ensayos mecánicos.
9. Montar ambos platos de compresión en la máquina universal de ensayos.
10. Ubicar la muestra sobre el centro del plato fijo de la máquina universal de ensayos.
11. Acercar las mordazas de la máquina universal de ensayos hasta 5 mm antes de alcanzar la muestra y entonces regular la velocidad de avance a $12,5 \pm 2,5$ mm/min.
12. Ejecutar el ensayo en la máquina universal como se ve en la figura 4-5.

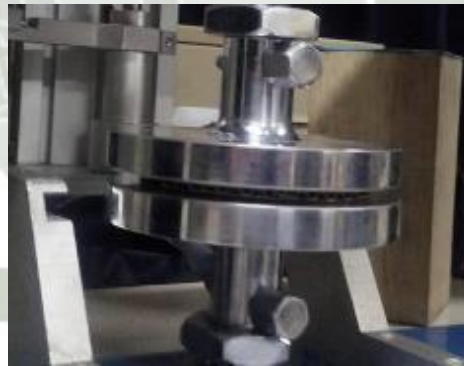


Figura 4-5: Ejecución del ensayo FCT
Fuente: Elaboración propia

13. Anotar los resultados obtenidos al ensayar cada muestra.
14. Repetir el ensayo con todas las muestras cortadas, mínimo 10.

15. Calcular la resistencia de aplastamiento plano máxima (σ_{FCT}) de la siguiente manera para ambos tamaños de muestra.

$$\sigma_{FCT} = 10 * \frac{F_{max}}{A} [kPa]$$

$$F_{max} = \text{Fuerza máxima [N]}$$

$$A = \text{Área de la muestra a ensayar [cm}^2\text{]}$$

16. Hallar media aritmética (\bar{x}) y la desviación estándar (S) existente entre resistencias máximas obtenidas de cada muestra, siendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{n} [kPa]$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{n-1}} [kPa]$$

$$\sum M = \text{Sumatoria de valores de fuerzas máximas de cada muestra}$$

$$n = \text{Cantidad de muestras ensayadas}$$

f) Reporte de resultados FCT de Ø64mm

DATOS GENERALES

En la tabla 4-8 tenemos los datos generales para el FCT de Ø64mm, como la fecha de ejecución, el lugar a ensayar, características de la muestra, los estándares las cuales se procedió a ejecutar el ensayo y las condiciones atmosféricas registradas en el recinto.

Tabla 4-8: Cuadro de datos generales FCT de Ø64mm

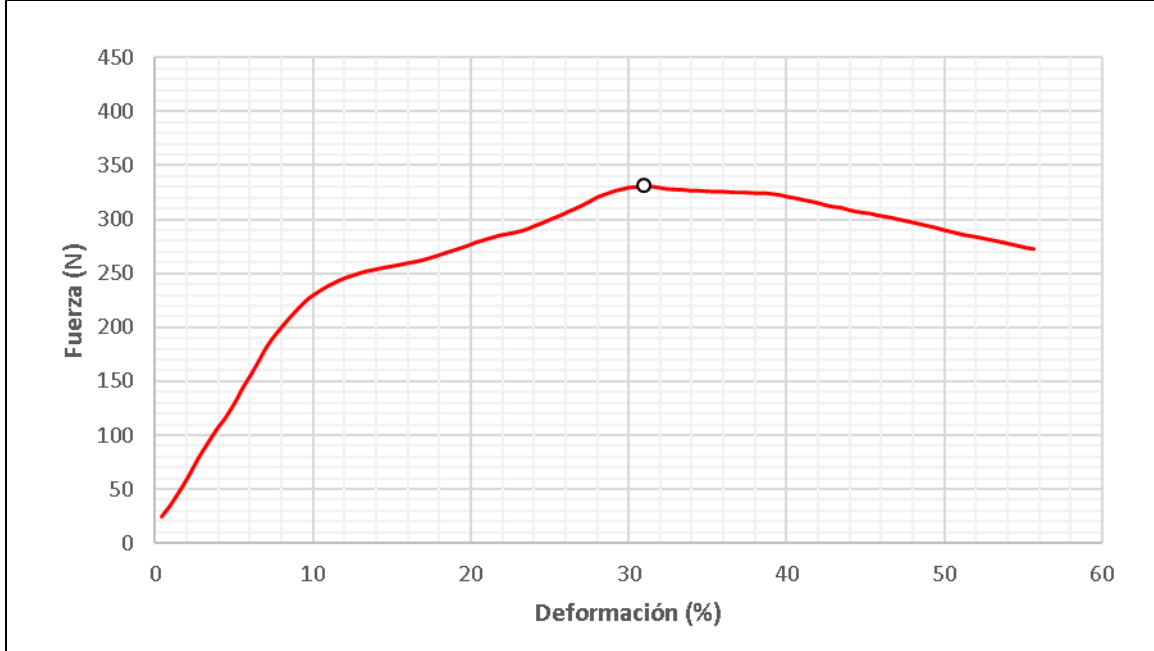
FECHA DE EJECUCIÓN	23 de Octubre del 2017	
LUGAR A ENSAYAR	Laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María	
TIPO DE MUESTRA	Cartón corrugado de cara doble flauta tipo C	
DIMENSIONES	Ø64 ± 0,5 mm (32,2 cm ²)	
NUMERO DE MUESTRAS	10	
REALIZADO SEGÚN LOS SIGUIENTES ESTÁNDARES	ISO 3035 TAPPI 402	
CONDICIONES ATMOSFERICAS	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
	HUMEDAD RELATIVA	31 %
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	753,13 kPa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-9: Resultados gráficos obtenidos del FCT de Ø64mm

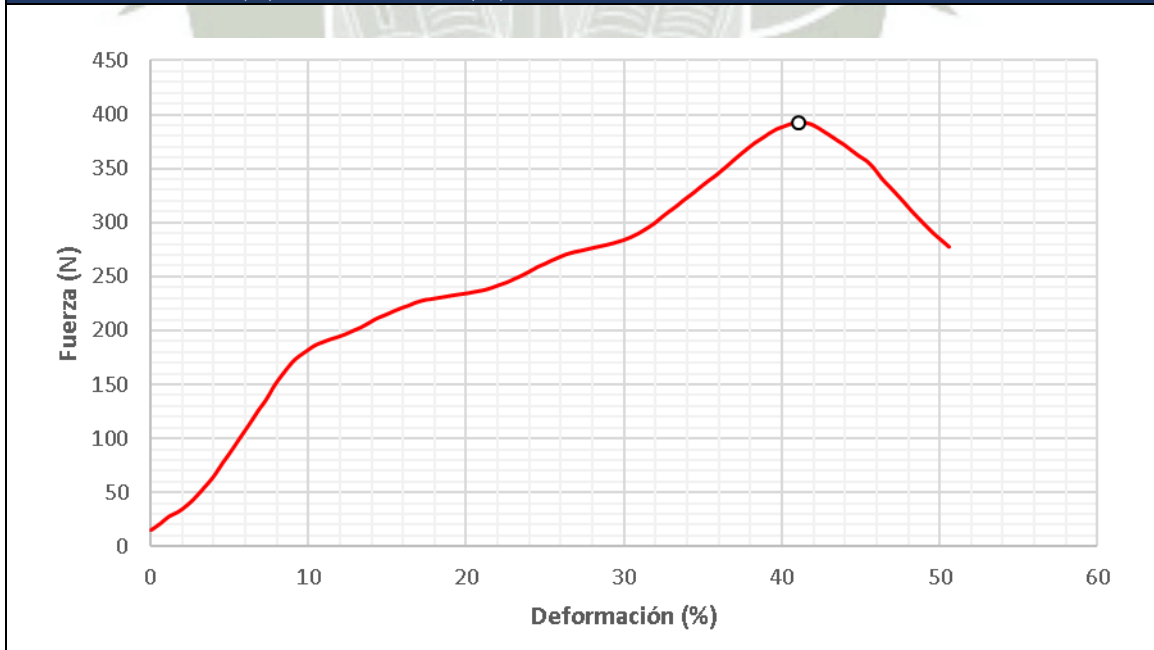
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,80	32,2	1,54	478,3	331,47	30,73

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



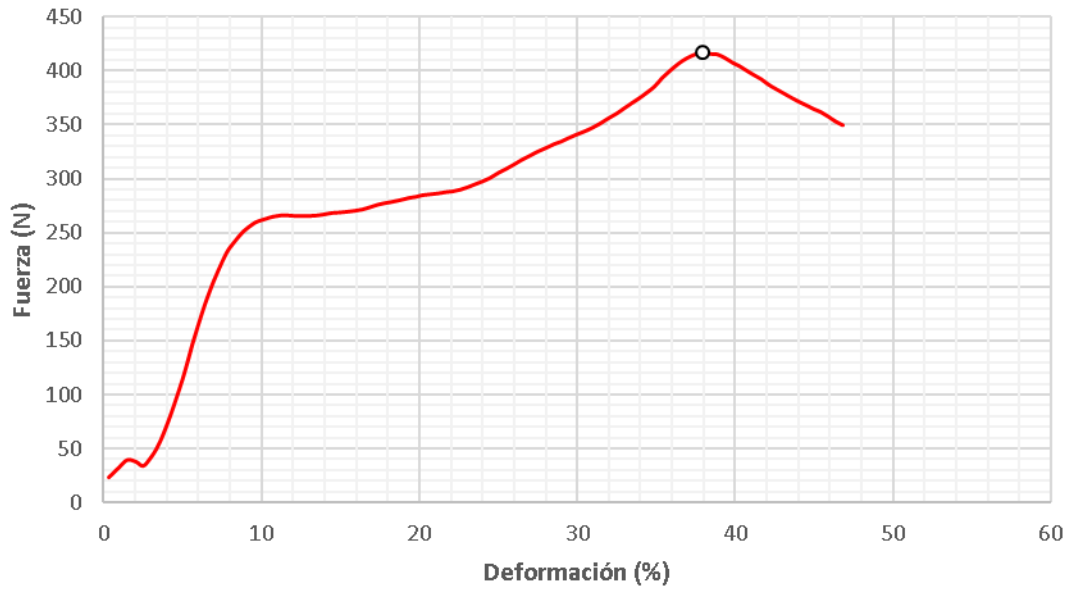
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
02	3,86	32,2	1,54	478,3	392,58	41,07

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



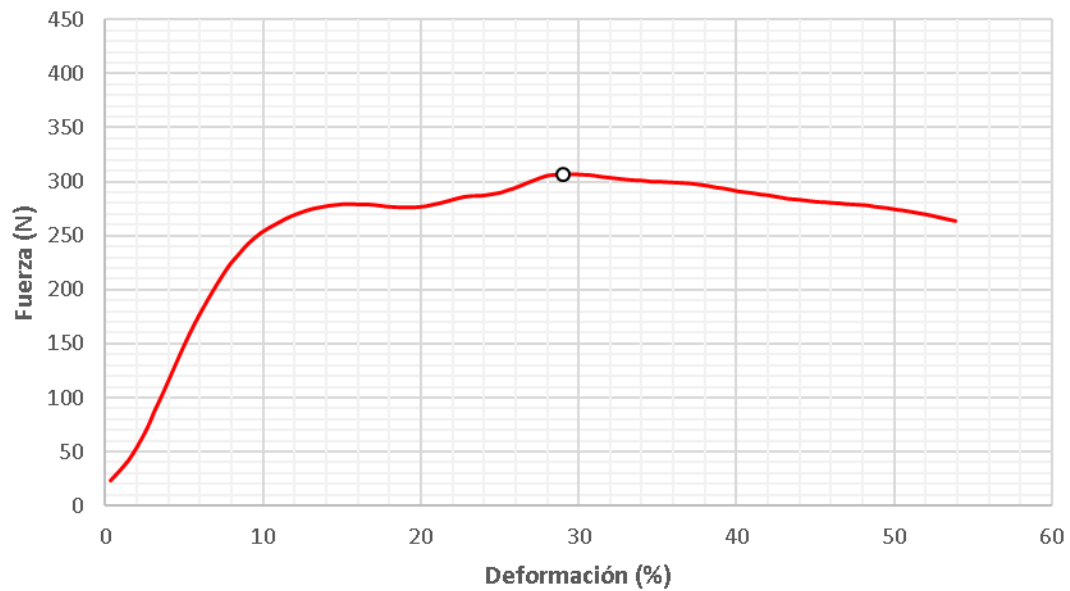
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
03	3,79	32,2	1,54	478,3	416,20	37,54

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



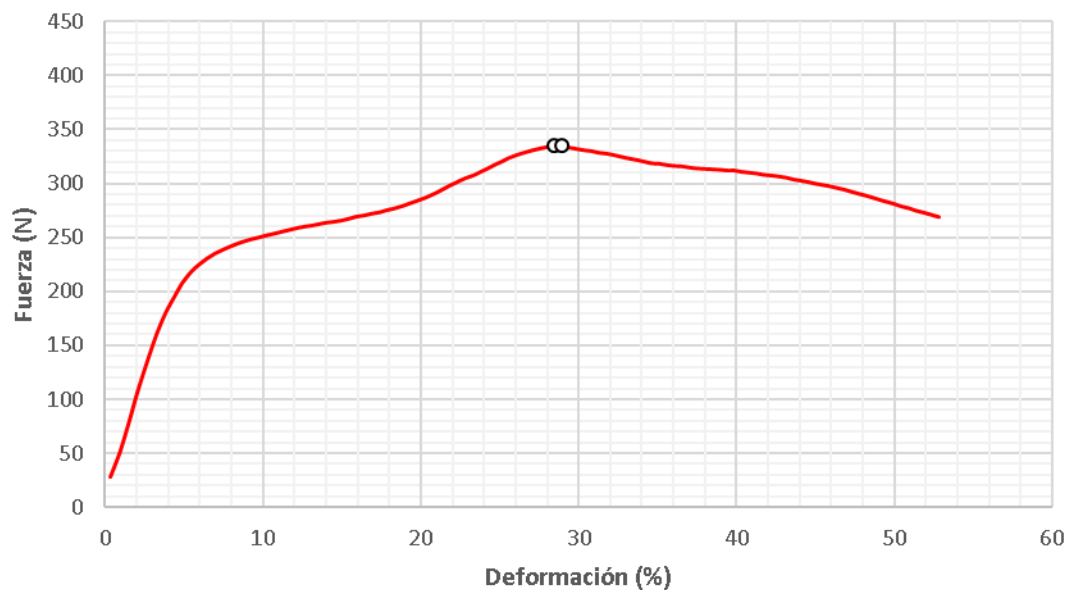
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
04	3,87	32,2	1,55	481,4	306,75	29,30

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



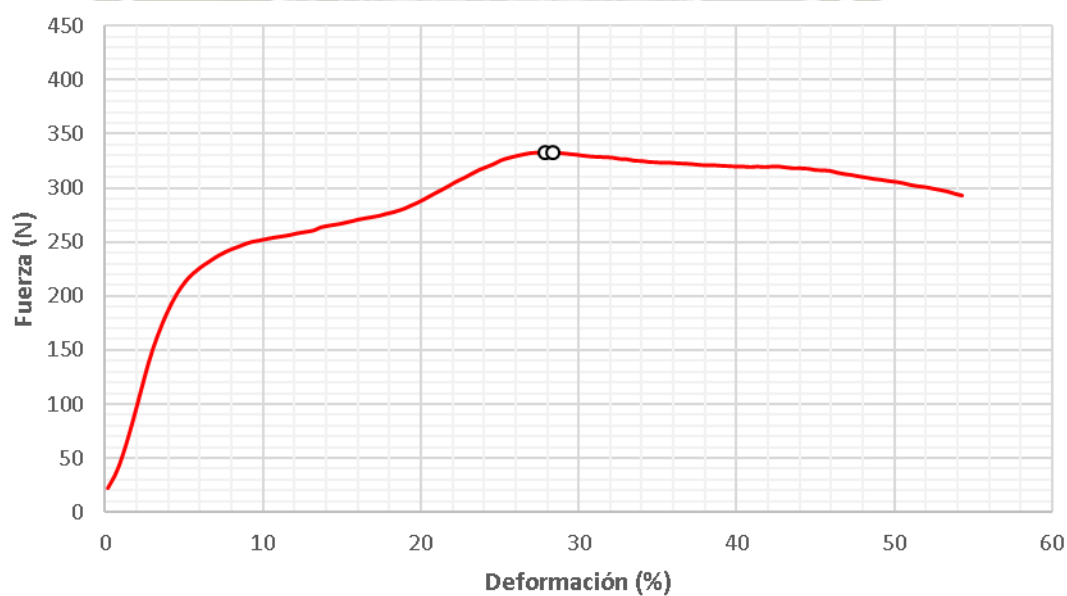
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
05	3,84	32,2	1,54	478,3	334,60	28,54

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



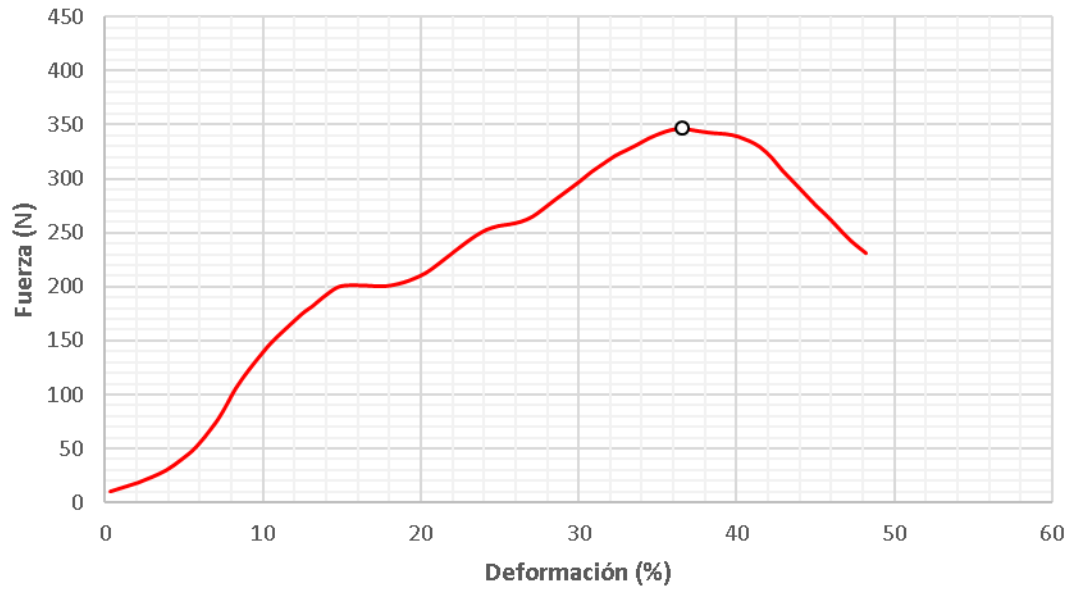
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
06	3,88	32,2	1,55	481,4	332,64	28,28

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



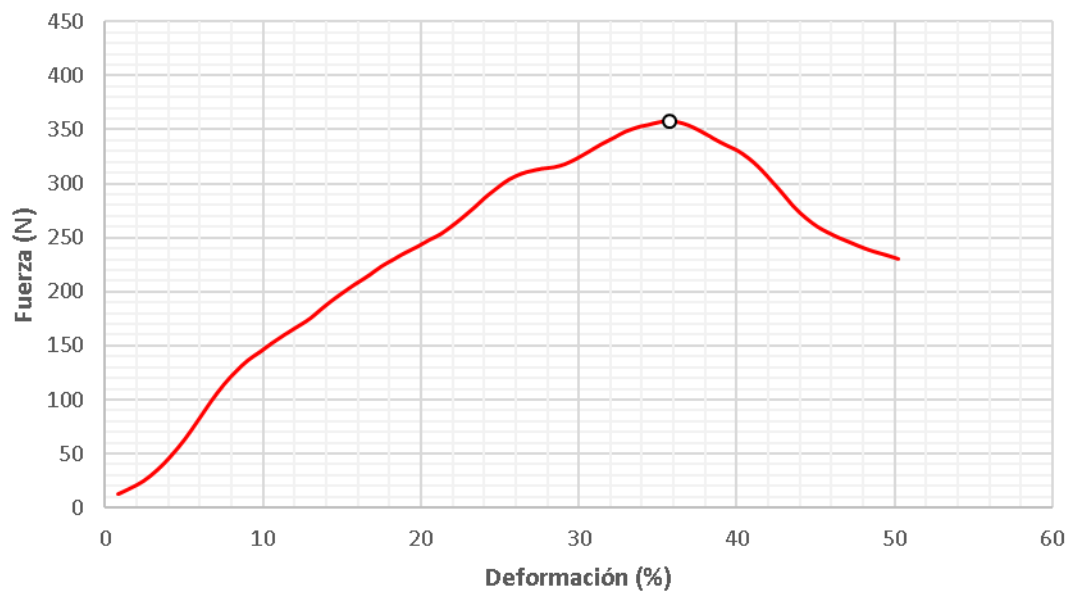
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
07	3,86	32,2	1,54	478,3	346,89	36,54

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



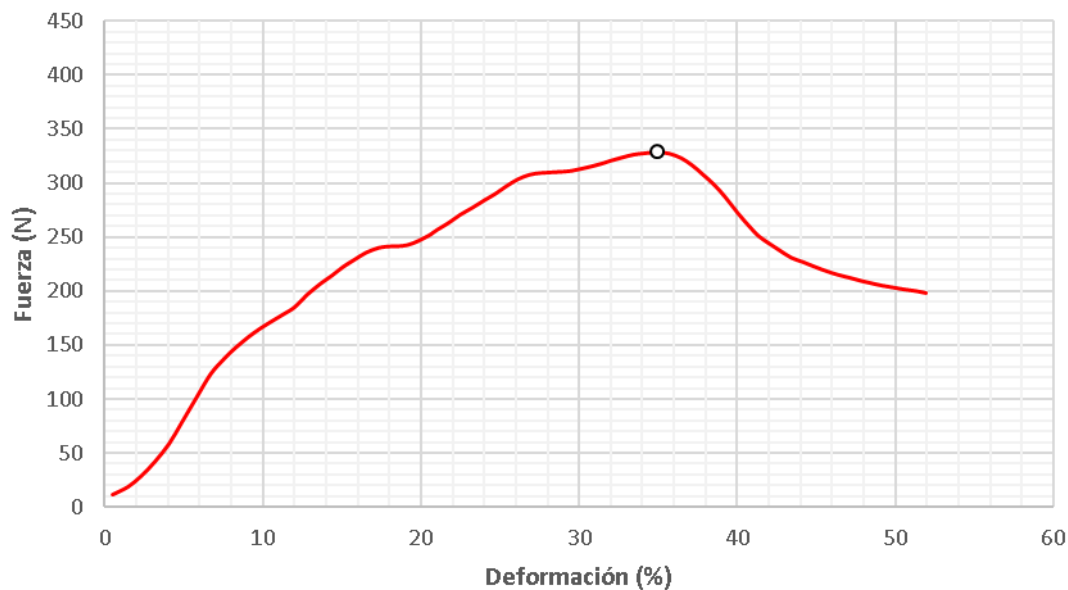
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
08	3,83	32,2	1,55	481,4	358,24	35,76

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
09	3,86	32,2	1,55	479,8	328,77	34,93

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
10	3,83	32,2	1,54	478,3	322,73	31,80

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)

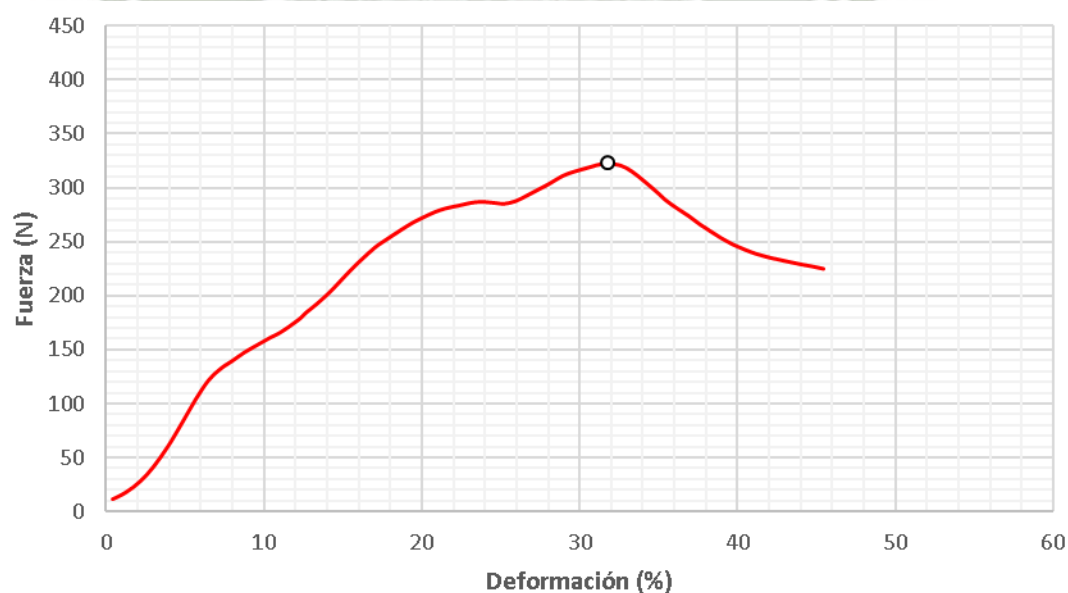


Tabla 4-10: Resultados numéricos obtenidos al realizar el FCT de Ø64mm

Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Resistencia máx (kPa)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,80	1,54	478,3	331,47	102,94	30,73
02	3,86	1,54	478,3	392,58	121,92	41,07
03	3,79	1,54	478,3	416,20	129,25	37,54
04	3,87	1,55	481,4	306,75	95,26	29,30
05	3,84	1,54	478,3	334,60	103,91	28,54
06	3,88	1,55	481,4	332,64	103,30	28,28
07	3,86	1,54	478,3	346,89	107,73	36,54
08	3,83	1,55	481,4	358,24	111,26	35,76
09	3,86	1,55	479,8	328,77	102,10	34,93
10	3,83	1,54	478,3	322,73	100,23	31,80
Prom.	3,84	1,54	479,3	347,087	107,79	33,45

Desviación estándar: 10,42 kPa

Desviación estándar porcentual: 9,67%

Fuente: Elaboración propia

g) FCT de Ø90mm

DATOS GENERALES

En la tabla 4-11 tenemos los datos generales para el FCT de Ø90mm, como la fecha de ejecución, el lugar a ensayar, características de la muestra, los estándares las cuales se procedió a ejecutar el ensayo y las condiciones atmosféricas registradas en el recinto.

Tabla 4-11: Cuadro de datos generales del FCT de Ø90,6 mm

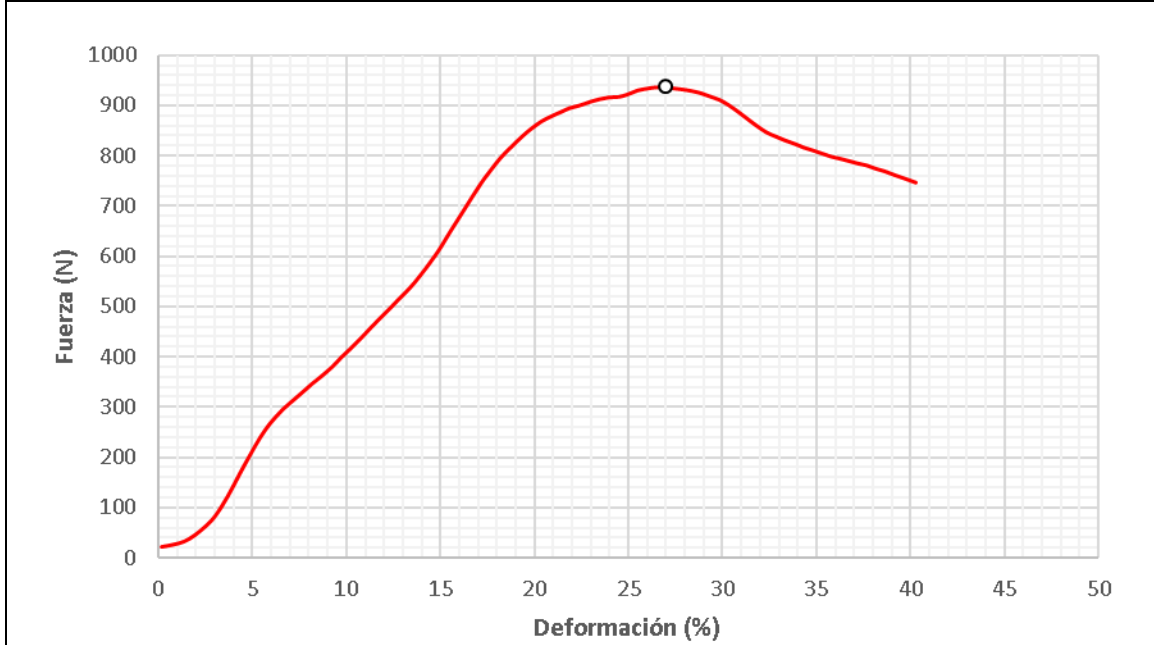
FECHA DE EJECUCIÓN	23 de Octubre del 2017	
LUGAR A ENSAYAR	Laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María	
TIPO DE MUESTRA	Cartón corrugado de cara doble tipo C	
DIMENSIONES	Ø90,6 ± 0,5 mm (64,5 cm^2)	
NUMERO DE MUESTRAS	10	
REALIZADO SEGÚN LOS SIGUIENTES ESTÁNDARES	ISO 3035 TAPPI 402	
CONDICIONES ATMOSFERICAS	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
	HUMEDAD RELATIVA	31 %
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	753,13 kPa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-12: Resultados gráficos obtenidos del FCT de Ø90,6 mm

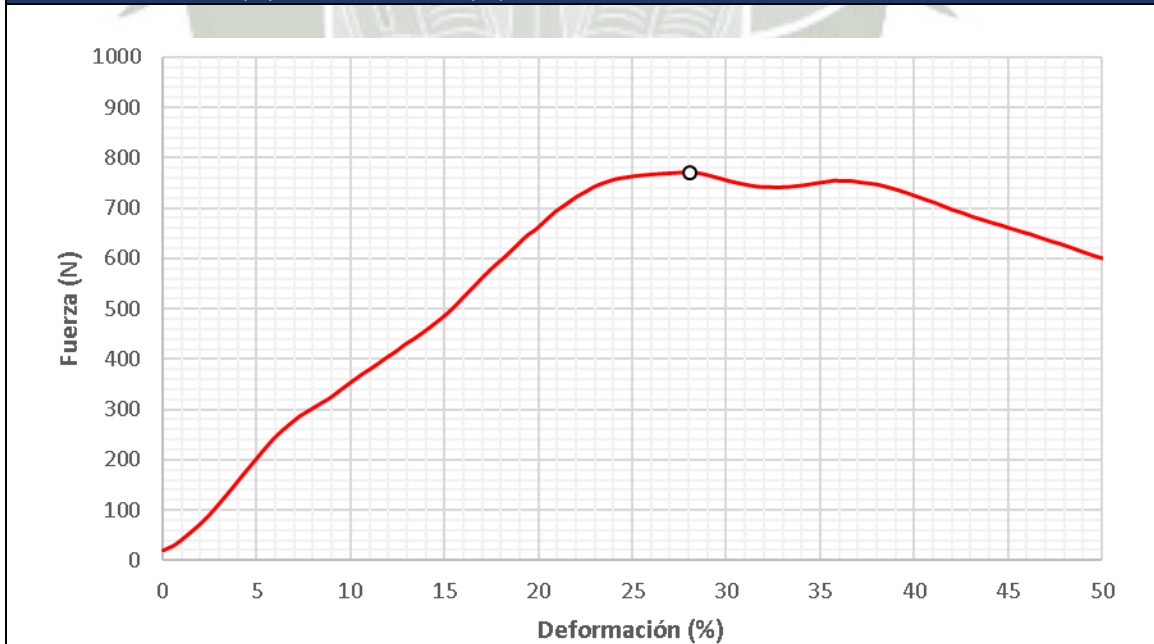
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,64	64,5	3,08	477,5	937,52	27,48

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



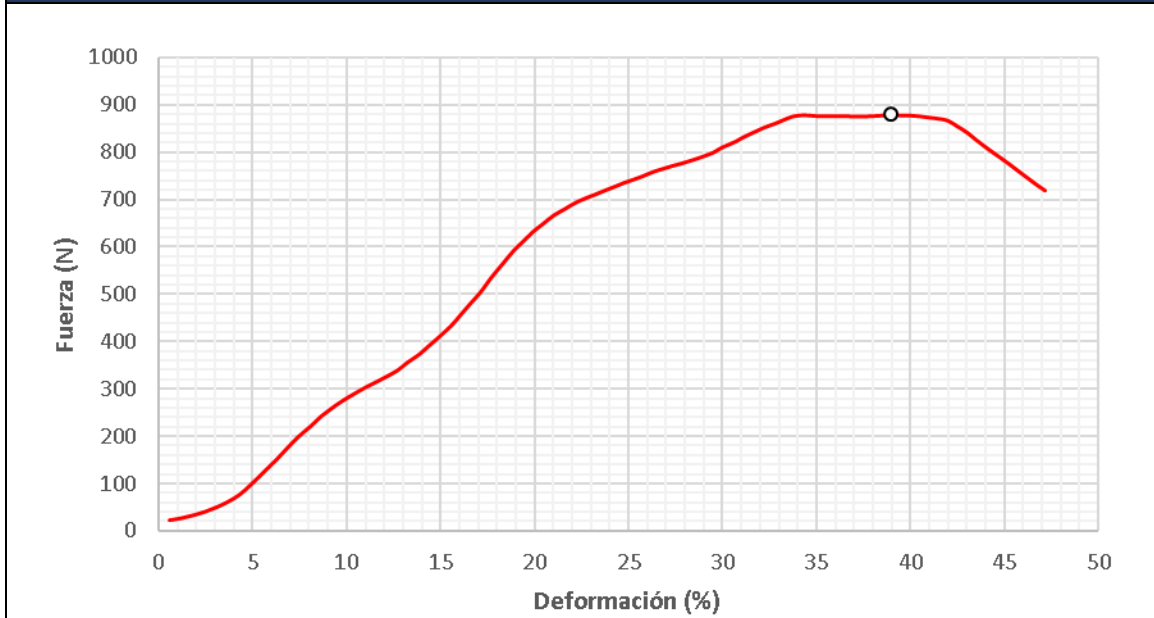
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
02	3,51	64,5	3,12	483,7	771,59	27,59

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



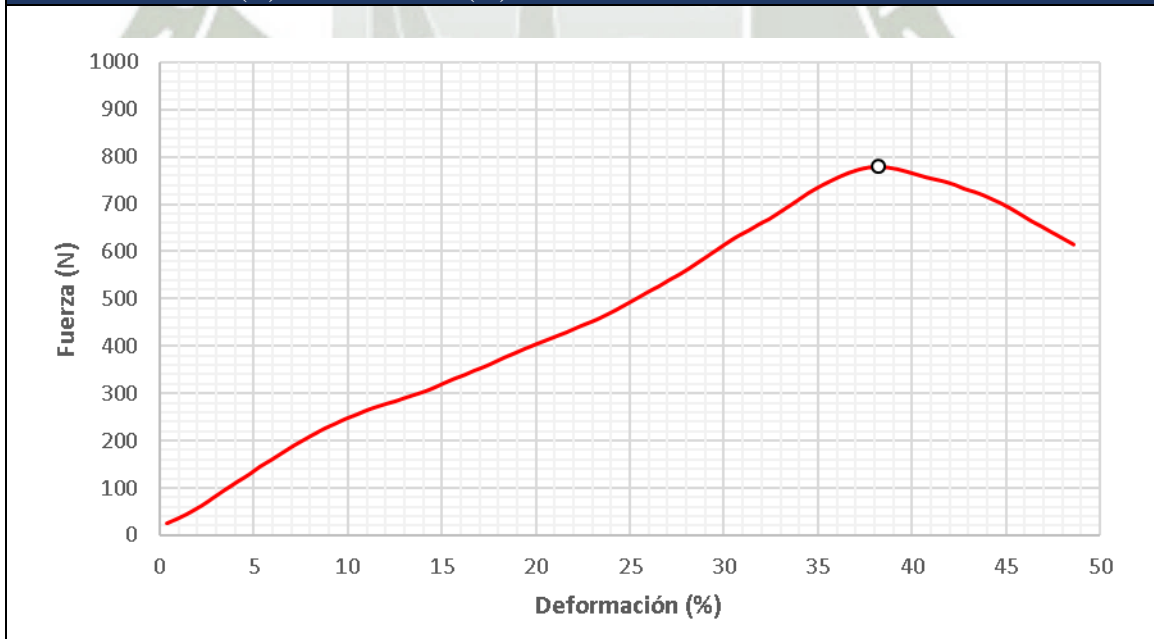
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
03	3,55	64,5	3,07	476,0	879,85	38,51

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



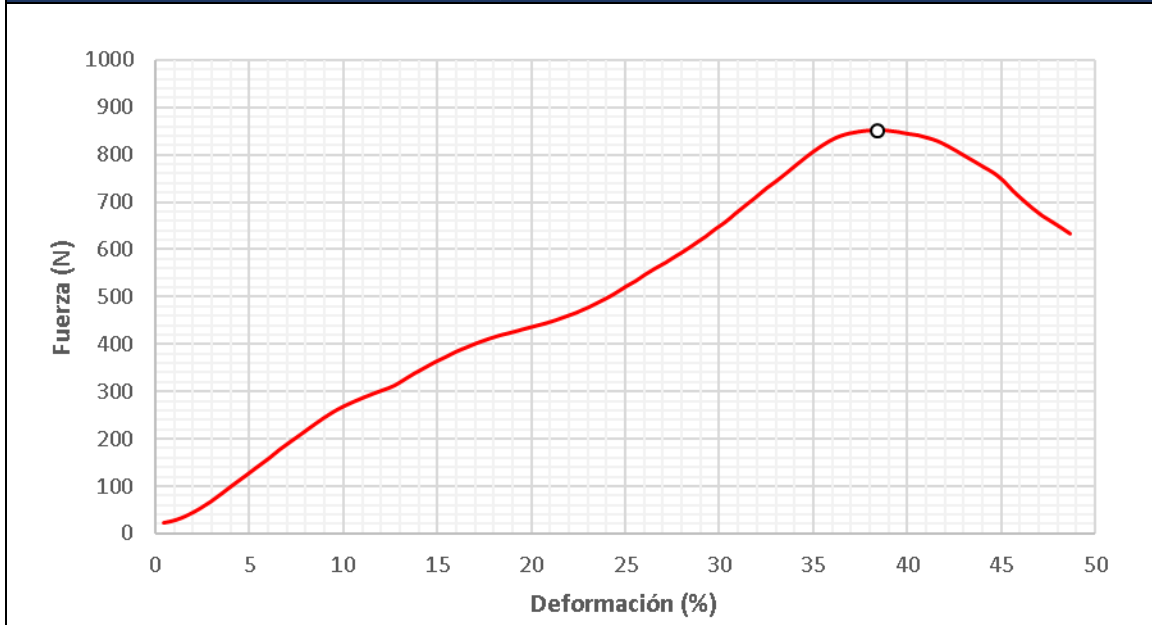
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
04	3,55	64,5	3,13	485,3	779,83	38,29

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



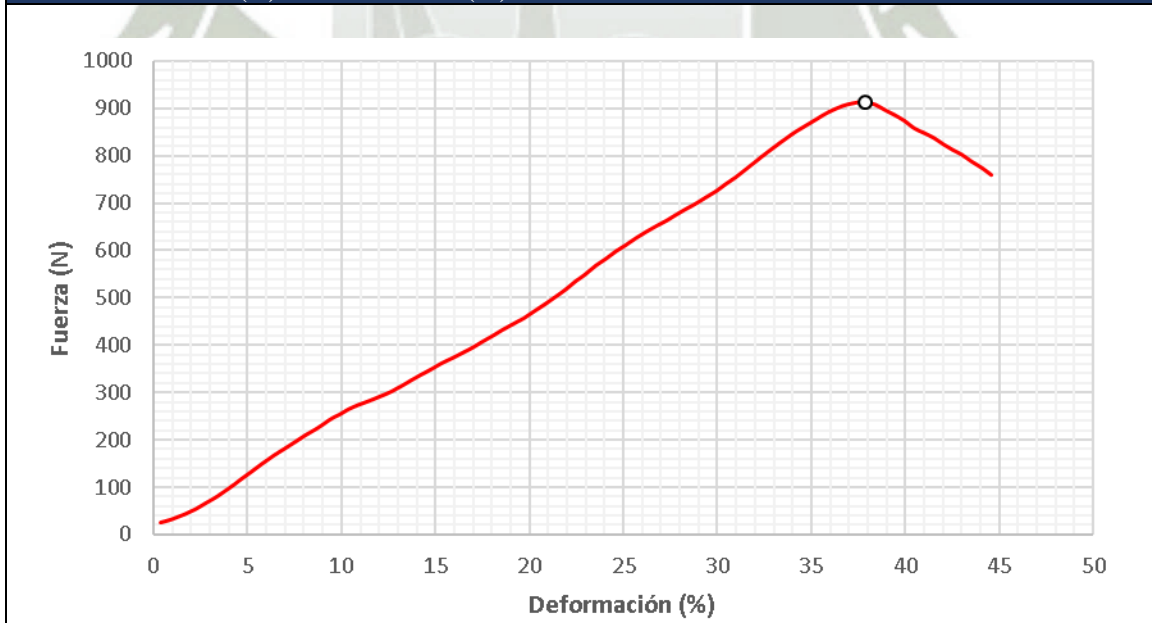
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
05	3,48	64,5	3,19	494,6	850,83	37,79

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



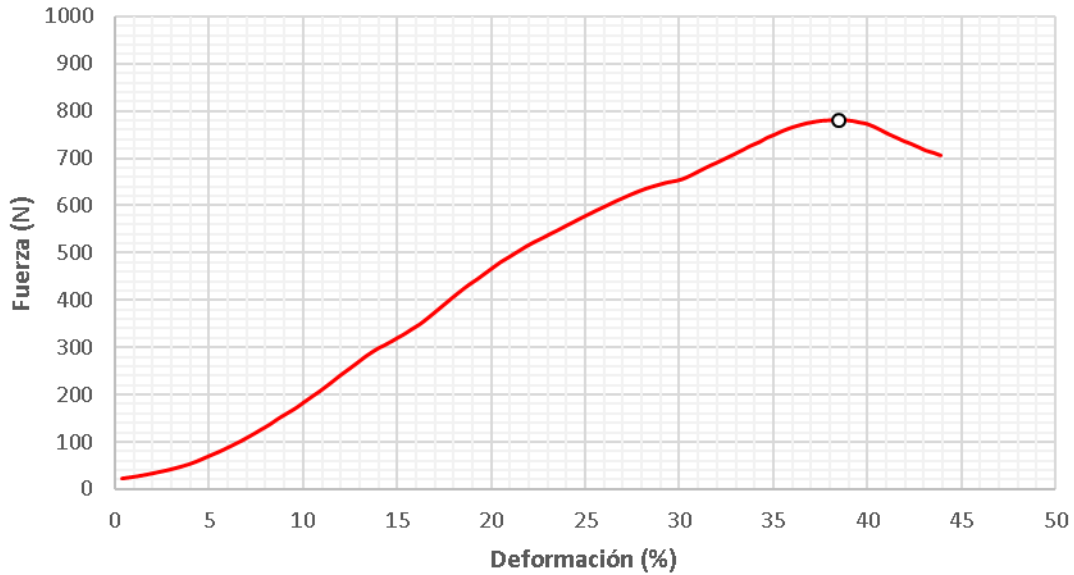
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
06	3,55	64,5	3,01	466,7	913,98	37,25

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



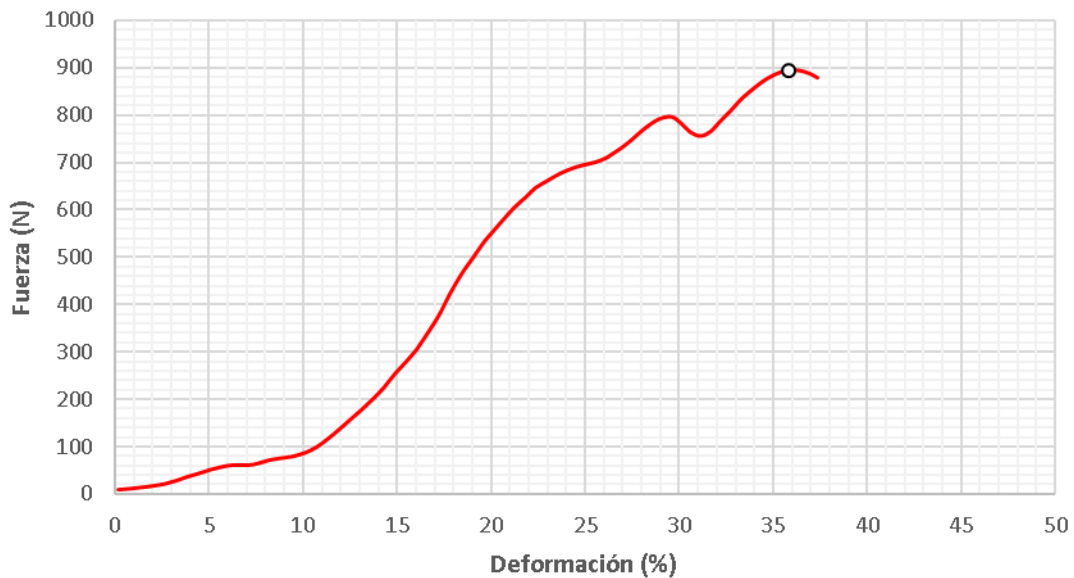
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
07	3,57	64,5	3,10	480,6	780,22	38,50

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



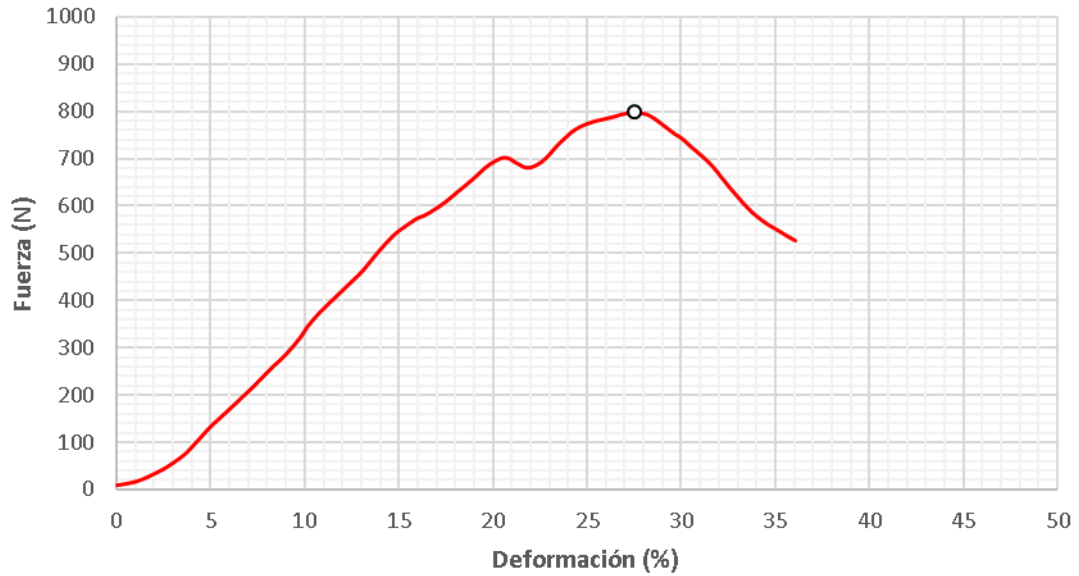
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
08	3,54	64,5	3,11	482,2	895,35	35,85

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



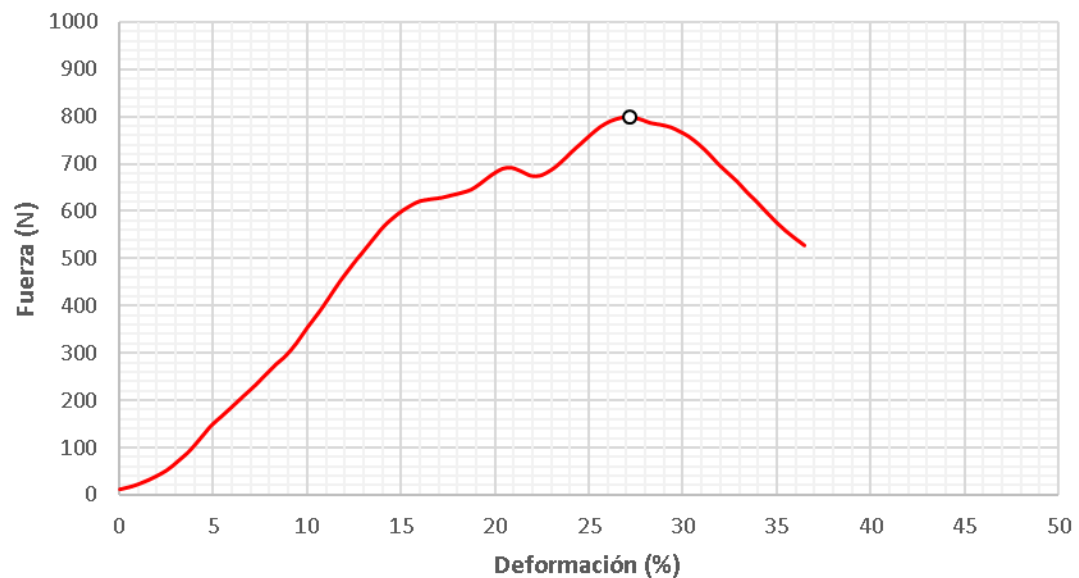
Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
09	3,51	64,5	3,14	486,8	797,87	27,51

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Área (cm ²)	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
10	3,56	64,5	3,12	483,7	800,03	27,14

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-13: Resultados numéricos obtenidos al realizar el FCT de Ø90mm

Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Resistencia máx (kPa)	Deformación de carga máxima (%)
01	3,64	3,08	477,5	937,52	145,35	27,48
02	3,51	3,12	483,7	771,59	119,63	27,59
03	3,55	3,07	476,0	879,85	136,41	38,51
04	3,55	3,13	485,3	779,83	120,90	38,29
05	3,48	3,19	494,6	850,83	131,91	37,79
06	3,55	3,01	466,7	913,98	141,70	37,25
07	3,57	3,10	480,6	780,22	120,96	38,50
08	3,54	3,11	482,2	895,35	138,81	35,85
09	3,51	3,14	486,8	797,87	123,70	27,51
10	3,56	3,12	483,7	800,03	124,04	27,14
Prom Ø90	3,55	3,11	481,7	854,08	130,34	33,59

Desviación estándar: 9,66 kPa

Desviación estándar porcentual: 7,42%

Fuente: Elaboración propia



4.3. PIN ADHESION TEST (PAT)

a) Resumen

Este ensayo es aplicado para medir la resistencia de tensión máxima soportada por las líneas de adhesivo existente entre los componentes de un muestrario de cartón corrugado cara doble, la cual se obtiene al introducir cada muestra en un par de accesorios que se encargan de distribuir y utilizar la fuerza de compresión de la máquina universal de ensayos como tensión útil para separar las tres capas del cartón en cuestión. La propiedad obtenida en este ensayo se denomina “Resistencia de adhesión de la línea de pegamento” siendo utilizada para detectar defectos de pegamento.



b) Objetivos:


Cuantificar la resistencia de adhesión de la línea de pegamento de un muestrario de cartón corrugado de cara doble utilizado en la fabricación de cajas de cartón de acuerdo a los estándares TAPPI 821 y TAPPI 402.

c) Accesorios a utilizar:

Teniendo en la tabla 4-14 los accesorios requeridos para realizar el PAT como son las cuchillas rectangulares, la porta cuchillas rectangular y el accesorio tipo peine con su respectiva descripción de cada uno.

Tabla 4-14: Cuadro de accesorios a utilizar en el PAT

IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>02 Cuchillas rectangulares de 140mm de Cr +V 02 Cuchillas rectangulares de 150mm de Cr +V</p>
	<p>01 Porta cuchillas rectangular de ASTM A36</p>


	<p>01 Equipo de accesorios tipo peine para calibre tipo A (ver anexo A-3).</p>
---	--

Fuente: Elaboración propia

d) Descripción de la muestra a ensayar

Teniendo en la tabla 4-15 la descripción del tipo de cartón a ensayar con sus respectivas dimensiones, tipo de calibre y el estándar a utilizar para realizar el PAT.

Tabla 4-15: Cuadro de descripción de la muestra en el PAT

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Dimensiones: 50 x 150 ± 0.5 mm Material: Cartón corrugado de cara doble tipo A Norma: TAPPI 821</p>

Fuente: Elaboración propia

e) Procedimiento del ensayo

1. Instalar las 2 cuchillas de corte rectangular de 150mm además de las 2 de 140mm en la porta cuchillas rectangular de la troqueladora según el manual de ensamble y operación de la misma (ver anexo B).
2. Cortar 10 muestras como mínimo utilizando la troqueladora y guiándose del manual de ensamble y operación de la misma (ver anexo B).
3. Enumerar cada muestra a ensayar de manera suave con un lapicero o portaminas.
4. Medir y anotar las condiciones atmosféricas del recinto (T 402 sp-08, 2013).

5. Medir y anotar el espesor de cada muestra de cartón corrugado de cara doble con un micrómetro digital de exterior (ISO 3034, 1975).
6. Medir y anotar el peso de cada muestra en la balanza electrónica como se ve en la figura 4-6.

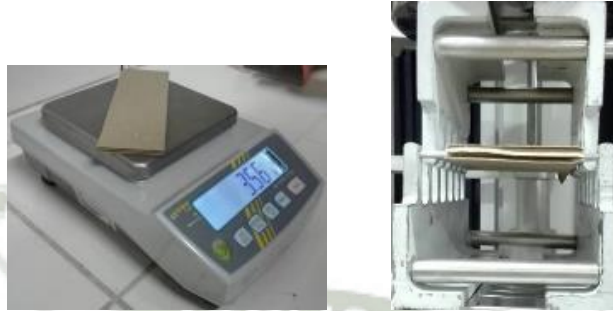


Figura 4-6: Medición del peso de la muestra para el PAT (izquierda) y ejecución del PAT en la máquina universal de ensayos (derecha). Fuente: Elaboración propia

7. Calcular el gramaje de cada muestra en g/m^2 (ASTM D 646, 2001).
8. Ingresar las dimensiones de cada muestra a ensayar numerada al software de la máquina universal de ensayos mecánicos.
9. Montar ambos platos de compresión en la máquina universal de ensayos.
10. Acoplar una muestra a los accesorios de PAT, introduciendo los pines de $\text{Ø}3.18\text{mm}$ en los agujeros creados entre el corrugado y ambas caras del liner de preferencia el peine de 7 pines primero y posteriormente el de 6 pines.
11. Ubicar el conjunto armado en la máquina universal de ensayos.
12. Acercar las mordazas de la máquina universal de ensayos hasta 5 mm antes de alcanzar la muestra y entonces regular la velocidad de avance a 10 ± 3.0 mm/min.
13. Ejecutar el ensayo en la máquina universal como se ve en la figura 4-6.
14. Anotar los resultados obtenidos de cada muestra.
15. Repetir el ensayo con todas las muestras, mínimo 10.

16. Calcular la resistencia de adhesión (σ_{PAT}) de la siguiente manera:

$$\sigma_{PAT} = \frac{F_{max}}{2L} [kN/m]$$

F_{max} = Fuerza máxima [N]

L = Ancho de la muestra [50 mm x (cantidad de flautas en contacto)]

17. Hallar la media aritmética (\bar{x}) y la desviación estándar (S) existente entre resistencias máximas obtenidas de cada muestra, siendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{n} [kN/m] ; S = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{n-1}} [kN/m]$$

$\sum M$ = Sumatoria de valores de fuerzas máximas de cada muestra

n = Cantidad de muestras ensayadas

f) Reporte de resultados del PAT

DATOS GENERALES

En la tabla 4-16 tenemos los datos generales para el PAT, como la fecha de ejecución, el lugar a ensayar, características de la muestra, los estándares los cuales se procedió a ejecutar el ensayo y las condiciones atmosféricas registradas en el recinto.

Tabla 4-16: Cuadro de datos generales del PAT

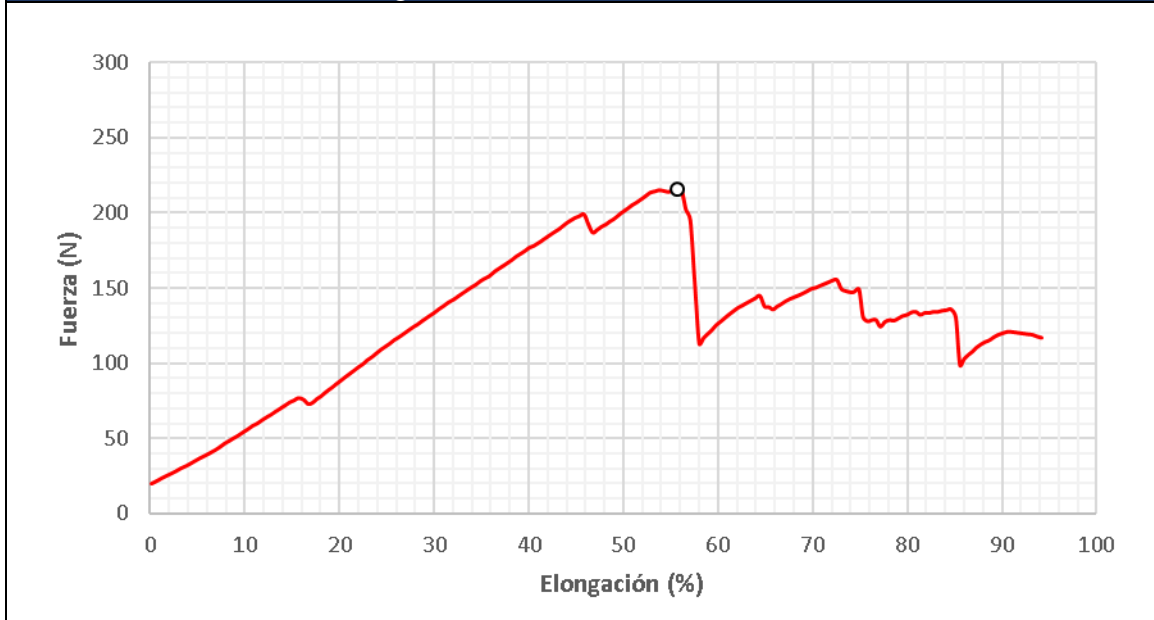
FECHA DE EJECUCIÓN	26 de Octubre del 2017	
LUGAR A ENSAYAR	Laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María	
TIPO DE MUESTRA	Cartón corrugado de cara doble flauta tipo A unido con almidón de maíz	
DIMENSIONES	150x50 ± 0,025 mm	
NUMERO DE MUESTRAS	10	
REALIZADO SEGÚN LOS SIGUIENTES ESTÁNDARES	TAPPI 821 TAPPI 402	
CONDICIONES ATMOSFERICAS	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
	HUMEDAD RELATIVA	31 %
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	753,13 kPa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-17: Resultados gráficos obtenidos del PAT :

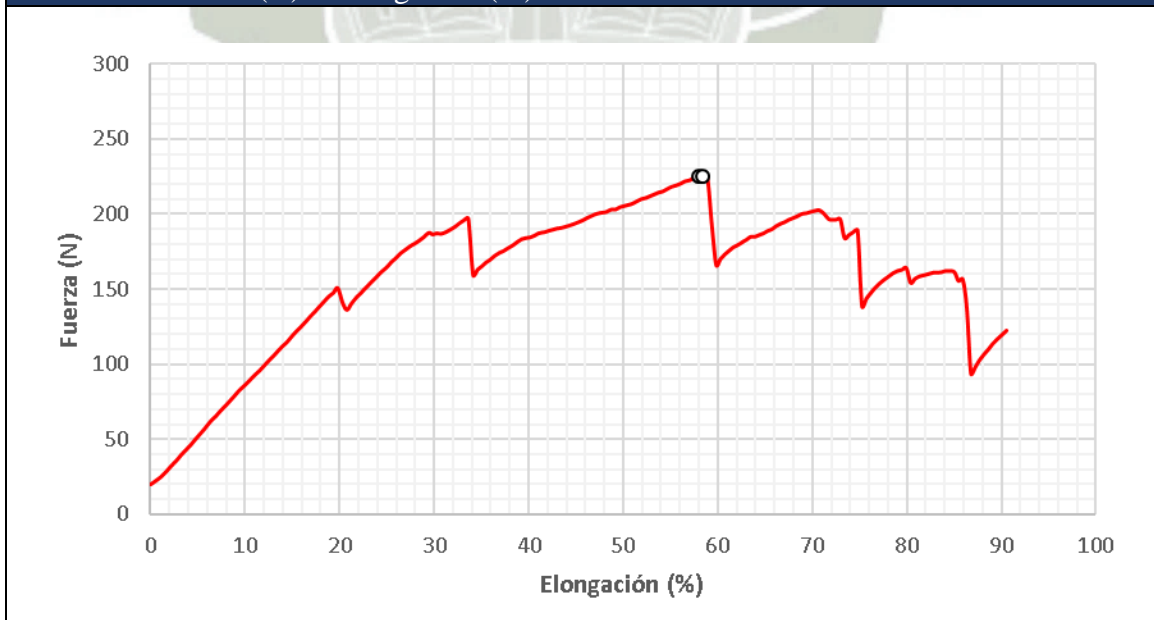
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
01	4,115	50	3,77	502,67	215,35	55,70

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



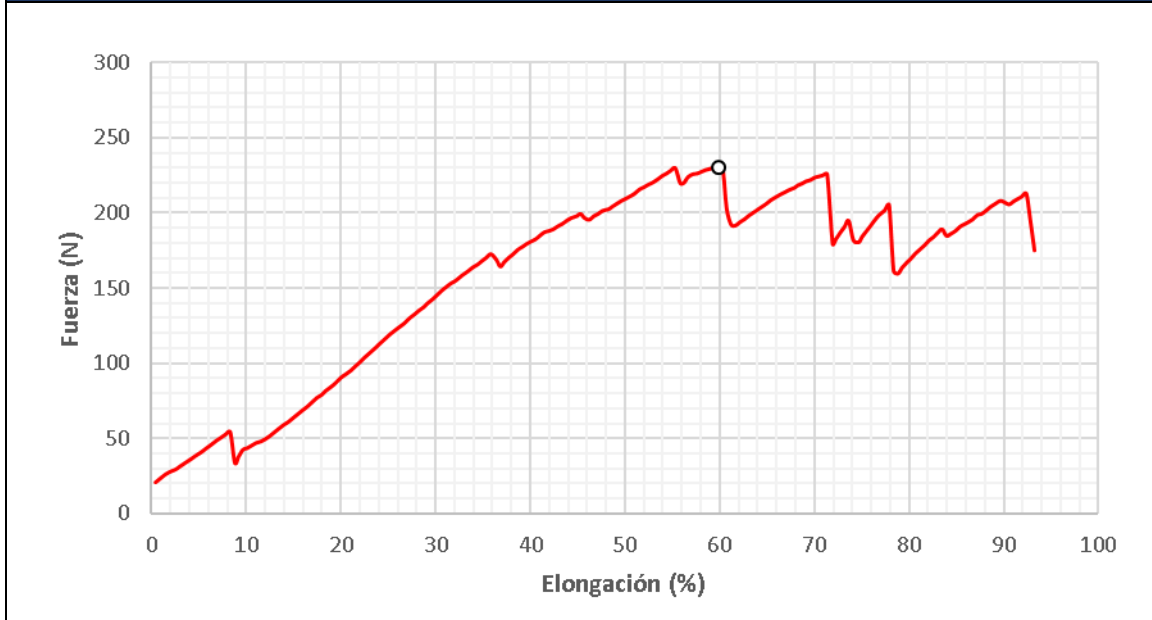
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
02	4,129	50	3,78	504,00	225,16	57,93

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



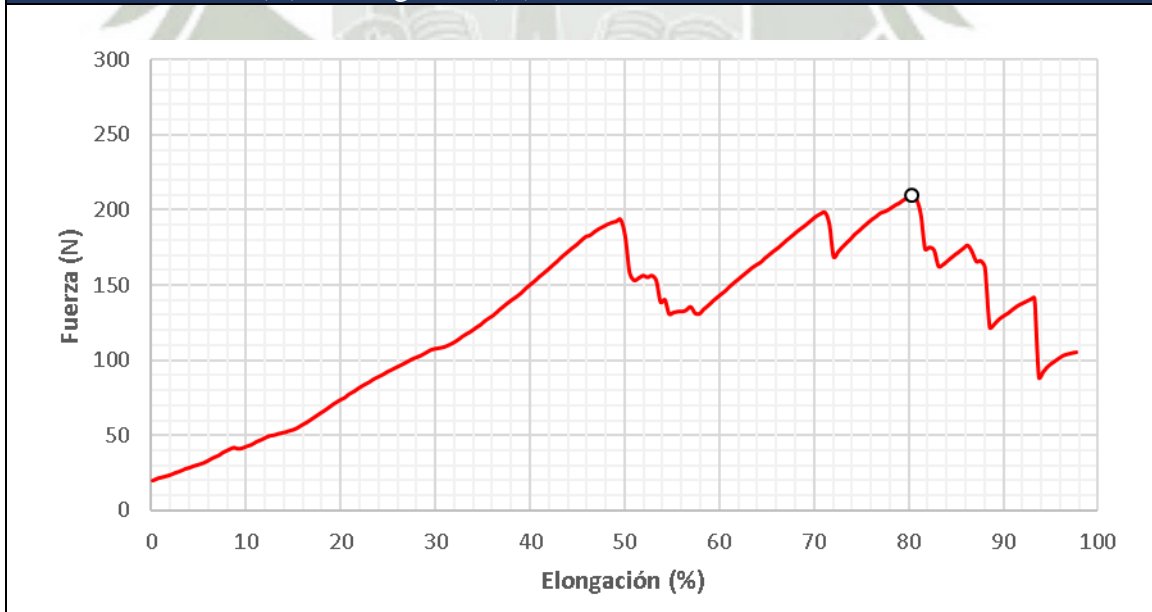
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
03	4,108	50	3,80	506,67	230,26	59,85

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



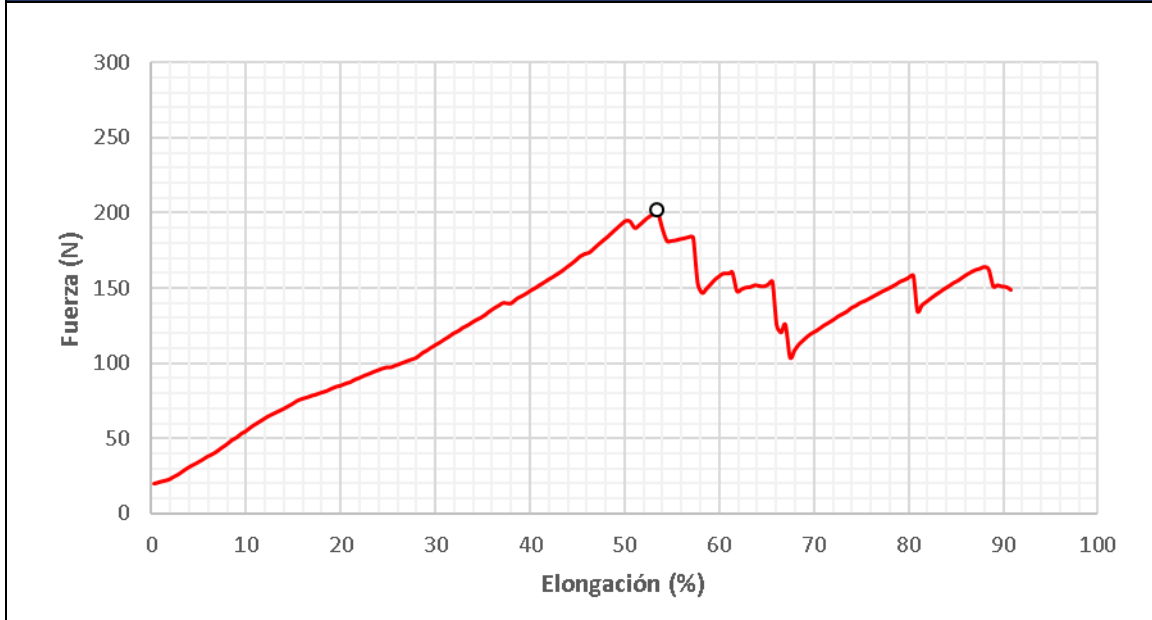
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
04	4,105	50	3,82	509,33	209,47	80,32

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



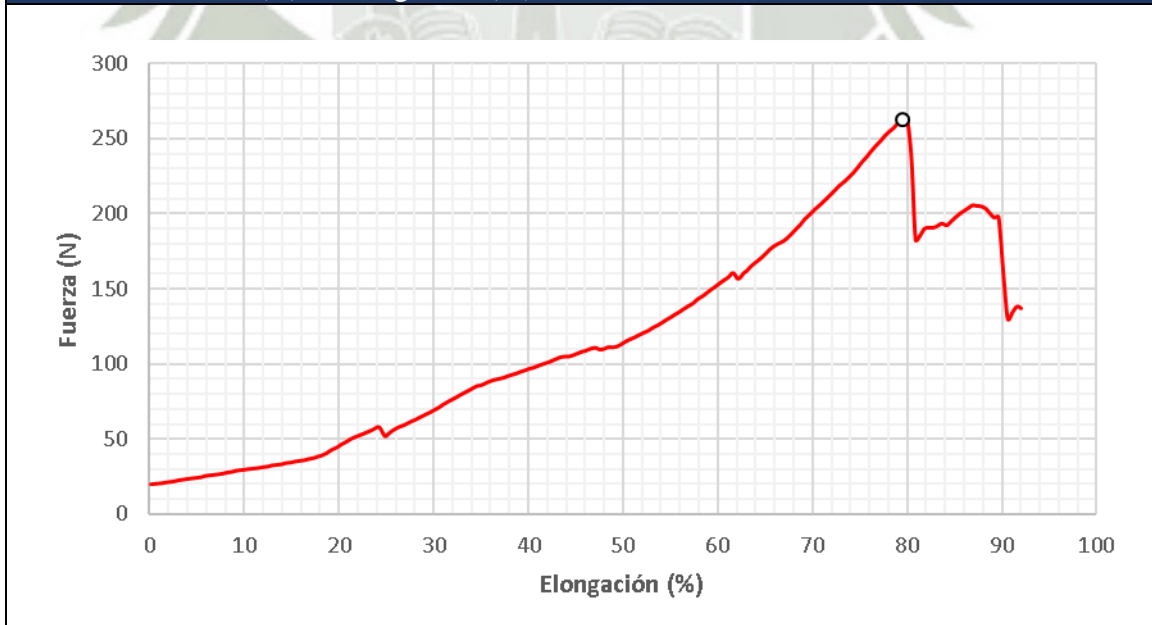
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
05	4,084	50	3,78	504,00	202,02	53,38

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



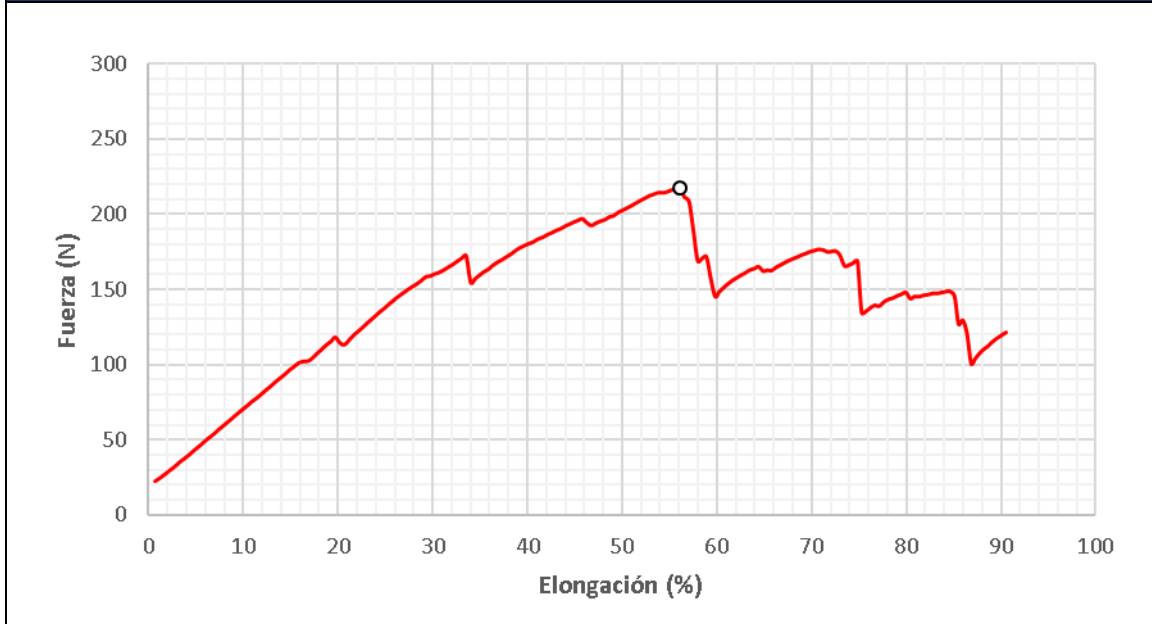
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
06	4,097	50	3,82	509,33	262,82	79,45

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



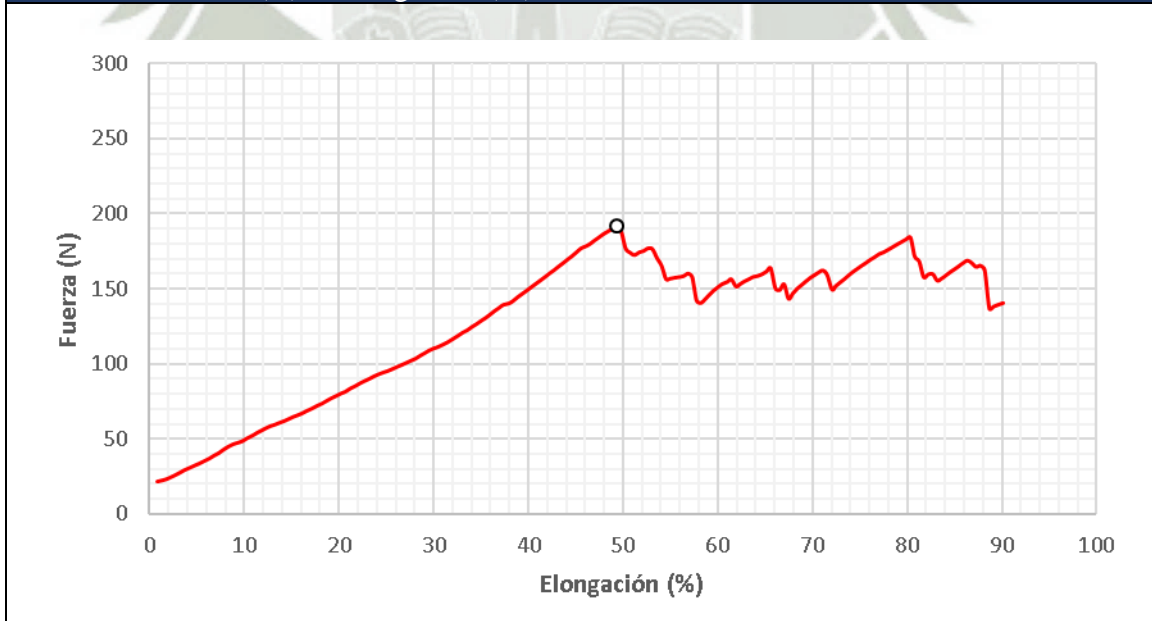
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
07	4,080	50	3,86	514,67	217,32	56,09

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



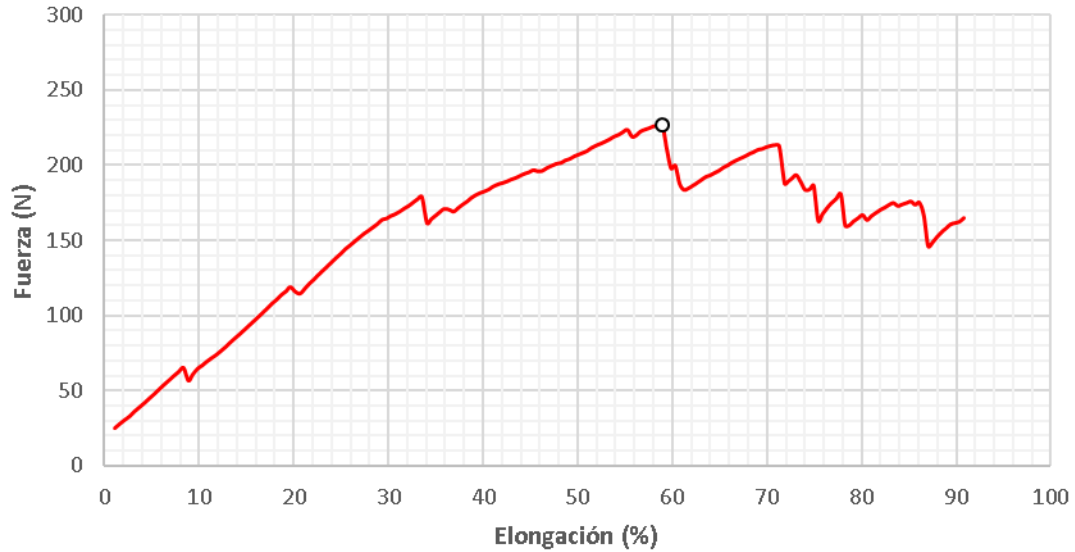
Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
08	4,139	50	3,81	508,00	191,82	49,32

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
09	4,054	50	3,76	501,33	226,93	58,92

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Elongación de carga máxima (%)
10	4,021	50	3,86	514,67	195,48	49,11

Gráfica de Fuerza (N) – Elongación (%)

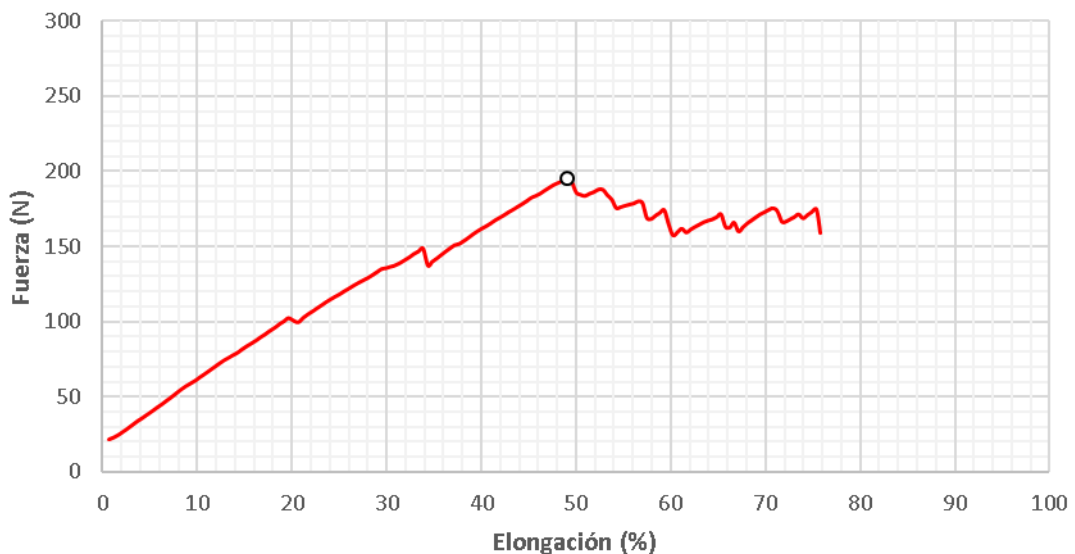


Tabla 4-18: Resultados numéricos obtenidos al realizar el PAT

Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Resistencia máx (kN/m)	Elongación de carga máxima (%)
01	4,115	3,77	502,67	215,35	0,1657	55,70
02	4,129	3,78	504,00	225,16	0,1732	57,93
03	4,108	3,80	506,67	230,26	0,1771	59,85
04	4,105	3,82	509,33	209,47	0,1611	80,32
05	4,084	3,78	504,00	202,02	0,1554	53,38
06	4,097	3,82	509,33	262,82	0,2022	79,45
07	4,080	3,86	514,67	217,32	0,1672	56,09
08	4,139	3,81	508,00	191,82	0,1476	49,32
09	4,054	3,76	501,33	226,93	0,1746	58,92
10	4,021	3,86	514,67	195,48	0,1504	49,11
Prom	4,093	3,81	507,47	217,73	0,1674	60,01

Desviación estándar: 0,016 kN/m

Desviación estándar porcentual: 9,46%

Fuente: Elaboración propia



4.4. RING CRUSH TEST (RCT)

a) Resumen

Este ensayo mide la resistencia de aplastamiento del liner que soporta una muestra de papel rígido kraft, el cual es utilizado como elemento del cartón corrugado. Inicialmente se corta la muestra rectangular en la troqueladora para después asegurar con cinta scotch ambos extremos de la muestra obteniendo una especie de anillo para poder ubicarlo encima de una porta probeta circular de medidas estandarizadas y realizar el ensayo en cuestión. Es importante señalar que este procedimiento corresponde al estándar TAPPI 822 el cual señala que el espesor de los papeles a utilizar debe estar comprendidos entre 0,28mm (0,011pulg) y 0,61mm (0,024pulg)

b) Objetivos

Cuantificar la resistencia de aplastamiento del liner de un muestrario de retazos de papel rígido kraft de acuerdo a los estándares TAPPI 822 y TAPPI 402.

c) Accesorios a utilizar

Teniendo en la tabla 4-19 los accesorios requeridos para realizar el RCT como son las cuchillas rectangulares, la porta cuchillas rectangular y la porta probetas circular con su respectiva descripción de cada uno.

Tabla 4-19: Cuadro de accesorios a utilizar en el RCT




IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>02 Cuchillas rectangulares de 140mm de Cr +V 02 Cuchillas rectangulares de 150mm de Cr +V</p>


IMAGEN	ACCESORIOS
	<p>01 Porta cuchillas rectangular de ASTM A-36</p>
	<p>Porta probetas circular estandarizado (<i>ver anexo A - 4</i>)</p>

Fuente: Elaboración propia

d) Descripción de la muestra a ensayar

Teniendo en la tabla 4-20 la descripción del tipo de cartón a ensayar con sus respectivas dimensiones, tipo de calibre y el estándar a utilizar para realizar el RCT.

Tabla 4-20: Cuadro de descripción de la muestra en el RCT

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Dimensiones: 150 x 12,7 ± 0,1 mm Material: Papel rígido kraft Norma: TAPPI 822</p>

Fuente: Elaboración propia

e) Procedimiento del ensayo:

1. Instalar las 2 cuchillas de corte rectangular de 150mm además de las 2 de 140mm en la porta cuchillas rectangular de la troqueladora según el manual de ensamble y operación de la misma (*ver anexo B*).

2. Cortar 10 muestras como mínimo utilizando la troqueladora y guiándose del manual de ensamble y operación de la misma (*ver anexo B*).
3. Enumerar cada muestra a ensayar de manera suave con un lapicero o portaminas.
4. Medir y anotar las condiciones atmosféricas del recinto (T 402 sp-08, 2013).
5. Medir y anotar el espesor de cada muestra de papel rígido kraft con un micrómetro digital de exterior (ISO 3034, 1975).
6. Medir y anotar el peso de cada muestra en la balanza electrónica como se ve en la figura 4-7.



Figura 4-7: Medición del peso de la muestra para el RCT (izquierda) y posición del papel kraft sobre la ranura de la porta probetas circular en el RCT (derecha). Fuente: Elaboración propia

7. Calcular el gramaje de cada muestra en g/m^2 (ASTM D 646, 2001).
8. Ingresar las dimensiones de cada muestra a ensayar numerada al software de la máquina universal de ensayos mecánicos.
9. Montar ambos platos de compresión en la máquina universal de ensayos.
10. Posicionar el papel rígido kraft en la ranura de la porta probetas de la manera como se ve en la figura 4-7, antes de ubicar el accesorio en el centro del plato fijo de la máquina universal de ensayos.
11. Acercar las mordazas de la máquina universal de ensayos hasta 5 mm antes de alcanzar la muestra y entonces regular la velocidad de avance a $12,5 \pm 0,2$ mm/min.
12. Ejecutar el ensayo en la máquina universal como se ve en la figura 4-8.

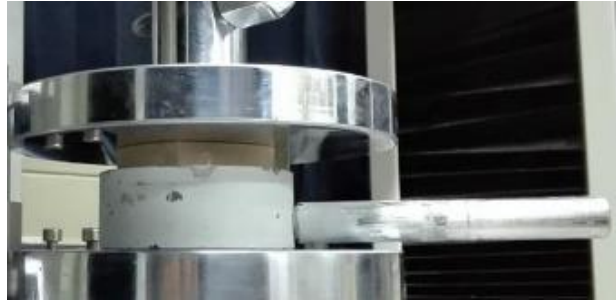


Figura 4-8: Ejecución del RCT en la máquina universal de ensayo
Fuente: Elaboración propia

13. Anotar los resultados obtenidos de cada muestra.
14. Repetir el ensayo con todas las muestras, mínimo 10.
15. Calcular la resistencia de aplastamiento de borde del liner (σ_{RCT}) de la siguiente manera:

$$\sigma_{RCT} = \frac{F_{max}}{L} [kN/m]$$

$$F_{max} = \text{Fuerza máxima [N]}$$

$$L = \text{Largo del perímetro del anillo [mm]}$$

16. Hallar la media aritmética (x) y la desviación estándar (S) existente entre resistencias máximas obtenidas de cada muestra, siendo:

$$x = \frac{\sum M}{n} [kN/m]$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x-x_i)^2}{n-1}} [kN/m]$$

$$\sum M = \text{Sumatoria de valores de fuerzas máximas de cada muestra}$$

$$n = \text{Cantidad de muestras ensayadas}$$

f) Reporte de resultados del RCT

DATOS GENERALES

En la tabla 4-21 tenemos los datos generales para el RCT, como la fecha de ejecución, el lugar a ensayar, características de la muestra, los estándares los cuales se procedió a ejecutar el ensayo y las condiciones atmosféricas registradas en el recinto.

Tabla 4-21: Cuadro de datos generales del RCT

FECHA DE EJECUCIÓN	25 de Octubre del 2017	
LUGAR A ENSAYAR	Laboratorio de materiales de la universidad Católica de Santa María	
TIPO DE MUESTRA	Papel rígido kraft acabado marrón	
DIMENSIONES	152,4x12,7 ± 0,025 mm de ancho	
NUMERO DE MUESTRAS	10	
REALIZADO SEGÚN LOS SIGUIENTES ESTÁNDARES	TAPPI 822 TAPPI 402	
CONDICIONES ATMOSFERICAS	TEMPERATURA AMBIENTE	23 °C
	HUMEDAD RELATIVA	31 %
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	753,13 kPa

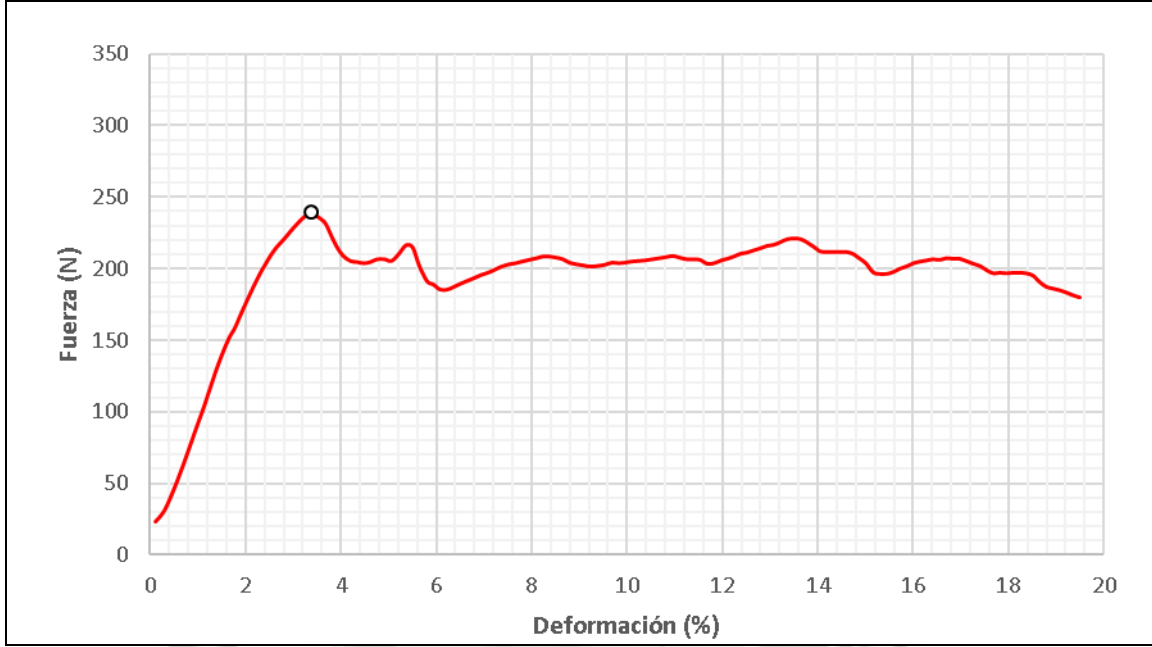
Fuente: Elaboración propia



Tabla 4-22: Resultados gráficos obtenidos del RCT

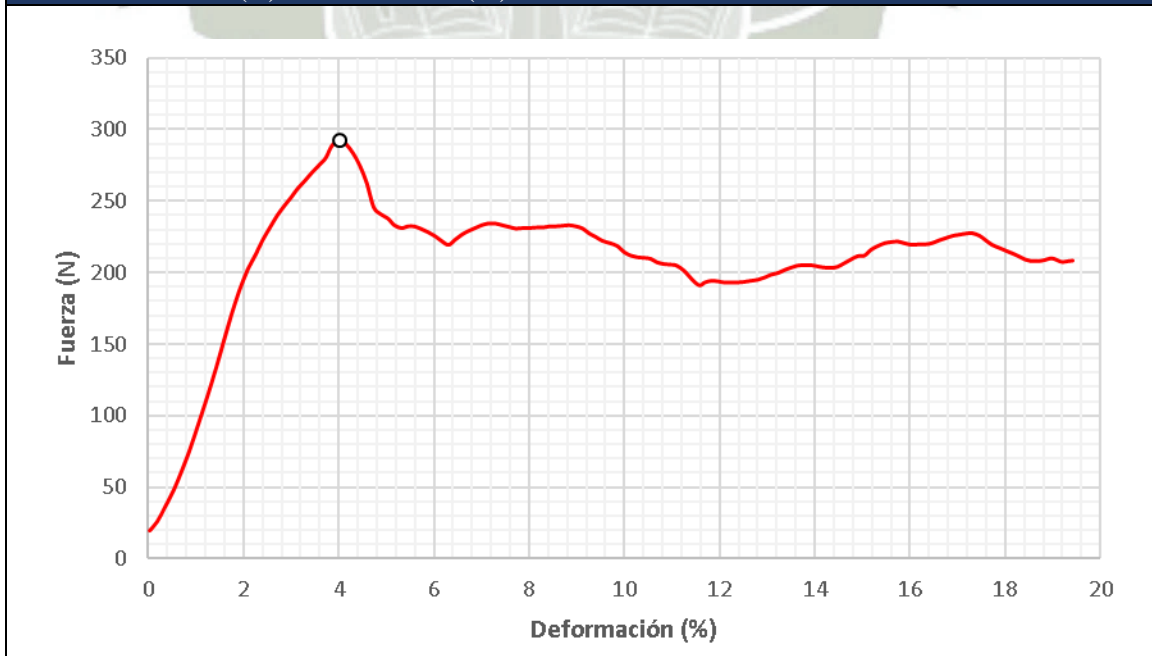
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
01	0,327	152,4	0,41	215,22	239,28	3,38

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



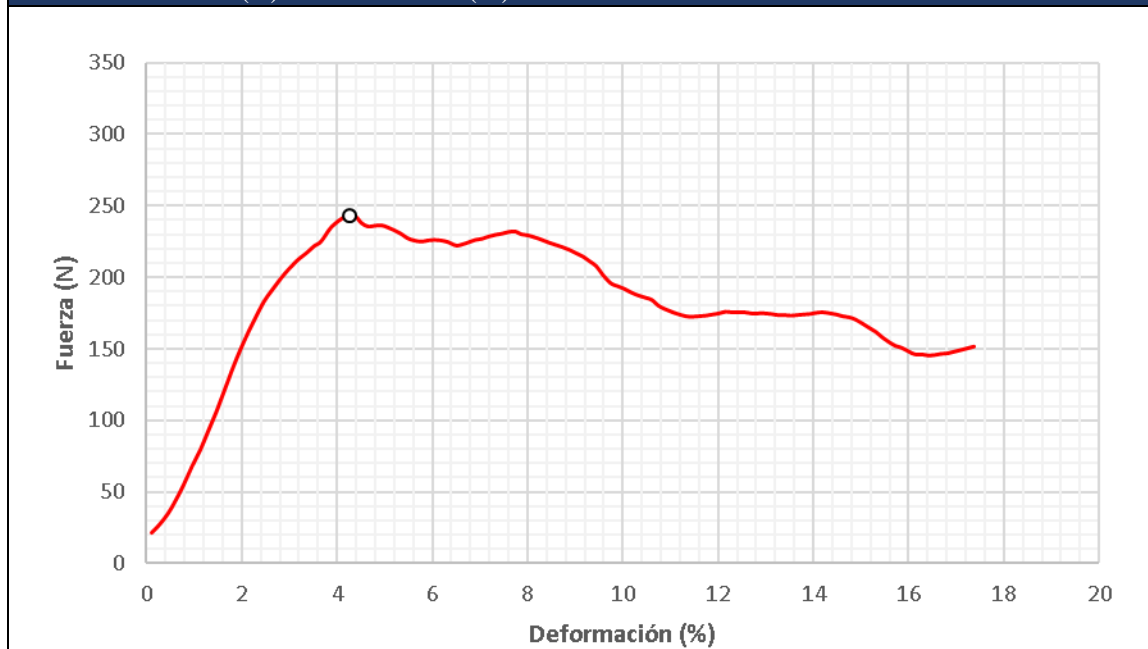
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
02	0,319	152,4	0,42	220,47	292,63	4,03

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
03	0,321	152,4	0,41	215,22	243,21	4,25

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



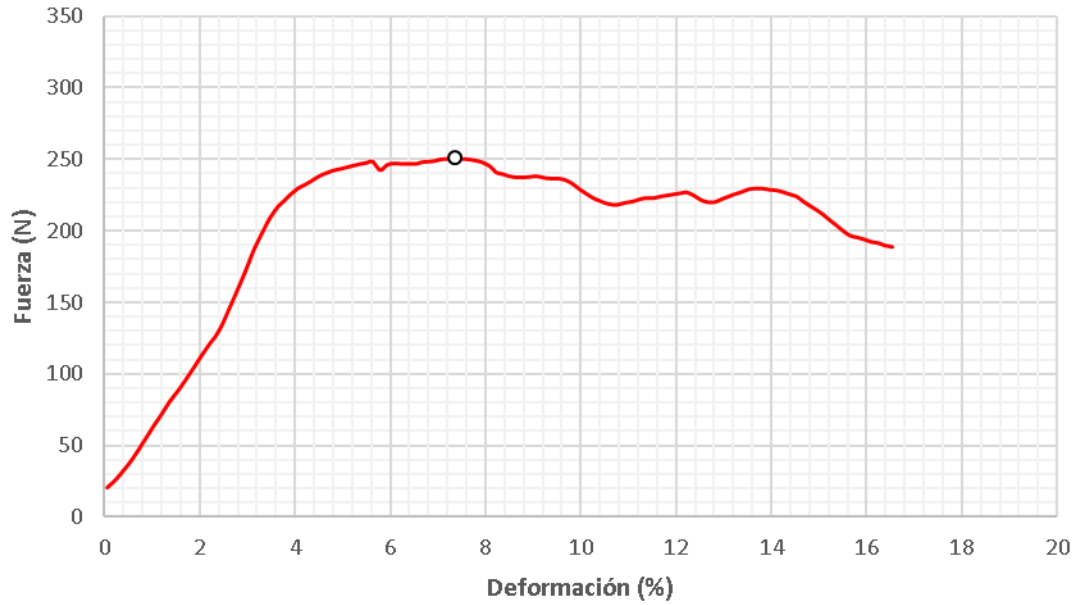
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
04	0,326	152,4	0,41	215,22	247,91	5,91

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



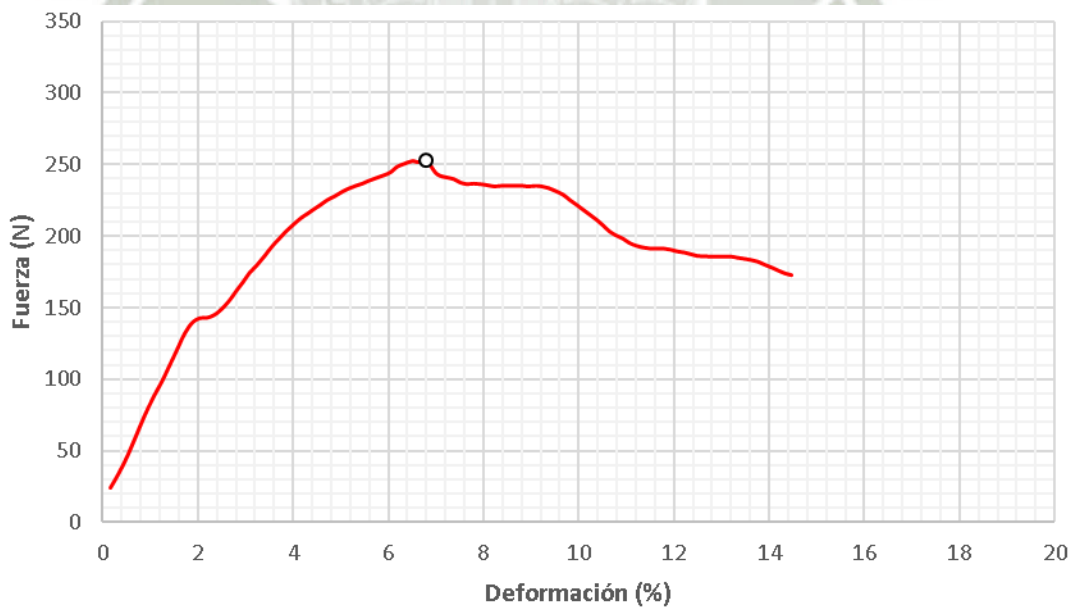
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
05	0,328	152,4	0,42	220,47	251,05	7,35

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



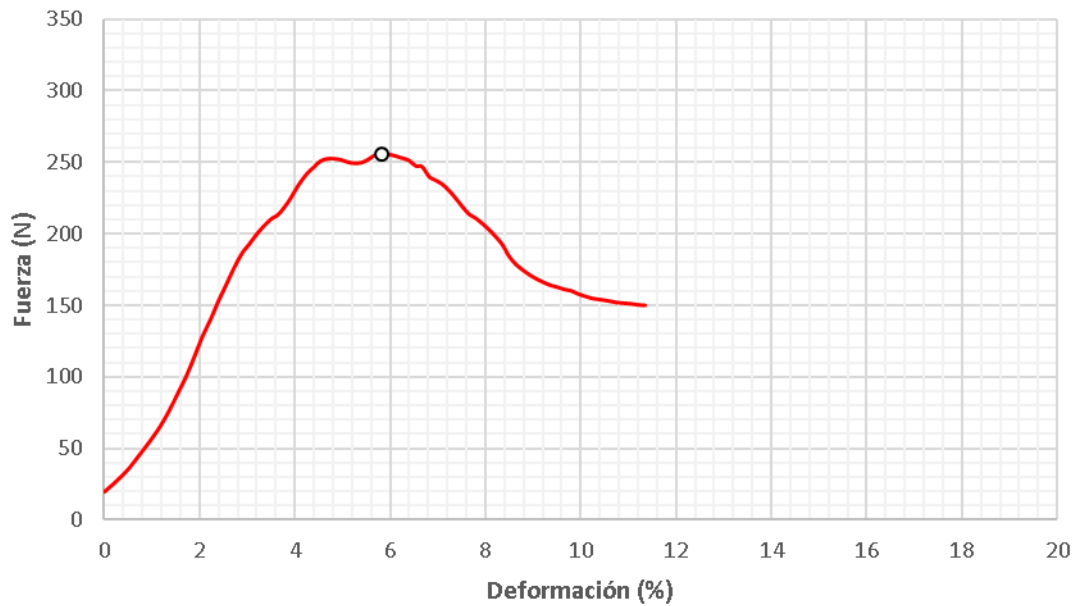
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
06	0,308	152,4	0,40	209,97	253,01	6,80

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



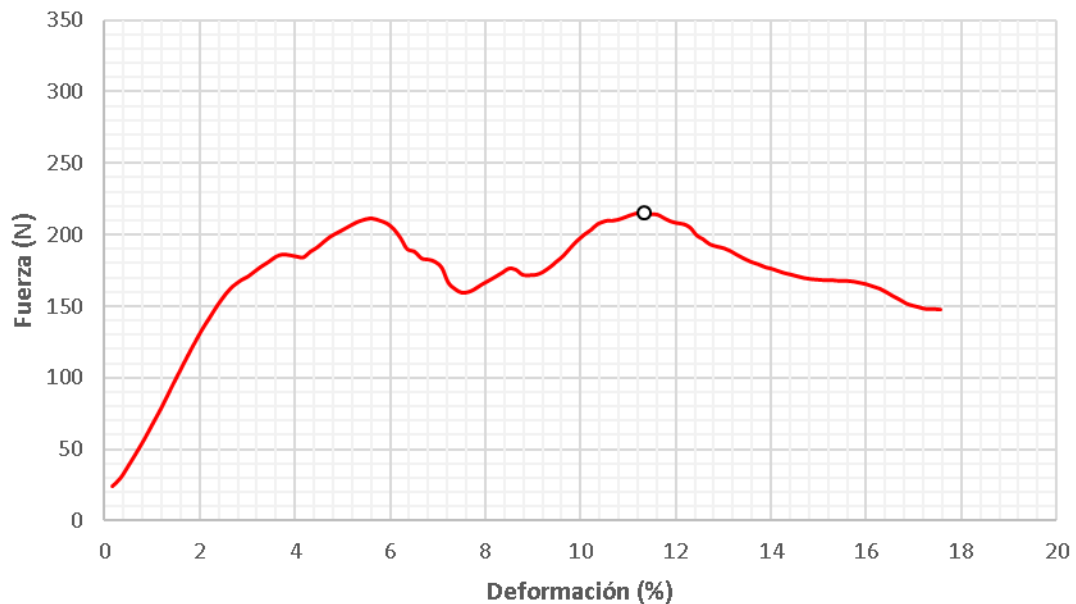
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
07	0,329	152,4	0,41	215,22	255,76	5,83

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



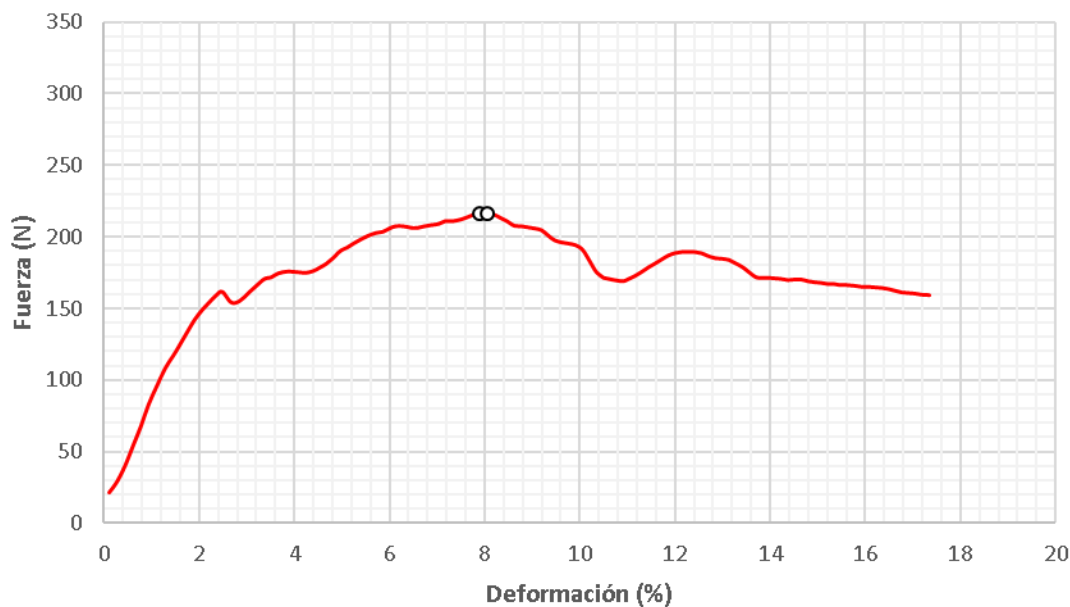
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
08	0,328	152,4	0,41	215,22	215,36	11,33

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



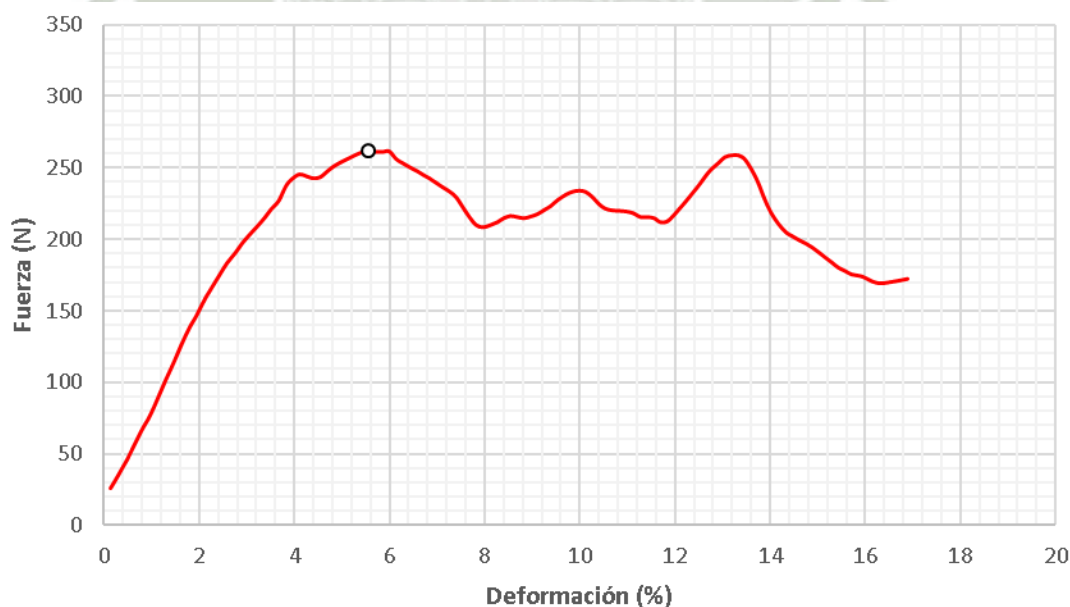
Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
09	0,305	152,4	0,40	209,97	216,53	7,90

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Muestra	Espesor (mm)	Largo (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Deformación de carga máxima (%)
10	0,311	152,4	0,41	215,22	261,64	5,56

Gráfica de Fuerza (N) - Deformación (%)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-23: Resultados numéricos obtenidos al realizar el RCT

Muestra	Espesor (mm)	Peso (g)	Gramaje (g/m^2)	Fuerza máx (N)	Resistencia máx (kN/m)	Deformación de carga máxima (%)
01	0,327	0,41	215,22	239,28	1,595	3,38
02	0,319	0,42	220,47	292,63	1,951	4,03
03	0,321	0,41	215,22	243,21	1,621	4,25
04	0,326	0,41	215,22	247,91	1,653	5,91
05	0,328	0,42	220,47	251,05	1,674	7,35
06	0,308	0,40	209,97	253,01	1,687	6,80
07	0,329	0,41	215,22	255,76	1,705	5,83
08	0,328	0,41	215,22	215,36	1,436	11,33
09	0,305	0,40	209,97	216,53	1,444	7,90
10	0,311	0,41	215,22	261,64	1,744	5,56
Prom	0,320	0,41	215,22	247,64	1,651	6,23

Desviación estándar: 0,148 kN/m **Desviación estándar porcentual:** 8,95%

Fuente: Elaboración propia



CONCLUSIONES

Se definieron los ensayos mecánicos a realizar, siendo estos Edgewise Crush Test, Flat Crush Test, Pin Adhesion Test y Ring Crush Test, desarrollados a partir de las bases impuestas por los estándares vigentes ISO 3037, ISO 3035, TAPPI 821 y TAPPI 822, con la finalidad de obtener la resistencia de aplastamiento de borde, resistencia de aplastamiento plano, resistencia de adhesión de la línea de pegamento y resistencia de aplastamiento del liner respectivamente.

Se realizó un estudio de arte para posteriormente diseñar, fabricar e implementar una troqueladora manual capaz de recortar cartón corrugado de cara doble y papel rígido kraft en los tamaños estandarizados necesarios para los ensayos mecánicos alcanzando un costo total de materiales y fabricación de S/1881,00.

Se definieron, diseñaron, fabricaron e implementaron los accesorios requeridos para cada ensayo mecánico seleccionado alcanzando un costo total de S/104,50 para Edgewise Test, S/431,00 para Pin Adhesion Test y s/107,50 para Ring Crush Test

Se obtuvieron 4 reportes de resultados, 1 por cada tipo de ensayo, contando cada reporte con 10 resultados, excepto los ensayos de aplastamiento plano (FCT) donde se obtuvieron 20 resultados, 10 de cada tipo de diámetro. Estos resultados fueron obtenidos tanto gráfica como numéricamente a partir de la realización de los ensayos Edgewise Crush Test (ECT), Flat Crush Test (FCT), Pin Adhesion Test (PAT) y Ring Crush Test (RCT) en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Santa María. Todo el procedimiento fue documentado y registrado para una posterior optimización del mismo.

Según los resultados obtenidos al realizar el procedimiento de ECT llevado a cabo de acuerdo al estándar ISO 3037, una muestra 50x50mm de cartón corrugado de cara doble calibre "C" de aproximadamente 3,85mm de espesor tiene una resistencia de aplastamiento de borde promedio de $2,98 \pm 0,25$ kN por metro de longitud, deformándose un 6,66% de su altura en este punto. Pudiéndose utilizar este valor para obtener la fuerza máxima de apilamiento resistida por una longitud del mismo material ensayado.

Se concluye que según los resultados obtenidos al realizar el procedimiento de FCT llevado a cabo de acuerdo al estándar ISO 3035, una muestra $\text{Ø}64\text{mm}$ de cartón corrugado de cara doble calibre “C” de aproximadamente 3,84mm de espesor tiene una resistencia al aplastamiento promedio de $107,79 \pm 10,42$ kN por metro cuadrado, deformándose un 33,45% de su espesor en este punto. Asimismo, una muestra de $\text{Ø}90\text{mm}$ del mismo tipo de material de aproximadamente 3,55mm de espesor tiene una resistencia al aplastamiento promedio de $130,34 \pm 9,66$ kN por metro cuadrado, deformándose un 33,59% de su espesor en este punto. Pudiéndose utilizar estos valores para obtener la fuerza máxima de aplastamiento resistida por un área del mismo material ensayado. Observándose que a menor espesor de cartón corrugado se obtiene una mayor resistencia de aplastamiento plano.

Según los resultados obtenidos al realizar el procedimiento de PAT llevado a cabo de acuerdo al estándar TAPPI 821, una muestra 50x150mm de cartón corrugado de cara doble calibre “A” unido con almidón de maíz, de aproximadamente 4,093mm de espesor promedio tiene una resistencia de adhesión promedio de $167,4 \pm 16,0$ N por metro de adhesivo, elongándose un 60,01% de su espesor en este punto. Pudiéndose utilizar este valor para obtener la fuerza máxima de adhesión resistida por una longitud de este tipo de pegamento.

Se concluye que los resultados obtenidos al realizar el procedimiento de RCT llevado a cabo de acuerdo al estándar TAPPI 822, una muestra 12,7x150mm de papel rígido kraft de aproximadamente 0,32mm de espesor tiene una resistencia al apilamiento de borde de liner promedio de $1,65 \pm 0,15$ kN por metro de longitud, deformándose un 6,23% de su altura en este punto. Pudiéndose utilizar este valor para hallar la fuerza máxima de aplastamiento resistida por una longitud de liner del mismo tipo de material.

Se concluye que el Laboratorio de Materiales de la Universidad Católica de Santa María se encuentra implementado para llevar a cabo los ensayos mecánicos tratados a lo largo de este proyecto, siendo estos: Edgewise Crush Test (ECT), Flat Crush Test (FCT),

Ping Adhseion Test (PAT) y Ring Adhesion Test (RCT) haciendo uso tanto de la troqueladora como de los accesorios fabricados.



RECOMENDACIONES

Antes de iniciar cualquier ensayo en el laboratorio de materiales se recomienda limpiar las superficies de trabajo, fundamentalmente evitando la presencia de líquidos, ya que el cartón corrugado y el papel son higroscópicos, pudiendo tener resultados contradictorios en los ensayos.

Se recomienda que las muestras a utilizar en cada ensayo descrito en el capítulo 4 estén libres de impresión, cortes, grietas, dobleces y daños en general debido a que si se ensayan estas muestras los resultados serán incoherentes.

Manipular y mantener cada accesorio utilizado en los ensayos mecánicos, libre de humedad, calor, polvo, etc. Ya que esto puede deteriorar las piezas y alterar sus propiedades y características, así como dañar las futuras muestras.

Antes de iniciar cualquier ensayo se recomienda revisar los pernos de ajuste de los platos de compresión y su respectivo alineamiento en la máquina universal de ensayos mecánicos.

Verificar la calibración de los equipos y máquinas a utilizar a lo largo de la realización de los ensayos mecánicos, como la balanza electrónica digital y el micrómetro digital de exterior, así como la máquina universal de ensayos.

Se recomienda antes de todo ensayo ubicar la muestra y su respectivo accesorio (si lo requiere) alineados a la superficie central del plato fijo de la máquina universal de ensayos mecánicos.

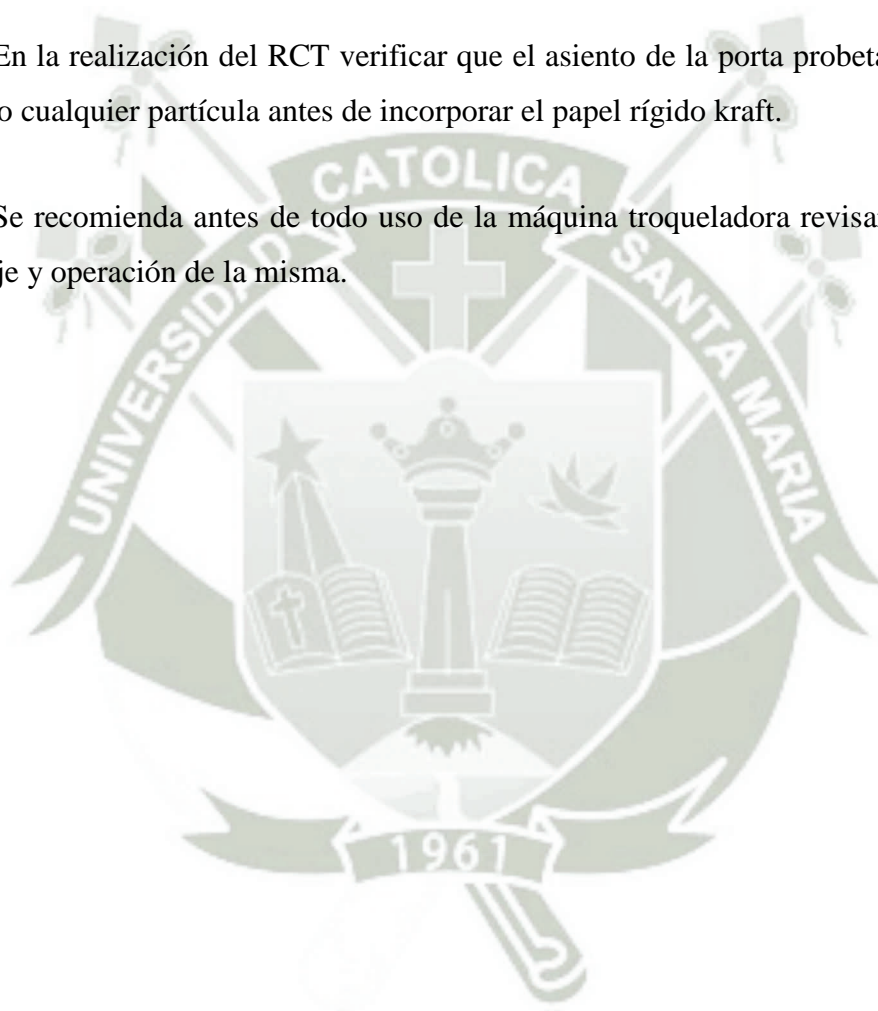
Antes de iniciar el ECT verificar que el ondulado de la muestra esté perpendicular al plato fijo de la máquina universal de ensayos mecánicos y no olvidar sacar los bloques guías después de haber sujetado la muestra con los platos de compresión, antes de la ejecución del ensayo.

Se recomienda que inmediatamente después de alcanzar el pico de la curva durante la realización del FCT se detenga el avance de la máquina universal de ensayos mecánicos y se retire la muestra.

En el PAT se recomienda introducir cuidadosamente los pines de los accesorios, en cada agujero de la muestra de cartón corrugado de cara doble calibre A para evitar deformaciones, cortes y despliegues de los componentes del cartón corrugado.

En la realización del RCT verificar que el asiento de la porta probetas esté libre de polvo o cualquier partícula antes de incorporar el papel rígido kraft.

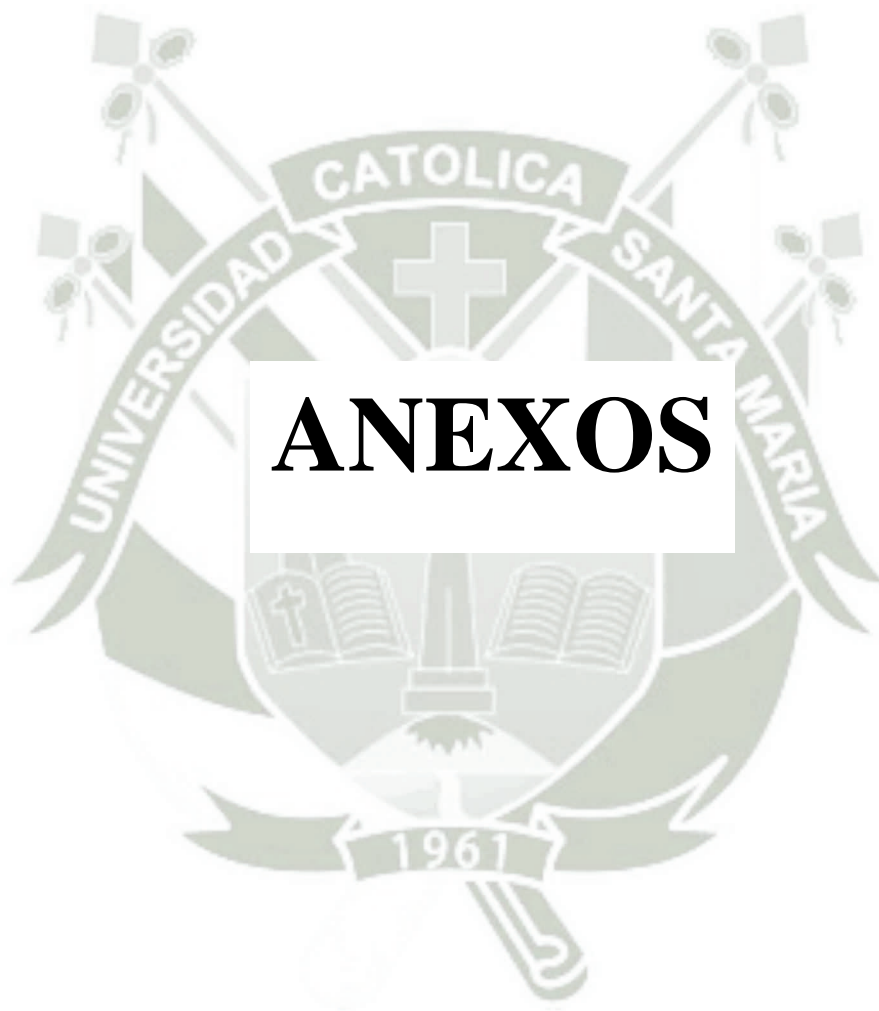
Se recomienda antes de todo uso de la máquina troqueladora revisar el manual de montaje y operación de la misma.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

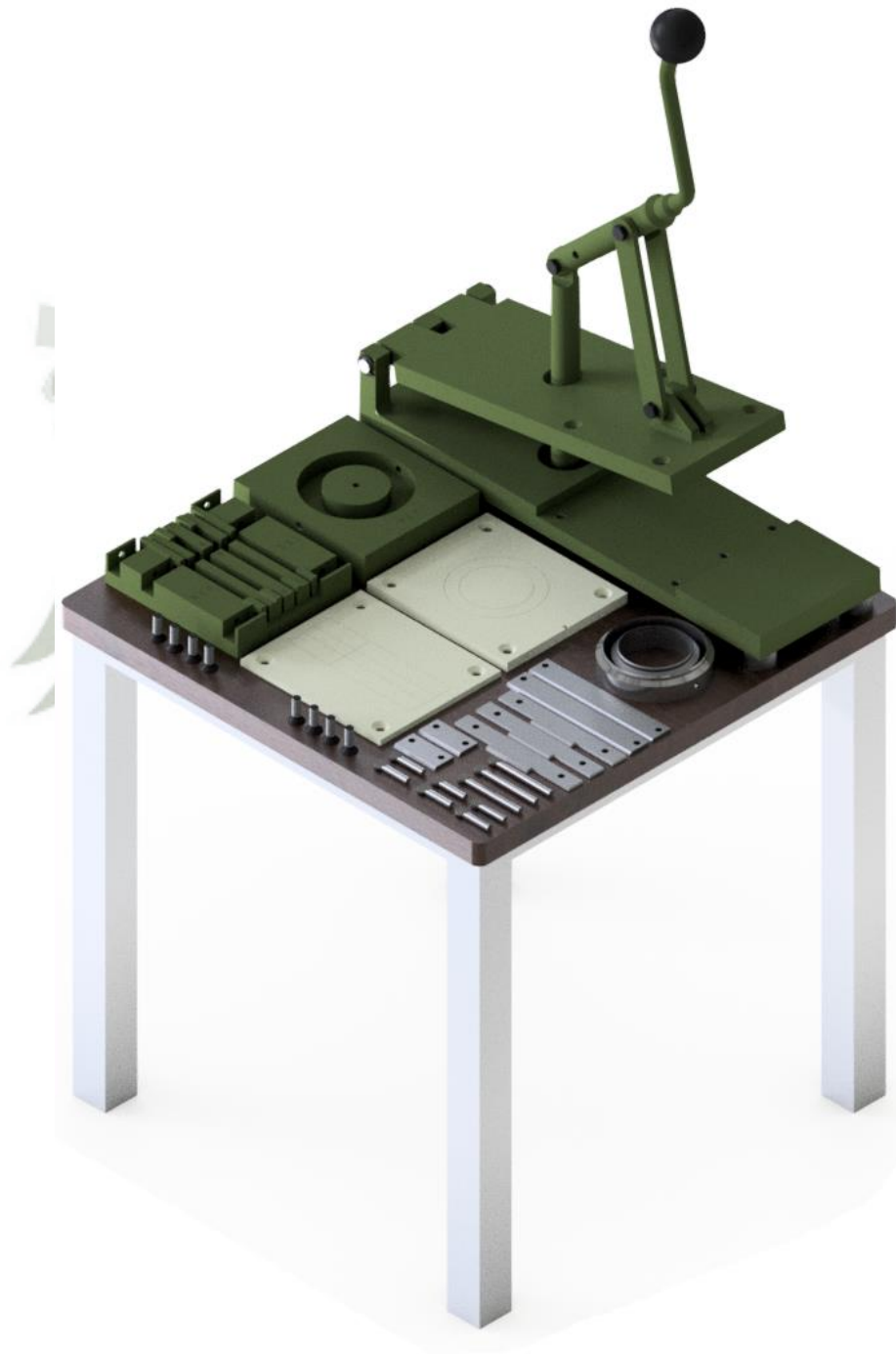
- Alvarado Martínez, C. A., Hernández Barocio, E., & Montes Mancera, A. I. (s.f.). *Diseño y fabricación de un troquel progresivo para elaborar una arandela por golpe*. Azcapotzalco: Instituto Politécnico Nacional.
- Angarita Martínez, J. D., & Díaz Durán, D. I. (2008). *Obtención y evaluación de pulpas integradas de fibra secundaria y raquis de hoja de palma africana a la soda para su incorporación en la producción de embalajes*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- ASTM D 4826. (2002). Standard Practice for Units of Measurement and Conversion Factors for Pulp, Paper, and Paperboard.
- ASTM D 646. (2001). Standard Test Method for Grammage of Paper and Paperboard (Mass Per Unit Area).
- ASTM D726. (2003). Standard Test Method for Resistance of Nonporous Paper to Passage of Air.
- Cartopel. (Octubre de 2011). *Cartopel*. Obtenido de <http://www.cartopel.com/i/files/fabricacioncajas.pdf>
- Chavez Silvero, D., & Sanchez, F. M. (2008). *Diseño y Fabricación de un Troquel para Placas de Apagador de Aluminio*. México D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- FEFCO, E. f. (2004). *FEFCO Standards Committee: World standards - Comparison testing methods FEFCO / EN / ISO / TAPPI*.
- García Bol, A. M. (2013). *Ensayo de resistencia a la compresión de cartón ondulado*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- IEES, I. d. (2016). *Reporte Sectorial N°4*. Lima: SNI, Sociedad Nacional de Industrias.
- ISO 13821. (2002). Corrugated fibreboard - Determination of edgewise crush resistance - Waxed edge method.
- ISO 186. (2002). Paper and board - Sampling to determine average quality.
- ISO 3034. (1975). Corrugated fibreboard - Determination of thickness.
- ISO 3035. (1982). Single-faced and single-wall corrugated fibreboard - Determination of flat crush resistance.
- ISO 3036. (1975). Board - Determination of puncture resistance.
- ISO 3037. (2007). Corrugated fibreboard - Determination of edgewise crush resistance (unwaxed edge method).
- ISO 535. (1991). Paper and board - Determination of water absorptiveness - Cobb method.
- ISO 5628. (2012). Paper and board - Determination of bending stiffness - General principles for two-point, three-point and four-point methods.

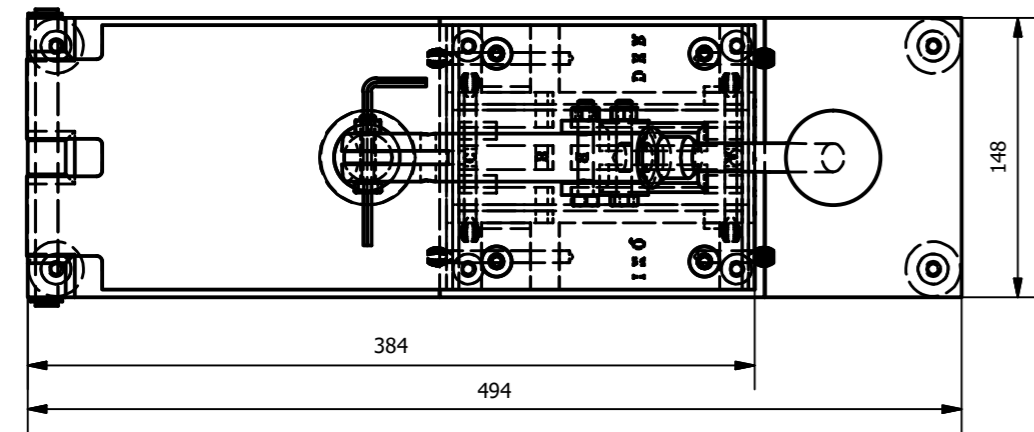
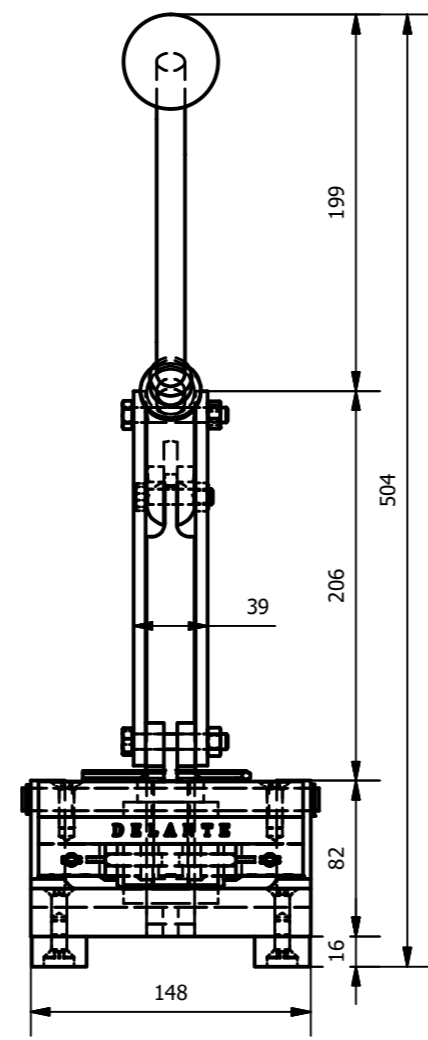
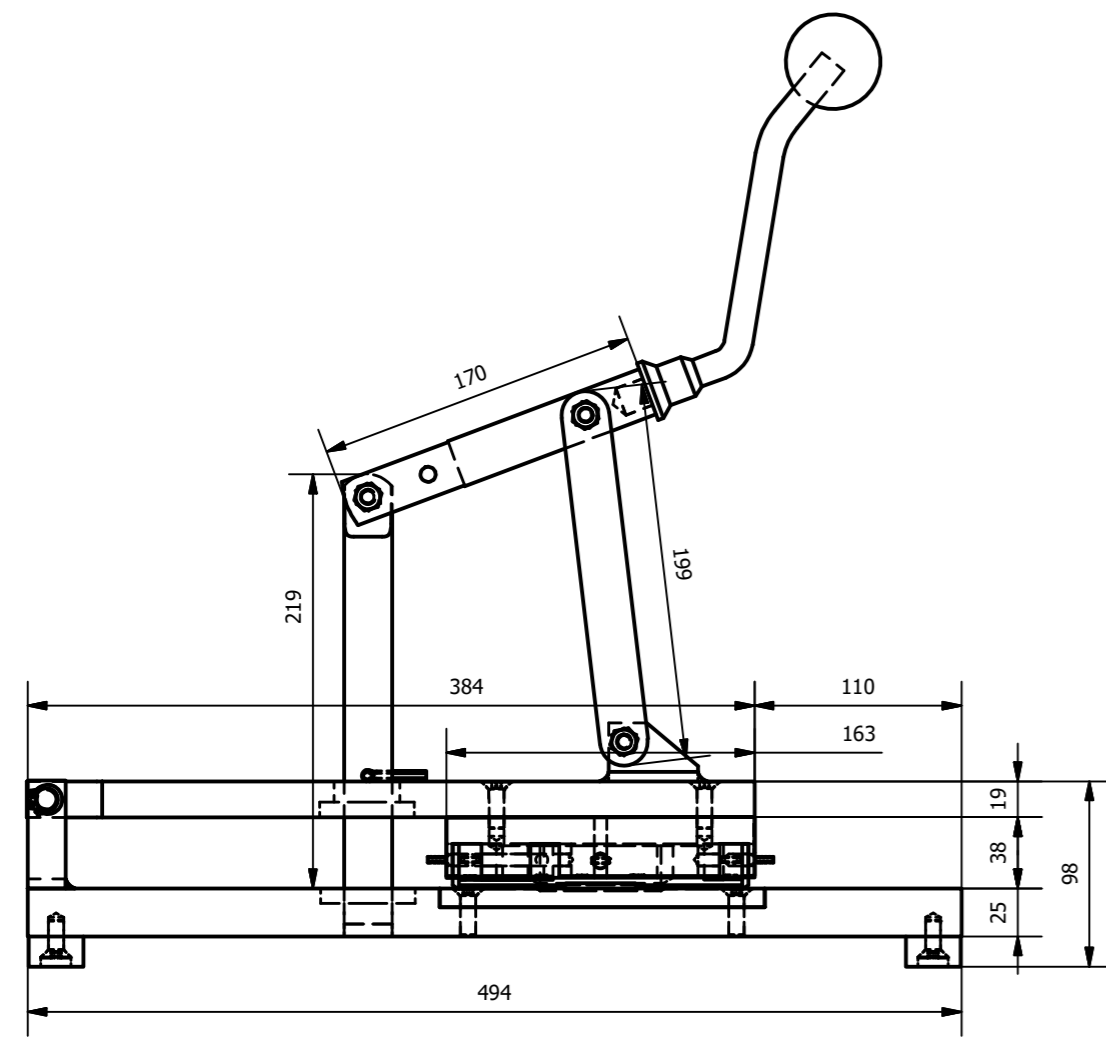
- Martínez Sartorius, I. (Junio de 2009). *Cartón corrugado pruebas a producto terminado*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2009). Materiales para envase y embalaje. *Guía de envases y embalajes*.
- Pérez, M., Raya, G., & Romero, E. (23 de Noviembre de 2015). Producción de cajas de cartón. *Estudio de prefactibilidad*. San Rafael, Mendoza, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Rexam. (2011). *Annual report 2011*.
- Reyna M., L., Robles C., R., Toyohama A, .. L., & Canales G., V. (1991). *ELABORACIÓN DEL CARTÓN A PARTIR DEL PAPEL RECICLADO*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Santizo Vasquez, M. R. (2004). *Control de calidad aplicado a la industria de cajas comerciales de cartón*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Silicatos y Derivados S.A. de C.V., u. f. (26 de Enero de 2009). ANIQ. Obtenido de Asociación Nacional de la Industria Química:
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Silicato%20de%20Sodio%20a%2020%20\(to da%20la%20LIT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Silicato%20de%20Sodio%20a%2020%20(to da%20la%20LIT).pdf)
- Solís Sánchez, P. (2011). *Automatización de una máquina suajadora de tapas para yoghurt*. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma De México.
- T 1210 sp-93. (1993). Units of measurement and conversion factors.
- T 402 sp-08. (2013). Standard conditioning and testing atmospheres for aper, board, pulp handsheets, and related products.
- T 809 om-99. (2006). Flat crush of corrugating medium (CMT test).
- T 810 om-98. (1998). Bursting strength of corrugated and solid fiberboard.
- T 821 om-96. (1996). Pin Adhesion of corrugated board by selective separation.
- T 822 om-02. (2007). Ring crush of paperboard (rigid support method).
- T 824 om-09. (2009). Fluted edge crush of corrugating medium (flexible beam method).



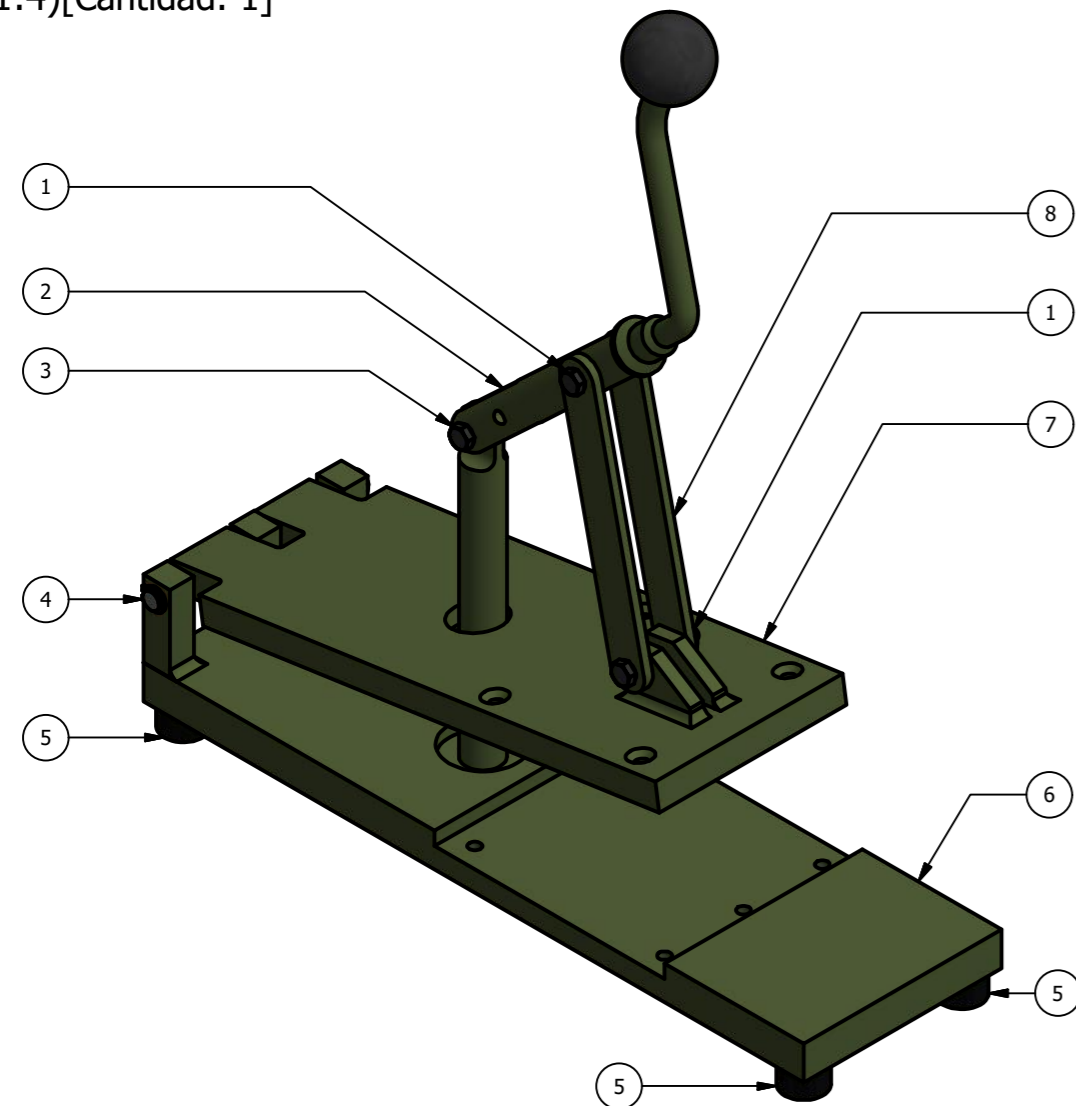
ANEXO A: PLANOS

ANEXO A - 1: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LA TROQUELADORA

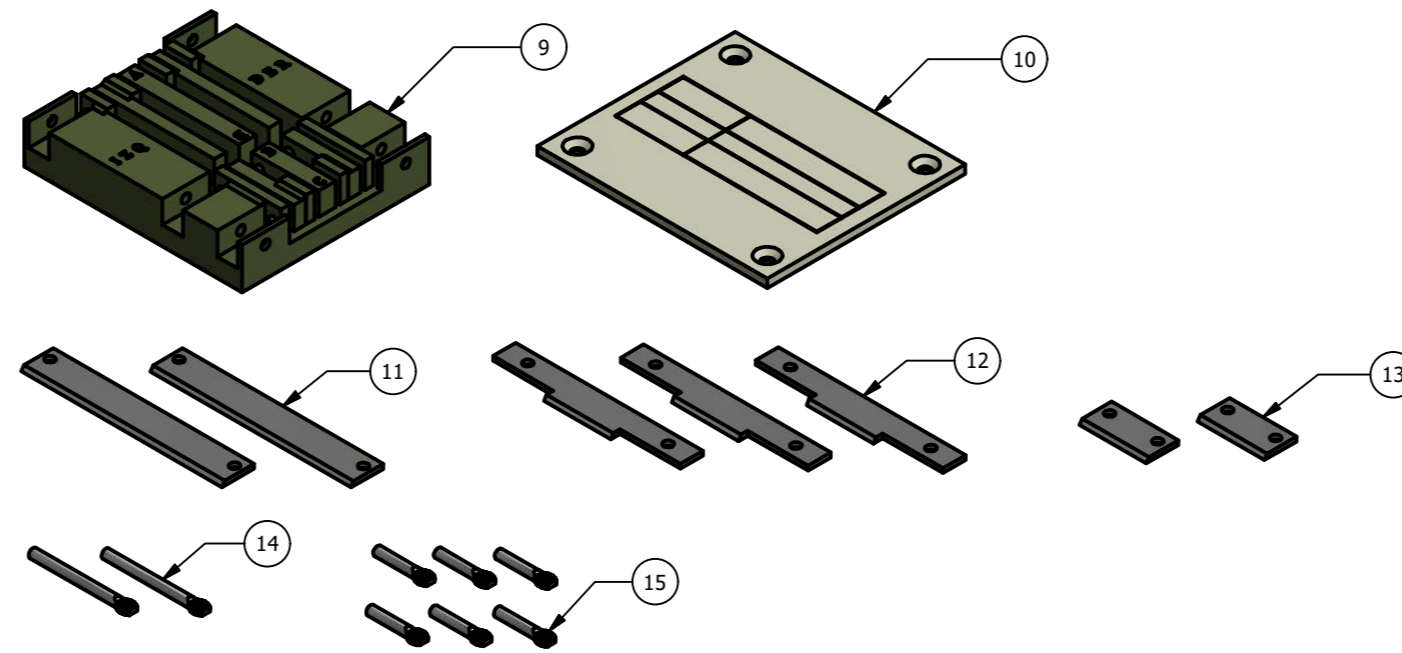




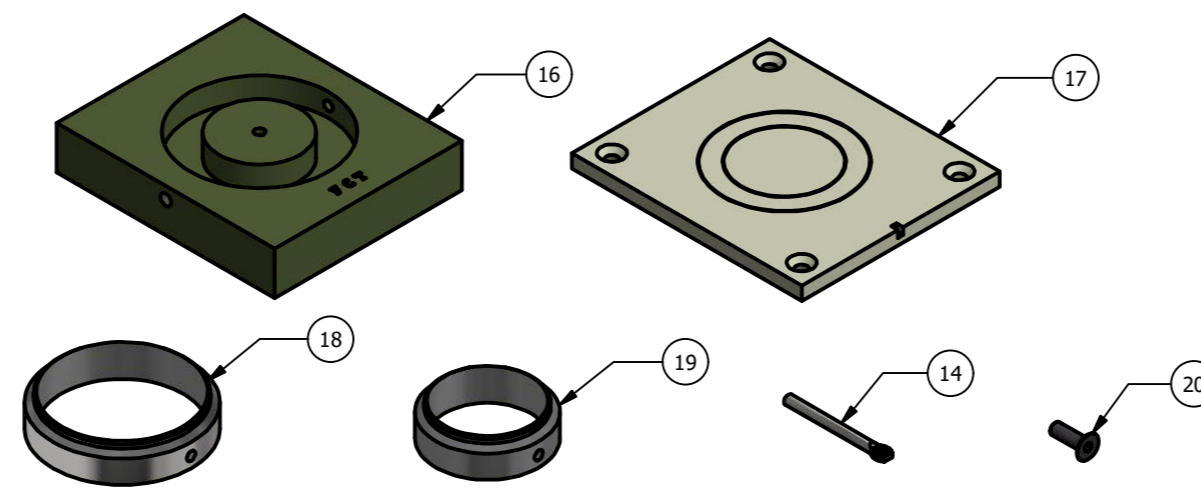
1. Elementos principales de accionamiento
(1:4)[Cantidad: 1]



2. Piezas para ensayos rectangulares
(1:4)[Cantidad: 1]



3. Piezas para ensayos circulares
(1:4)[Cantidad: 1]



4. Accesorios de fijación de las porta cuchillas y las planchas
(1:4)[Cantidad: 1]



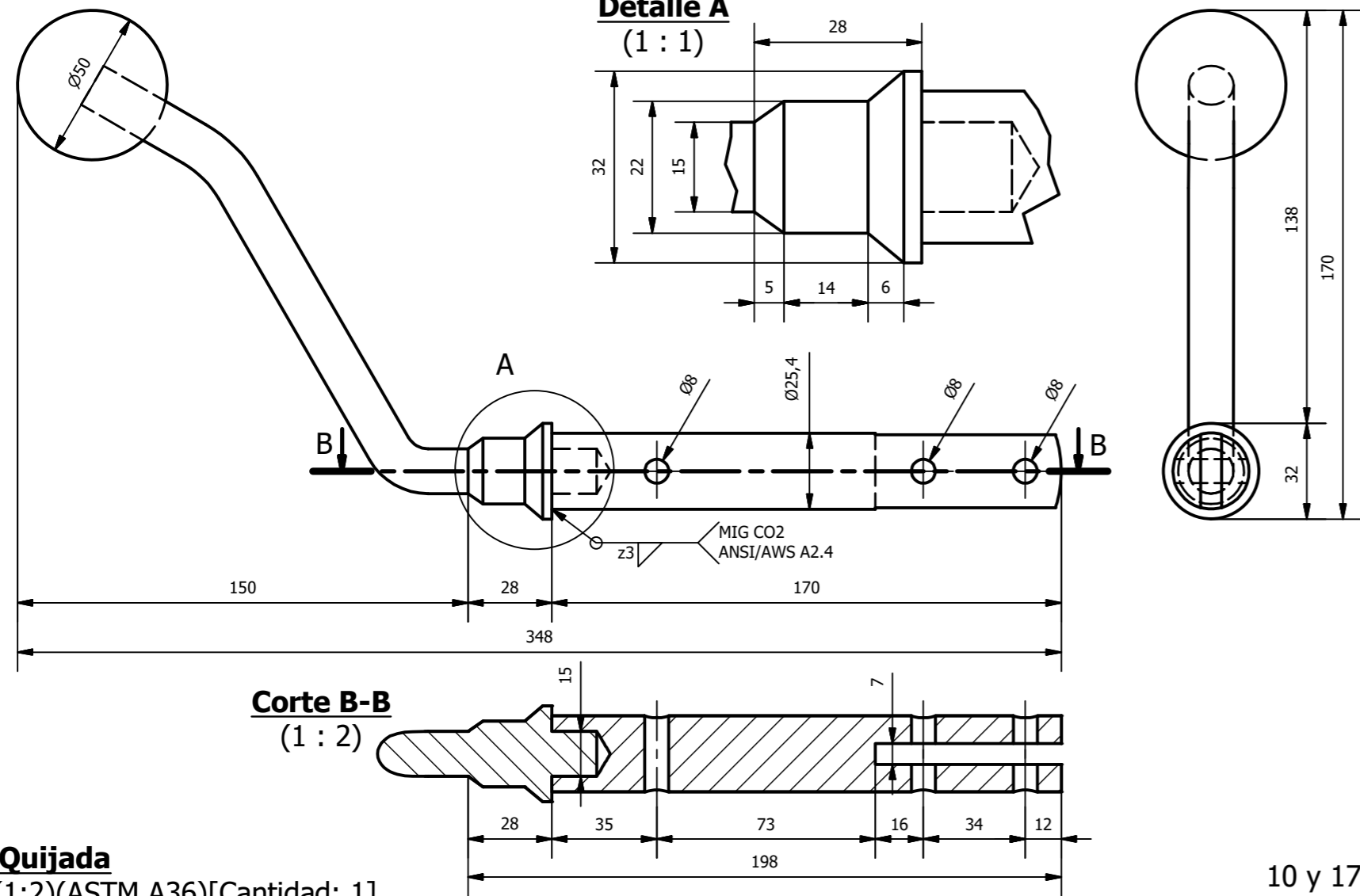
LISTA DE PIEZAS			
Nº	CTD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	Conjunto Perno-Tuerca M8x50*	Conjunto de pernos DIN 933 hexagonales M8 con 50mm de largo y tuercas hexagonales DIN 934 métricas M8 Tipo 5, que permite asegurar las platinas accionadoras tanto a la mandíbula como a la palanca de accionamiento.
2	1	Palanca de accionamiento	Estructura móvil encargada de recibir y transmitir la fuerza de accionamiento desde su agarradera hacia las platinas accionadoras.
3	1	Conjunto Perno-Tuerca M8x35*	Conjunto de pernos DIN 933 hexagonales M8 con 35mm de largo y tuercas hexagonales DIN 934 M8 Tipo 5, que se encarga de asegurar la palanca de accionamiento a la quijada.
4	1	Pin de la articulación principal	Eje lubricado que permite la apertura y cierre del aparato
5	4	Conjunto Perno-Gomas de apoyo*	Conjunto de pernos M8 de cabeza avellanada con hueco hexagonal tipo Allen de 3/16 de 25mm de largo y bases de nitrilo antideslizantes que facilitan el manejo y transporte de la máquina
6	1	Quijada	Base inferior donde van insertadas las gomas de apoyo, la mandíbula a través del pin de la articulación, la palanca de accionamiento y la platina de aluminio.
7	1	Mandíbula	Base superior donde van instalados los portacuchillas y las platinas accionadoras mediante el conjunto perno tuerca M8x50. Se articula con la quijada mediante el pin de la articulación principal.
8	2	Platina accionadora	Platina encargada de transmitir el movimiento desde el brazo hasta las orejas de la mandíbula.
9	1	Portacuchillas rectangular	Elemento donde se instalan las cuchillas de corte rectangular. Se acopla a la mandíbula mediante 4 pernos DIN 7991 - M8x25 tipo Allen 3/16. Se debe colocar de manera que la palabra DELANTE sea visible al mirar el aparato frontalmente.
10	1	Plancha de polietileno UHMW de 6mm	Plancha de Polietileno UHMW que recibe el impacto de las cuchillas de corte rectangulares cada vez que se realiza una operación de troquelado.
11	2	Cuchillas de corte de 150mm	Cuchillas a base de Cromo y Vanadio de 150mm de largo encargadas de realizar el corte al cartón y al papel e incrustarse en la plancha de nylon al accionarse el aparato, se instalan a los costados izquierdo y derecho del portacuchillas rectangular mediante sujetadores.
12	3	Cuchillas de corte de 140mm	Cuchillas a base de Cromo y Vanadio de 140mm de largo encargadas de realizar el corte al cartón y al papel e incrustarse en la plancha de nylon al accionarse el aparato, se instalan en las ranuras A, B y C del portacuchillas rectangular mediante sujetadores.
13	2	Cuchillas de corte de 50mm	Cuchillas a base de Cromo y Vanadio de 50mm de largo encargadas de realizar el corte al cartón y al papel e incrustarse en la plancha de nylon al accionarse el aparato, se instalan a los costados izquierdo y derecho del portacuchillas rectangular mediante sujetadores.
14	3	Sujetadores de 75mm	Ejes de 6.35mm de diámetro con terminación prensada de 75mm útiles encargados de sujetar las cuchillas tanto circulares como rectangulares al portacuchillas respectivo.
15	6	Sujetadores de 40mm	Ejes de 6.35mm de diámetro con terminación prensada de 40mm útiles encargados de sujetar las cuchillas rectangulares de 50mm y 150mm al portacuchillas rectangular.
16	1	Portacuchillas circular	Elemento donde se instalan las cuchillas de corte circular. Se acopla a la mandíbula mediante 4 pernos DIN 7991 - M8x25 tipo Allen 3/16. Se debe colocar de manera que la palabra DELANTE sea visible al mirar el aparato frontalmente.
17	1	Plancha de polietileno UHMW de 10mm	Plancha de Polietileno UHMW que recibe el impacto de las cuchillas de corte circulares cada vez que se realiza una operación de troquelado.
18	1	Cuchilla circular de ø90mm	Cuchilla de acero SAE 1020 cementado de 90mm de diámetro de corte que se instala y asegura en el portacuchillas circular mediante un sujetador de 75mm. Permite cortar probetas circulares de 90mm de diámetro al accionarse el aparato e incrustarse en la plancha de nylon.
19	1	Cuchilla circular de ø64mm	Cuchilla de acero SAE 1020 cementado de 64mm de diámetro de corte que se instala y asegura en el portacuchillas circular mediante un sujetador de 75mm. Permite cortar probetas circulares de 64mm de diámetro al accionarse el aparato e incrustarse en la plancha de nylon.
20	9	Pernos DIN 7991 - M8x25 tipo Allen 3/16*	Pernos M8 de cabeza avellanada con hueco hexagonal tipo Allen de 3/16 de 25mm de largo necesarios para acoplar tanto la plancha de nylon a la quijada como el portacuchillas usado a la mandíbula.
21	1	Llave Allen 3/16*	Llave Allen 3/16 necesaria para atornillar y desatornillar los pernos DIN 7991 - M8 tipo Allen 3/16, además de permitir bloquear la máquina en dos posiciones, cerrada y abierta, al colocarse en la columna de la quijada.

*Los planos de piezas o accesorios bajo normativa internacional, como conjuntos de perno-tuerca o similares no figuran, excepto por las gomas de apoyo.

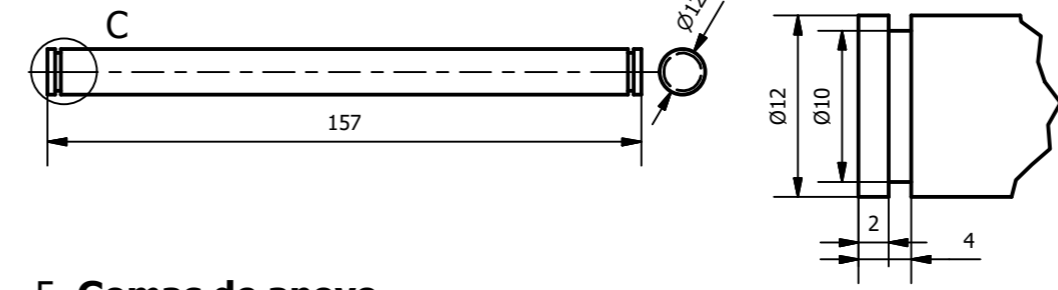
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	TROQUELADORA DE CARTÓN PARA VARIOS ENSAYOS ESTÁNDAR	PLANO ENSAMBLAJE Y LISTADO DE PIEZAS DEL APARATO
	TOLERANCIA ---	DIMENSIONES mm
ELABORADO Kengdall Folmer, Victor Alejandro Rodríguez Payalich, Olger Alexander	FECHA Dic-2017	ESCALA 1 : 4
REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	HOJA 1 de 4	A2

IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

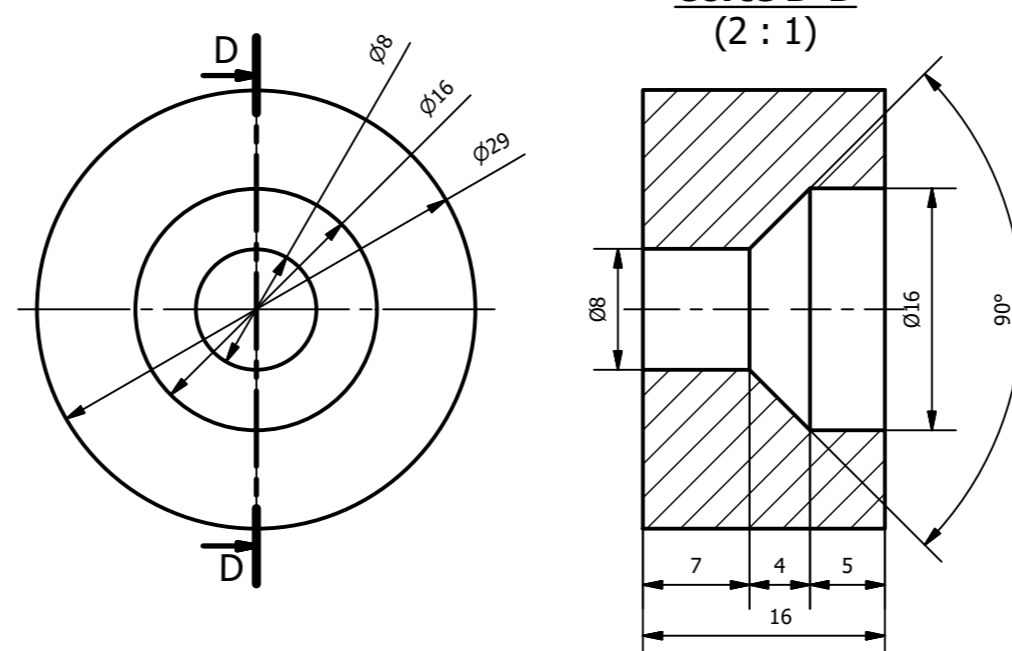
2. Palanca de accionamiento
(1:2)(ASTM A36)[Cantidad: 1]



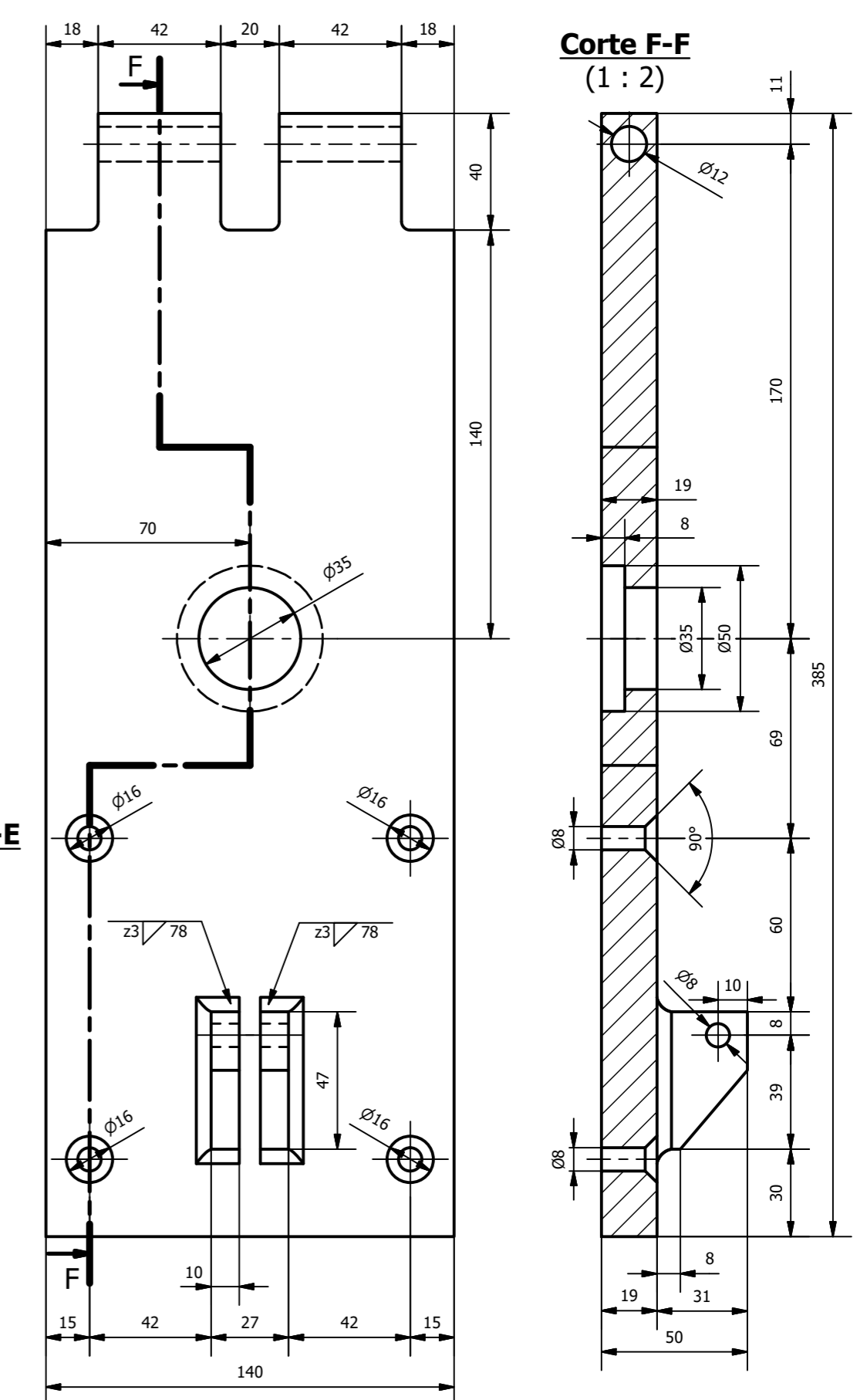
4. Pin de la articulación principal
(1:2)(ASTM A36)[Cantidad: 1]



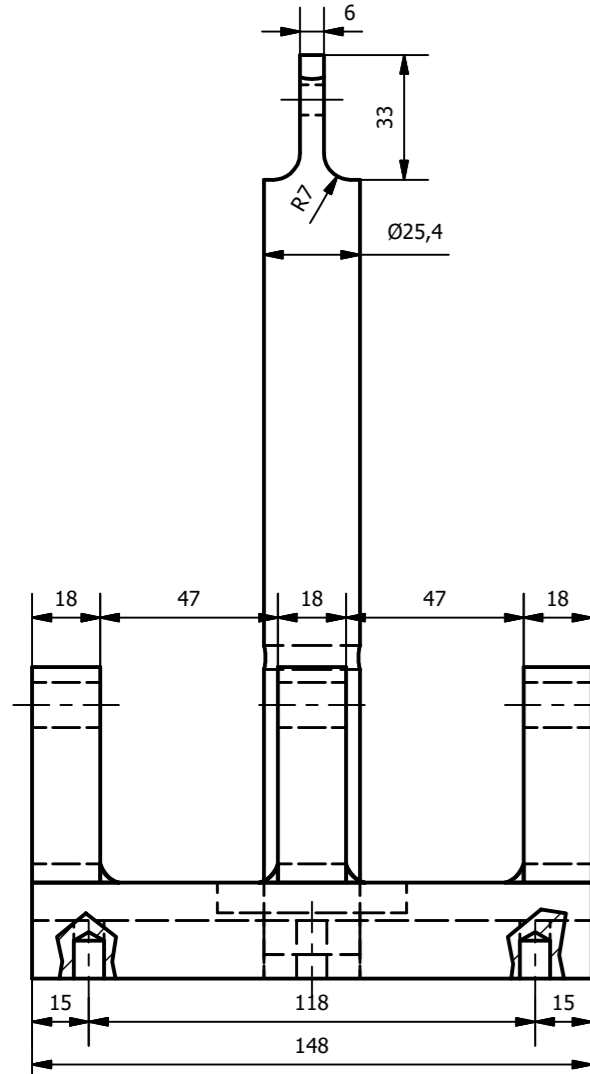
5. Gomas de apoyo
(2:1)(Caucho)[Cantidad: 4]



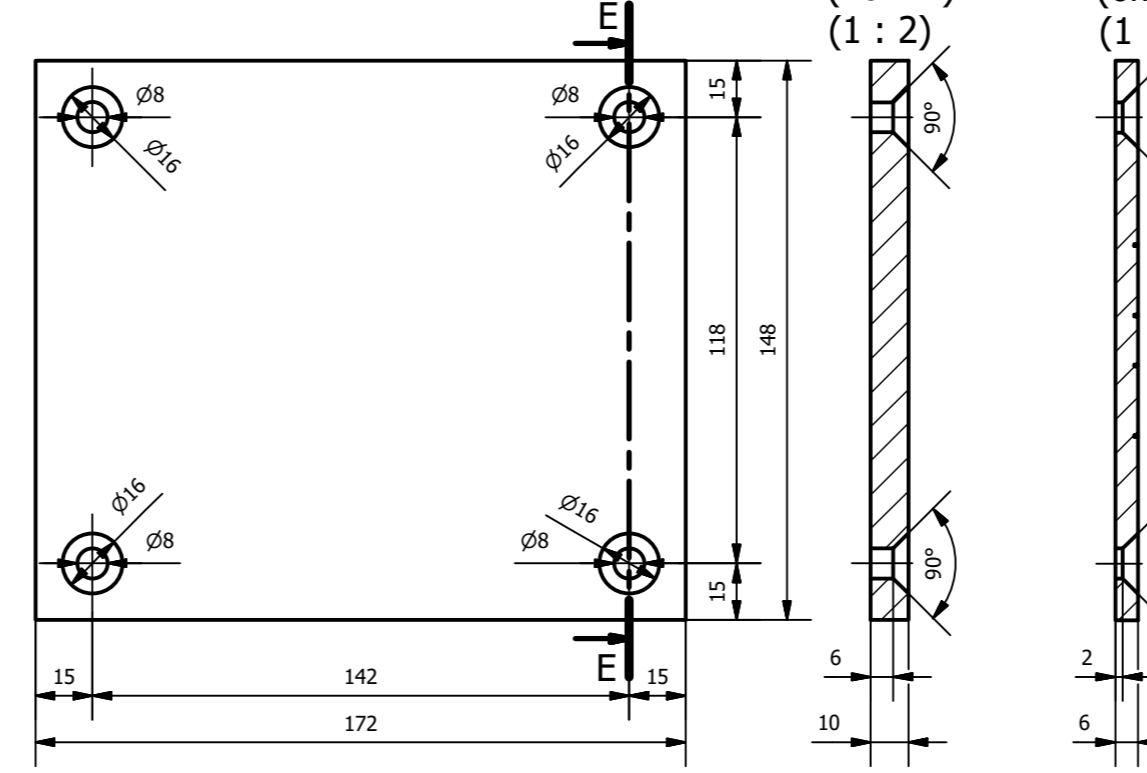
7. Mandíbula
(1:2)(ASTM A36)[Cantidad: 1]



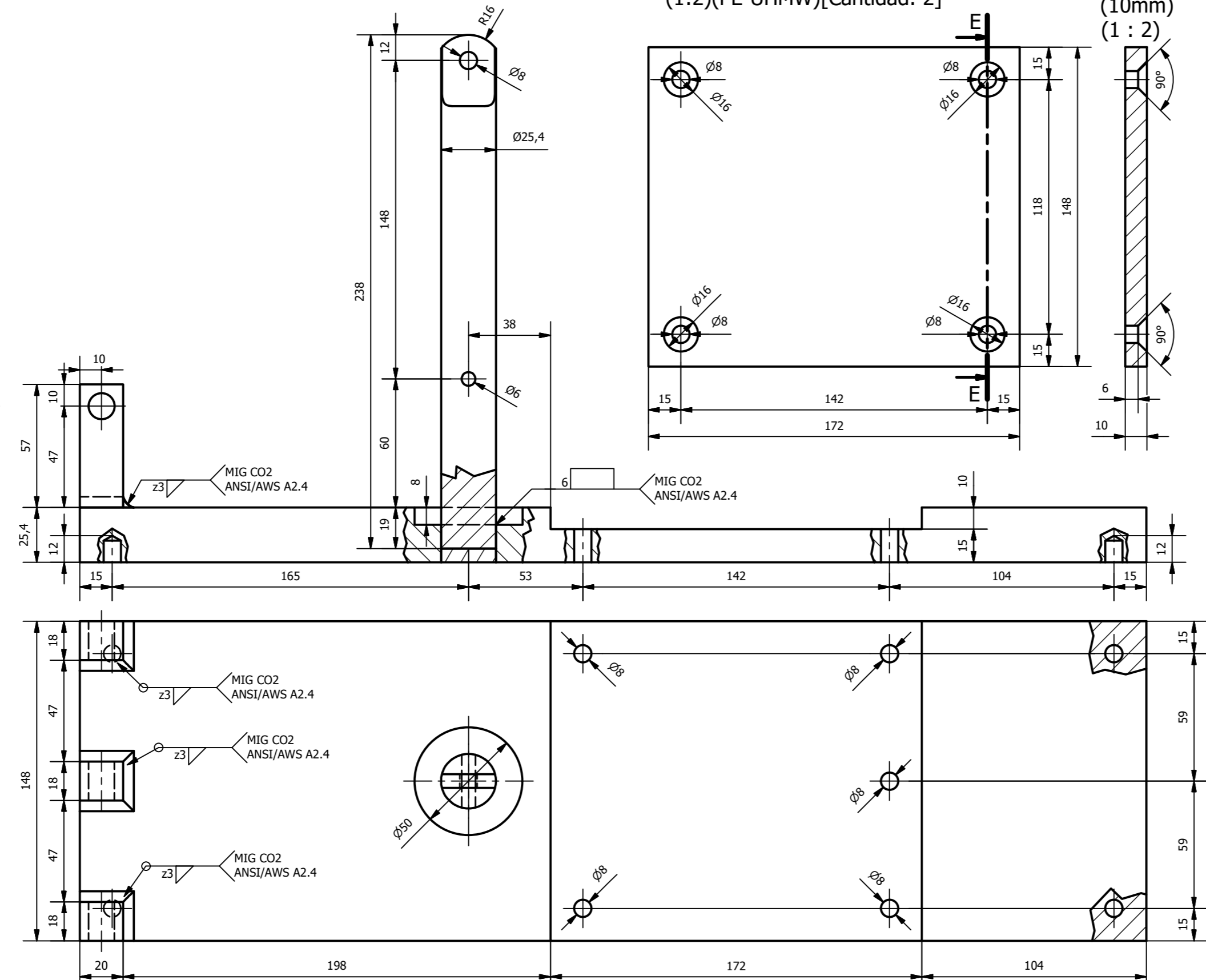
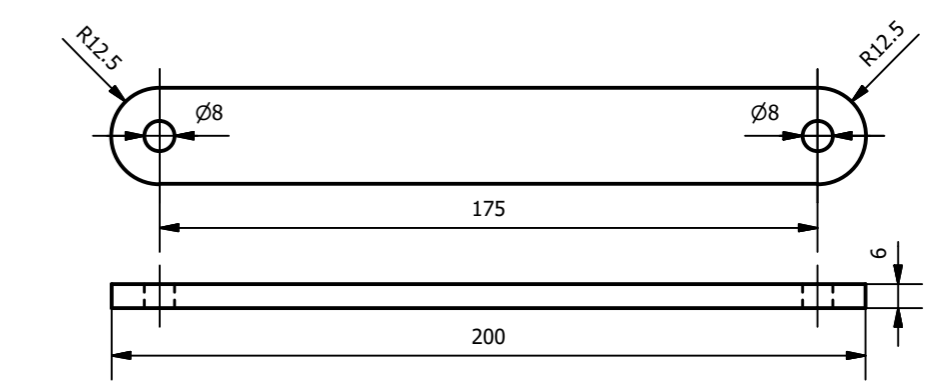
6. Quijada
(1:2)(ASTM A36)[Cantidad: 1]



10 y 17. Planchas de PE-UHMW
(1:2)(PE-UHMW)[Cantidad: 2]



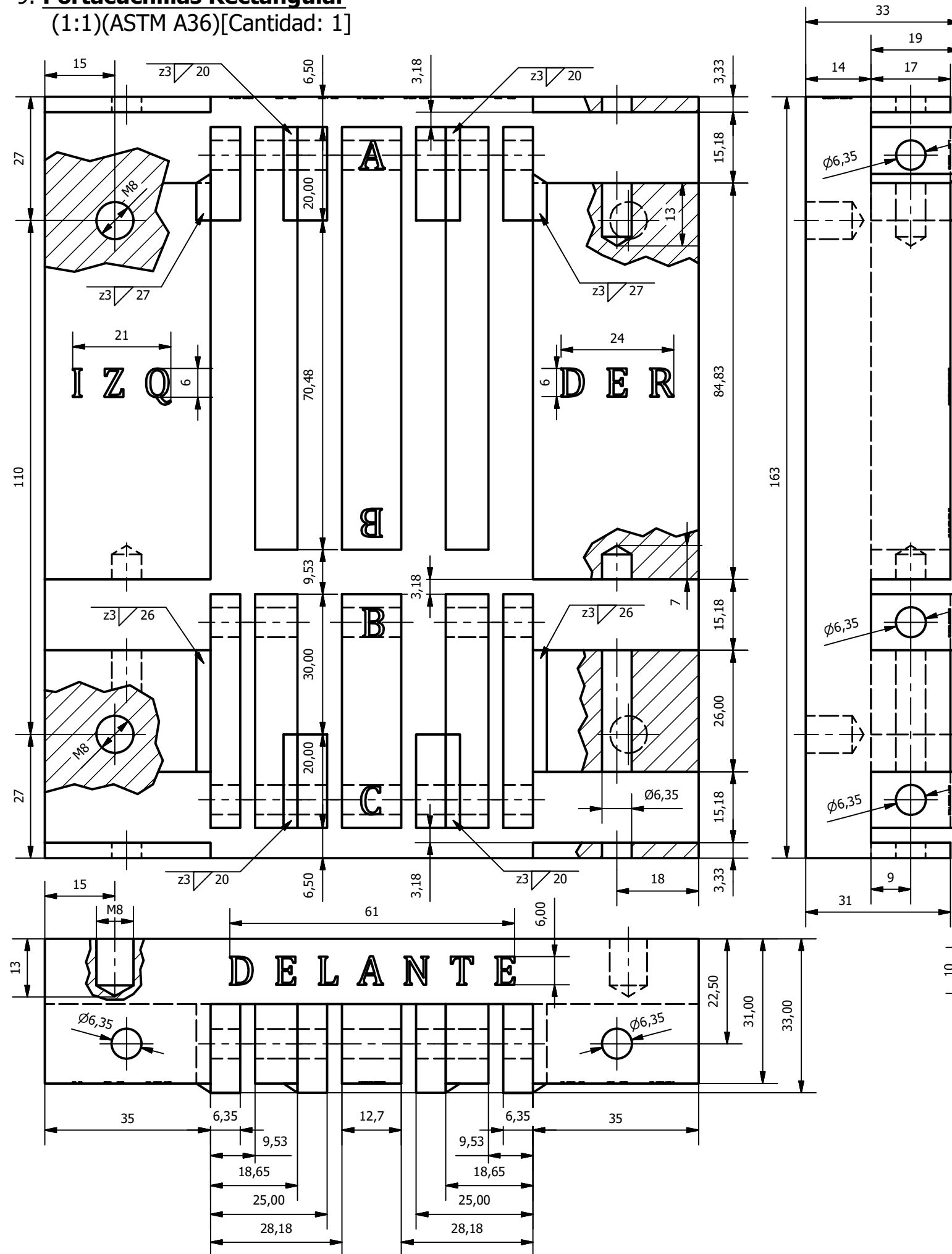
8. Platina accionadora
(1:2)(ASTM A36)[Cantidad: 2]



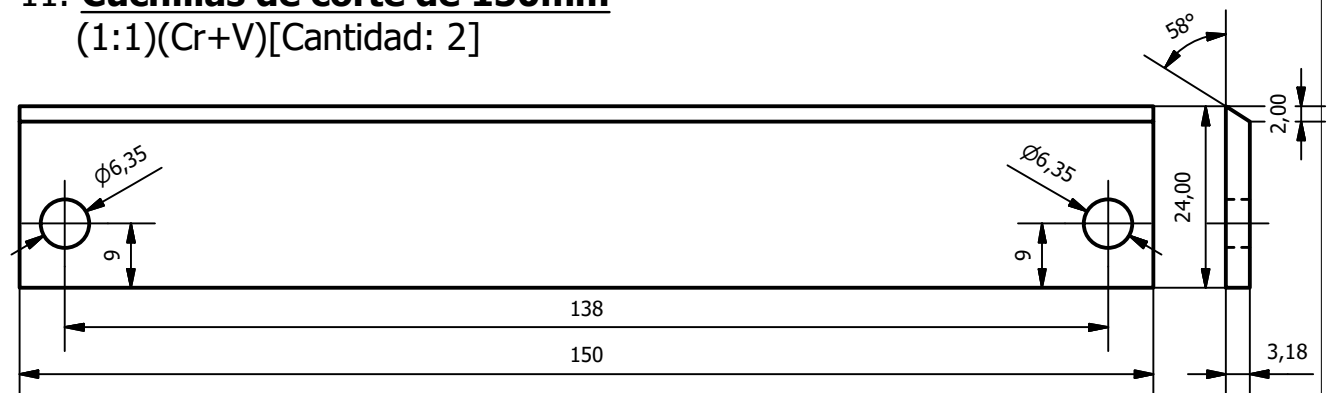
<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica</p>	TROQUELADORA DE CARTÓN PARA VARIOS ENSAYOS ESTÁNDAR	PLANO	ELEMENTOS PRINCIPALES DE ACCIONAMIENTO			
	TOLERANCIA	DIN 7168-m	DIMENSIONES	mm	ACABADO SUP.	N8
	ELABORADO	Kengdall Folmer, Rodríguez Payalich, Olger Alexander	FECHA	Dic-2017	ESCALA	1 : 2
	REVISADO	Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	HOJA	2 de 4	A2	

IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

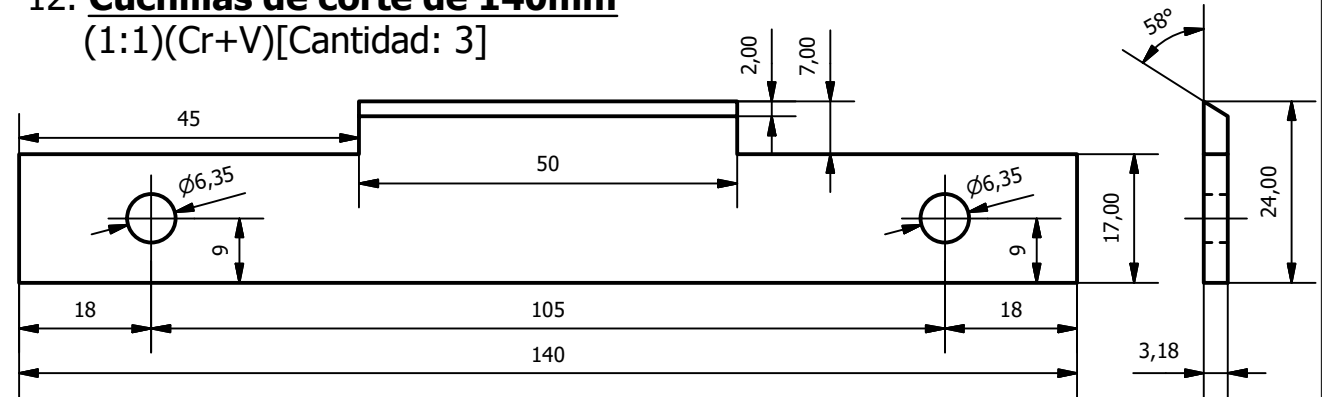
9. Portacuchillas Rectangular
(1:1)(ASTM A36)[Cantidad: 1]



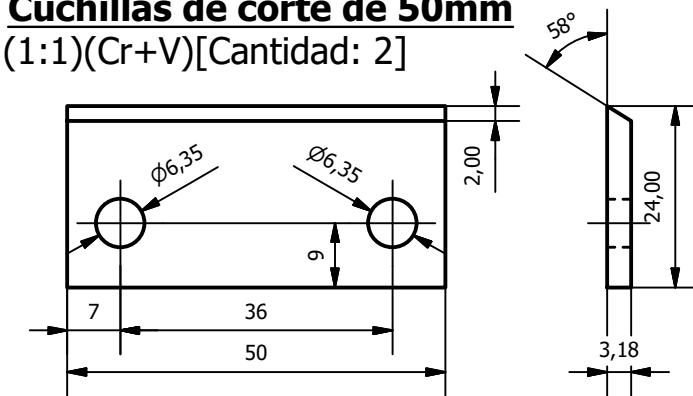
11. Cuchillas de corte de 150mm
(1:1)(Cr+V)[Cantidad: 2]



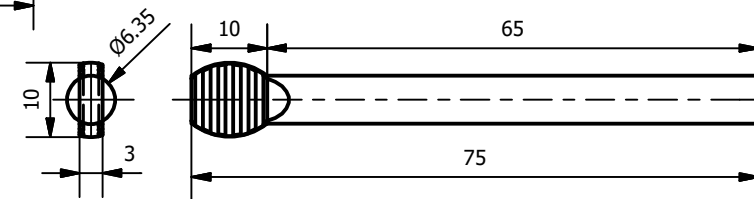
12. Cuchillas de corte de 140mm
(1:1)(Cr+V)[Cantidad: 3]



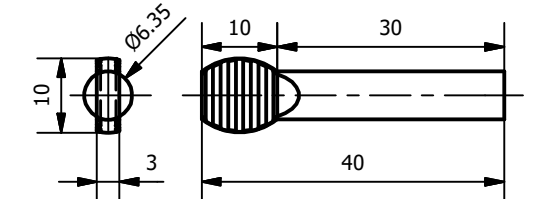
13. Cuchillas de corte de 50mm
(1:1)(Cr+V)[Cantidad: 2]




14. Sujetadores de 75mm
(1:1)(INOX 303)[Cantidad: 3]

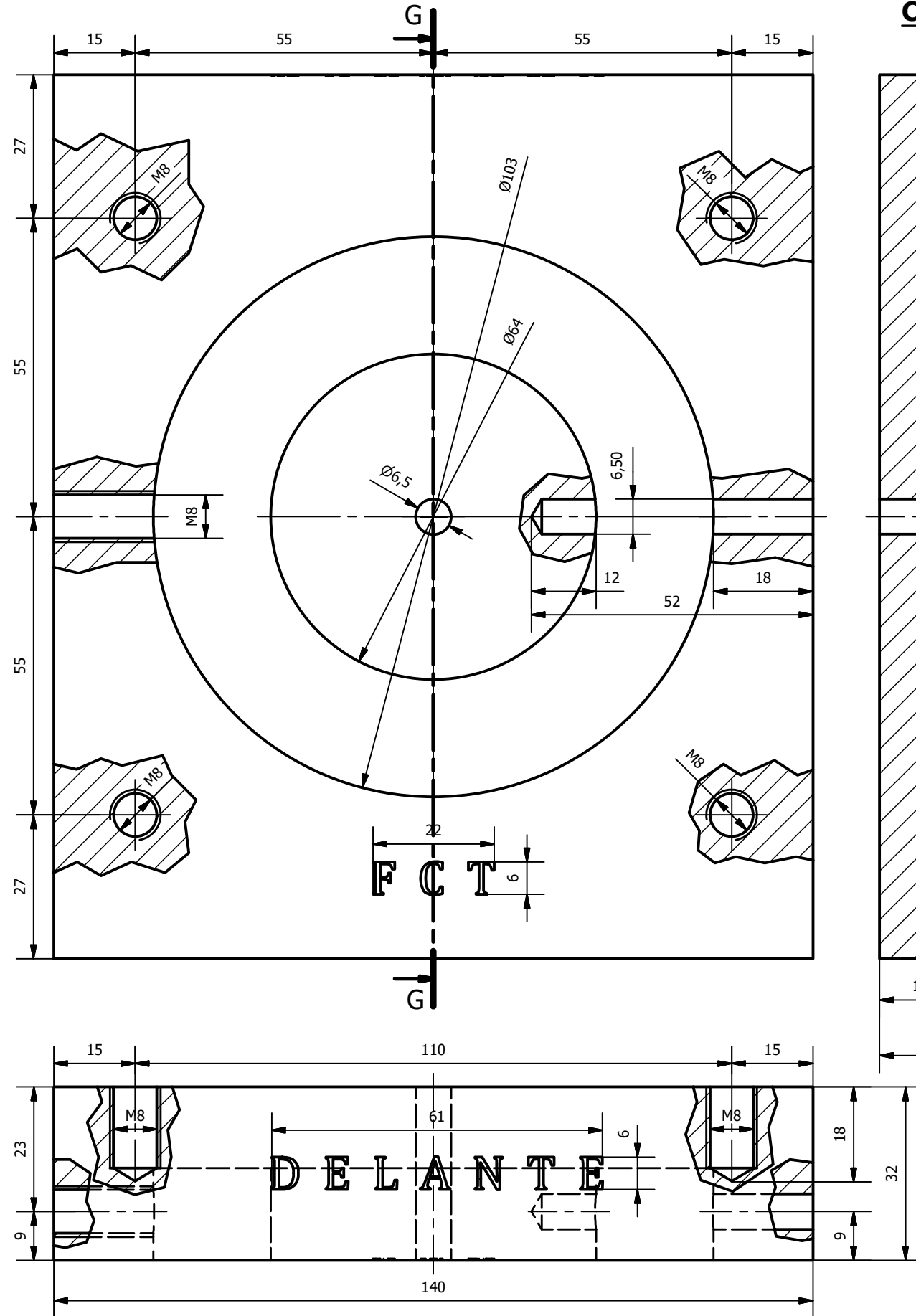


15. Sujetadores de 40mm
(1:1)(INOX 303)[Cantidad: 6]



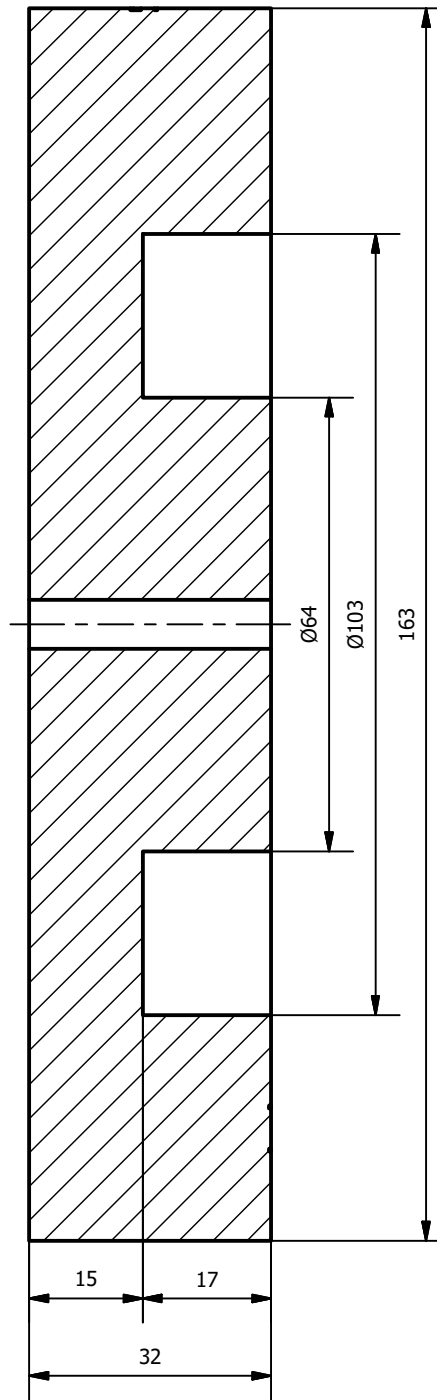
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	TROQUELADORA DE CARTÓN PARA VARIOS ENSAYOS ESTÁNDAR	PLANO PIEZAS PARA ENSAYOS RECTANGULARES	
	TOLERANCIA DIN 7168-m	DIMENSIONES mm	ACABADO SUP. N8
IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	ELABORADO Kengdall Folmer, Víctor Alejandro Rodríguez Payalich, Olger Alexander	FECHA Dic-2017	A3
	REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	ESCALA 1 : 1 HOJA 3 de 4	

16. Portacuchillas circular
(1:1)(ASTM A36)[Cantidad: 1]

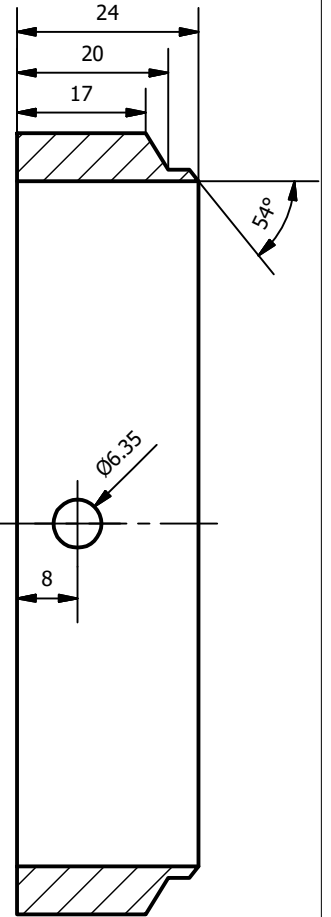
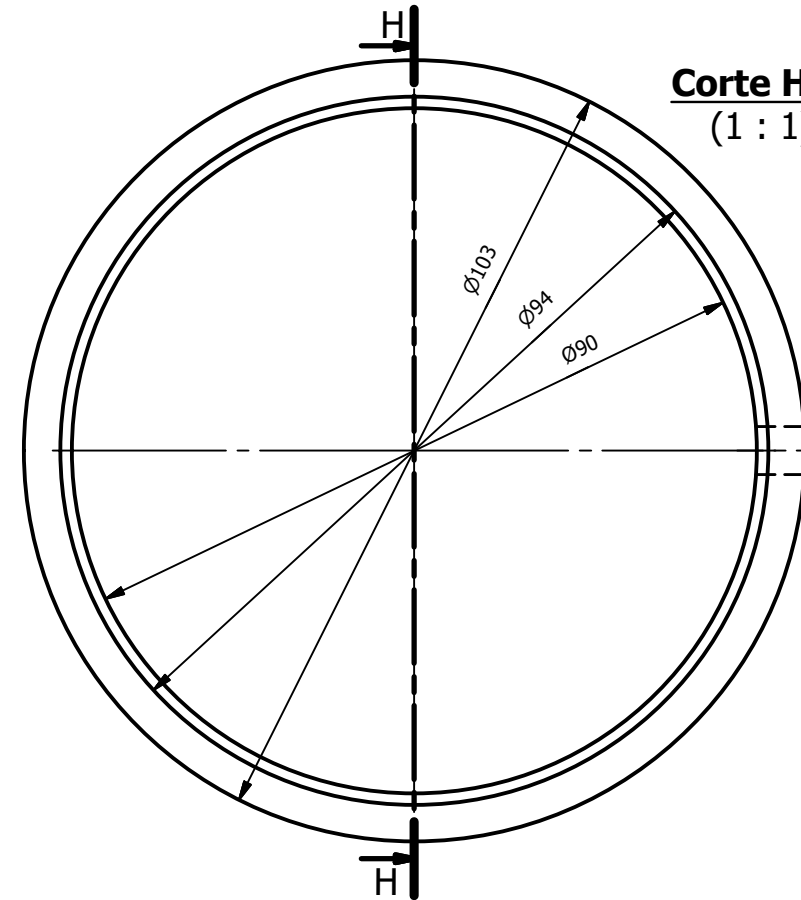


18. Cuchilla circular de $\phi 90\text{mm}$
(1:1)(SAE 1020 cementado)[Cantidad: 1]

Corte G-G
(1:1)

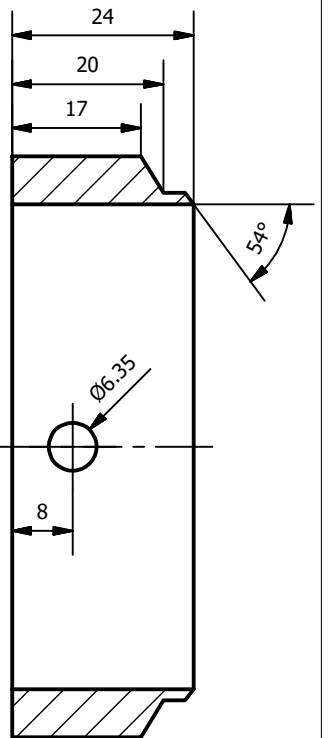
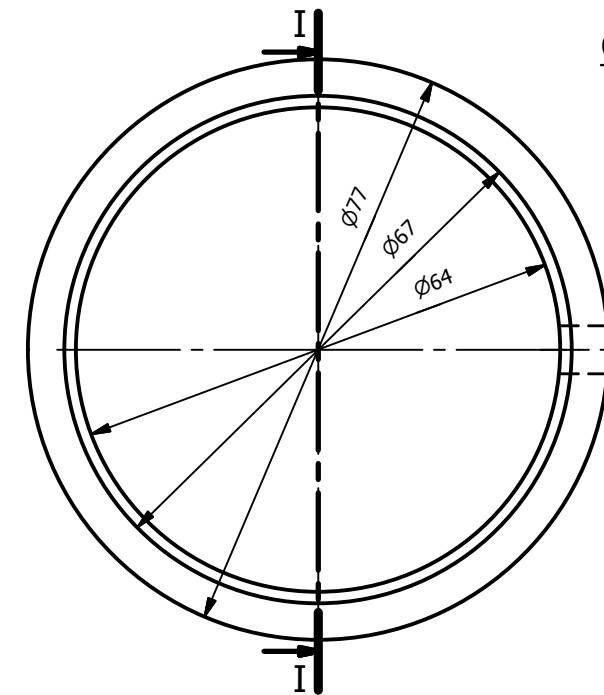


Corte H-H
(1:1)



19. Cuchilla circular de $\phi 64\text{mm}$
(1:1)(SAE 1020 cementado)[Cantidad: 1]

Corte I-I
(1:1)



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica Eléctrica y Mecatrónica

TROQUELADORA DE
CARTÓN PARA VARIOS
ENSAYOS ESTÁNDAR

PLANO
PIEZAS PARA ENSAYOS CIRCULARES

TOLERANCIA DIN 7168-m **DIMENSIONES** mm **ACABADO SUP.** N8

IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN
CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE
MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ELABORADO Kengdall Folmer, Víctor Alejandro
Rodríguez Payalich, Olger Alexander
REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio
FECHA Dic-2017
ESCALA 1:1
HOJA 4 de 4

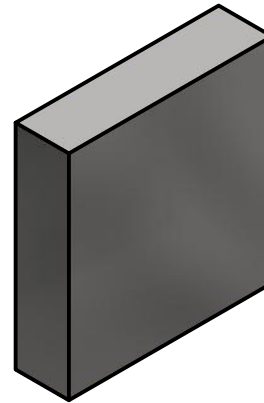
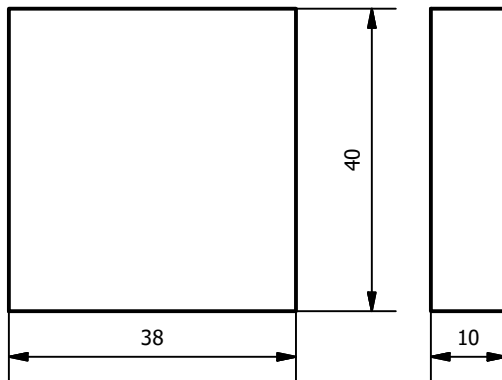
A3

**ANEXO A - 2: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS
REQUERIDOS POR EL ENSAYO ECT**



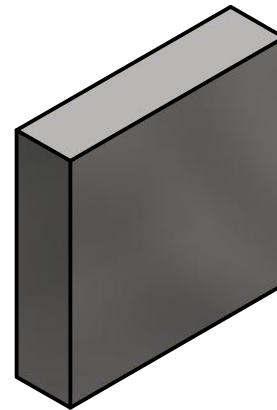
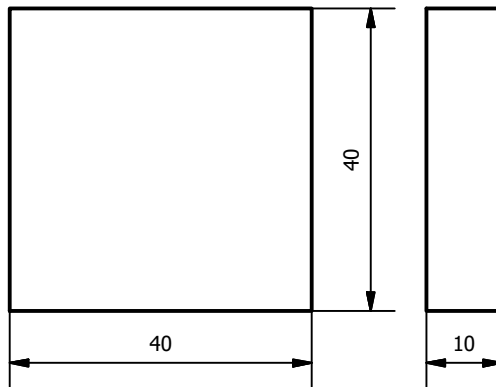
1. **Bloque guía 1**

(1:1)(INOX AISI 316)(Cantidad: 1)



2. **Bloque guía 2**

(1:1)(INOX AISI 316)(Cantidad: 1)

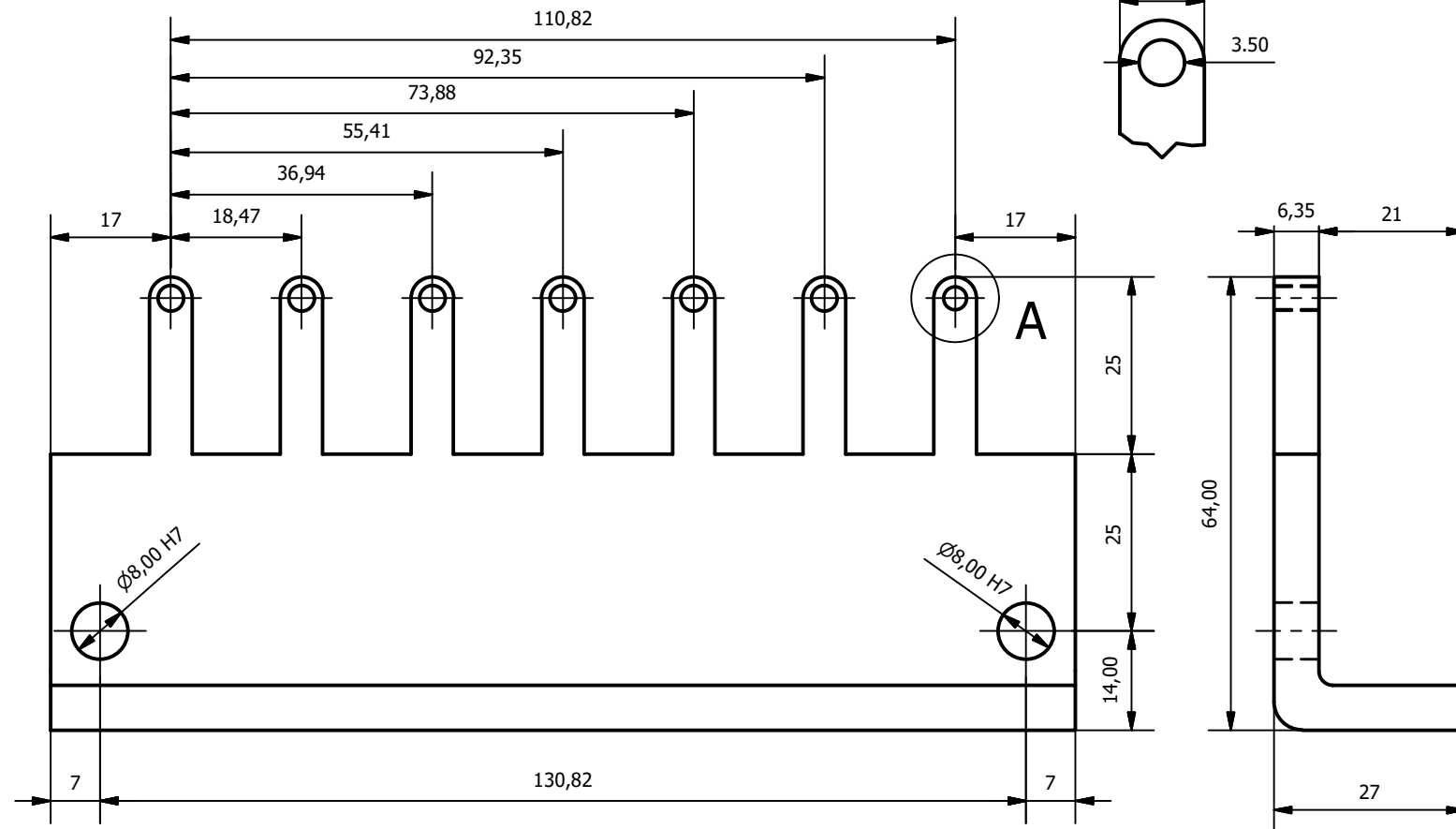


	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	ACCESORIOS DE EDGE CRUSH TEST (ECT)	PLANO		ACCESORIOS DE EDGE CRUSH TEST (ECT)
	IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	TOLERANCIA DIN 7168-m	DIMENSIONES mm	ACABADO SUP. N8	FECHA Dic-2017
	ELABORADO Kengdall Folmer, Victor Alejandro Rodriguez Payalich, Olger Alexander	REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	ESCALA 1 : 1	HOJA 1 de 1	A4

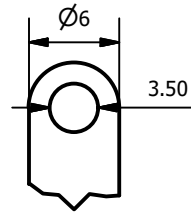
**ANEXO A - 3: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS
REQUERIDOS POR EL ENSAYO PAT**



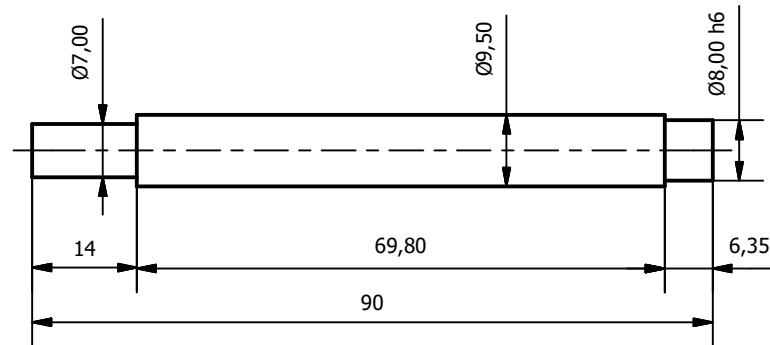
1. Base del accesorio inferior [L 21/2 x21/2 x1/4]
(1:1)(ASTM A36)(Cantidad: 2)



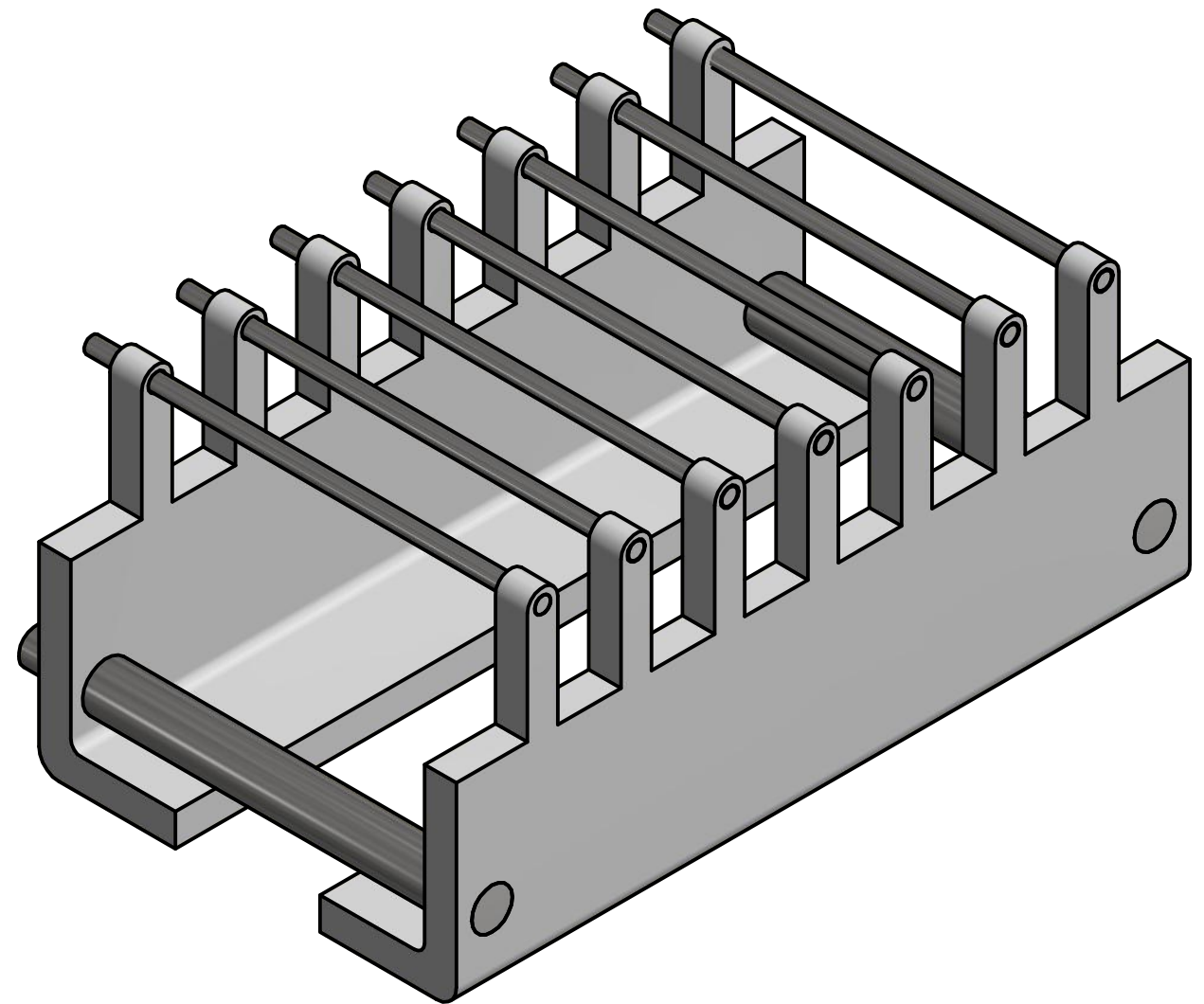
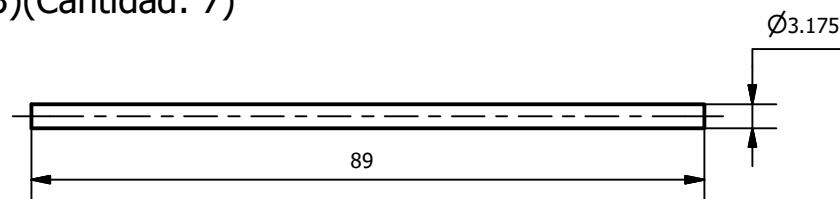
Detalle A
(2 : 1)



2. Pin guía inferior
(1:1)(INOX 303)(Cantidad: 2)

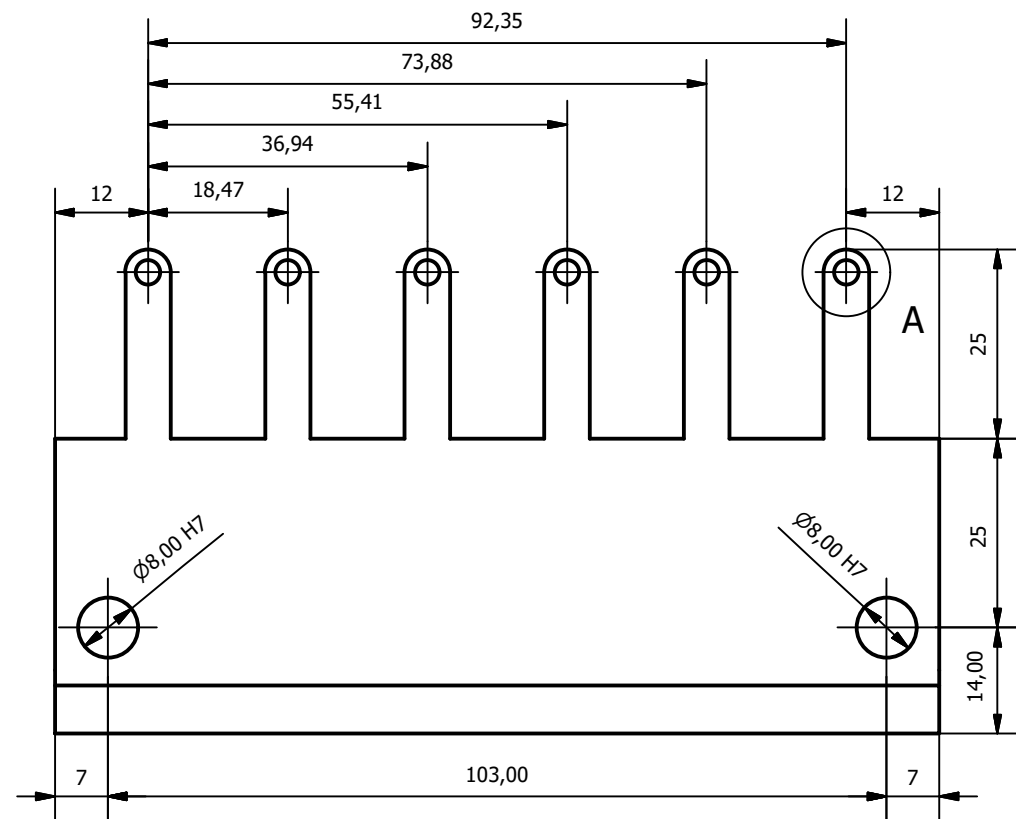


3. Pin de sujeción inferior
(1:1)(INOX 303)(Cantidad: 7)

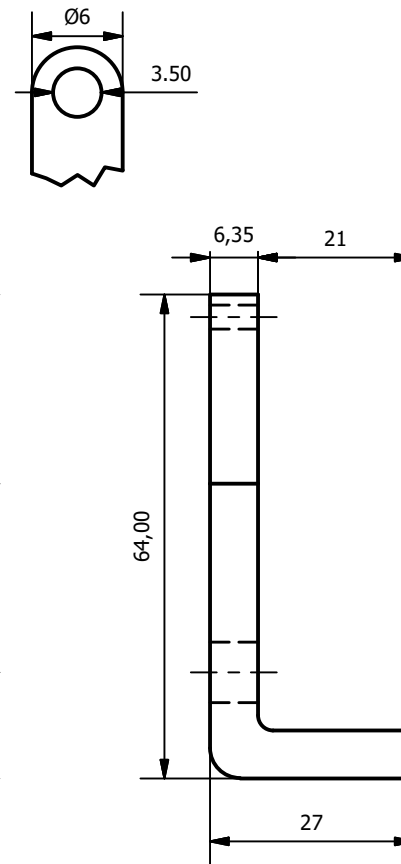


 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	ACCESORIOS DE PIN ADHESION TEST (PAT)	PLANO ACCESORIO INFERIOR DE PIN ADHESION TEST (PAT)			
	TOLERANCIA DIN 7168-m	DIMENSIONES mm	ACABADO SUP. N8	FECHA Dic-2017	A3
ELABORADO Kengdall Folmer, Victor Alejandro Rodriguez Payalich, Olger Alexander	REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	ESCALA 1 : 1	HOJA 1 de 2		
IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA					

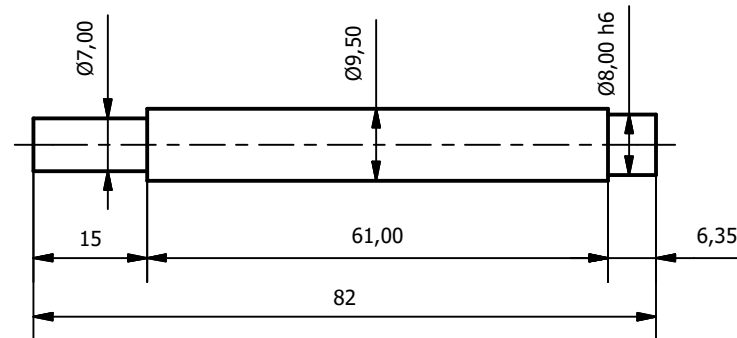
1. Base del accesorio superior [L 2 1/2 x 2 1/2 x 1/4]
(1:1)(ASTM A36)(Cantidad: 2)



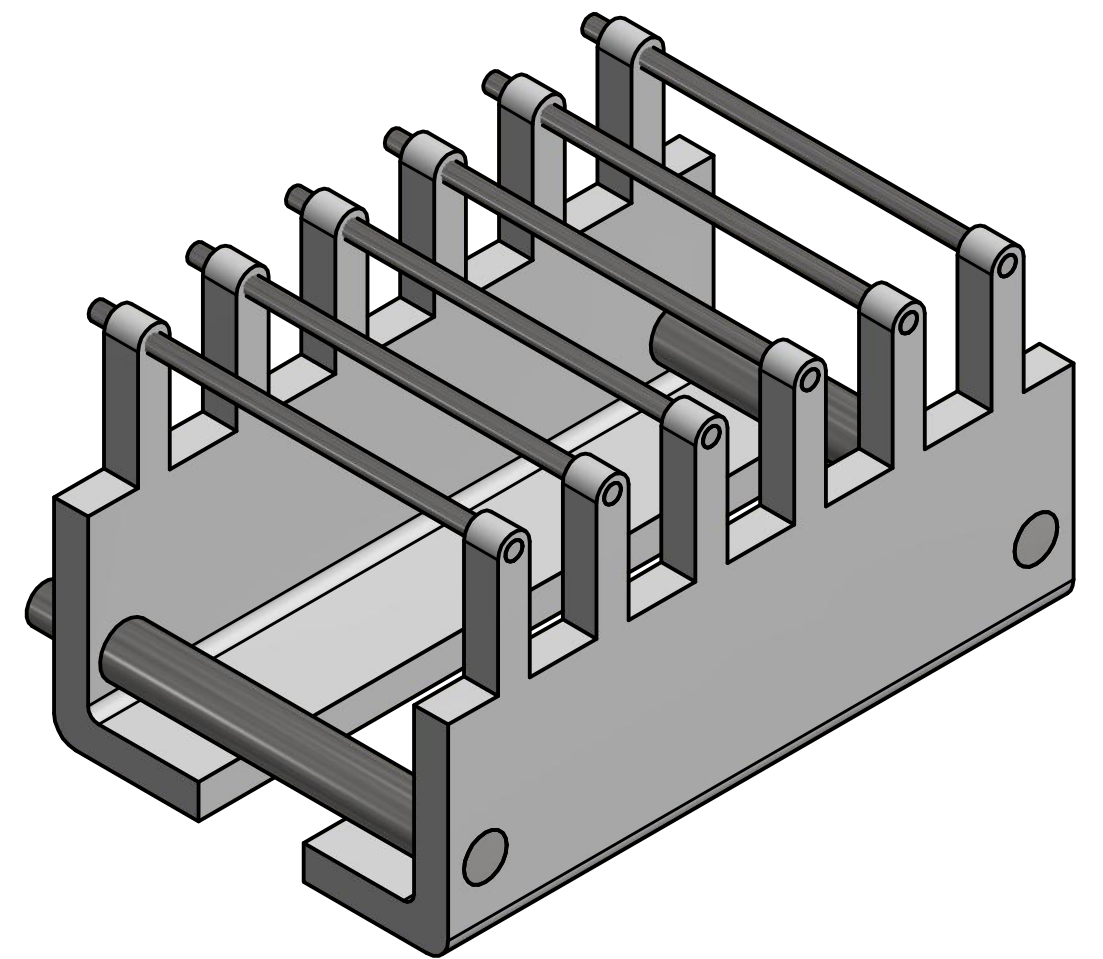
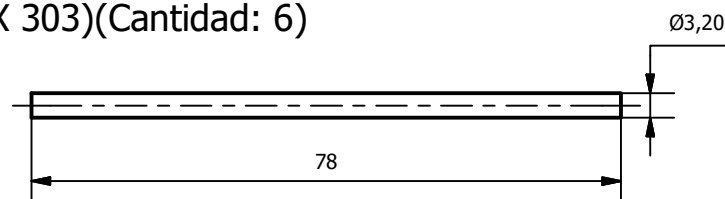
Detalle A
(2 : 1)



2. Pin guía superior
(1:1)(INOX 303)(Cantidad: 2)



3. Pin de sujeción superior
(1:1)(INOX 303)(Cantidad: 6)

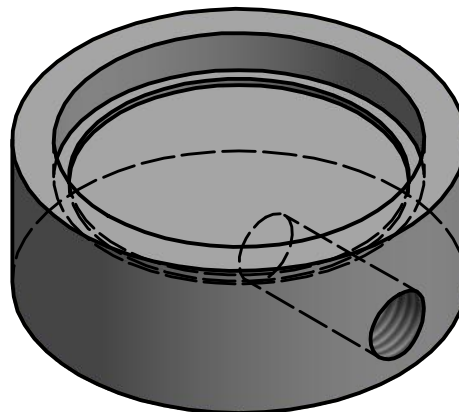
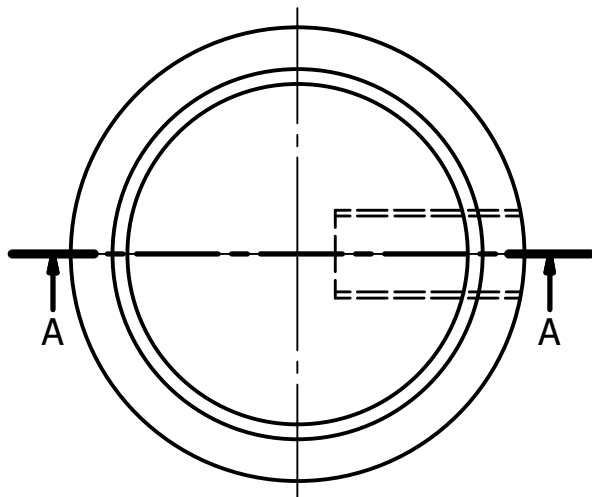


 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	ACCESORIOS DE PIN ADHESION TEST (PAT)	PLANO ACCESORIO SUPERIOR DE PIN ADHESION TEST (PAT)	
	TOLERANCIA DIN 7168-m	DIMENSIONES mm	ACABADO SUP. N8
IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	ELABORADO Kengdall Folmer, Víctor Alejandro Rodríguez Payalich, Olger Alexander	FECHA Dic-2017	
	REVISADO Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio	ESCALA 1 : 1	
		HOJA 2 de 2	A3

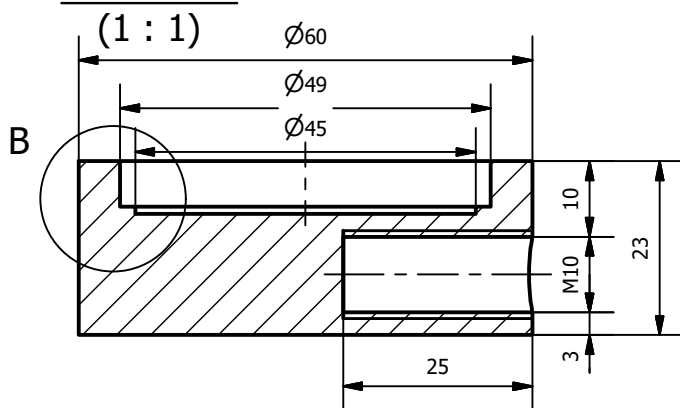
**ANEXO A - 4: PLANOS DE FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS
REQUERIDOS POR EL ENSAYO RCT**



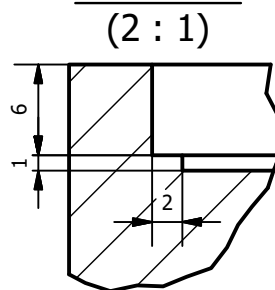
1. Portaprobeta circular
(1:1)(ASTM A36)(Cantidad: 1)



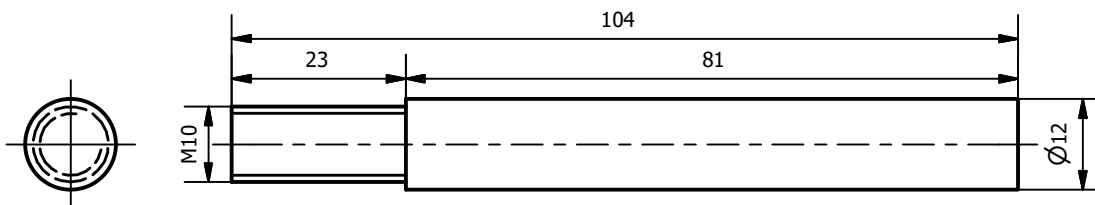
Corte A-A



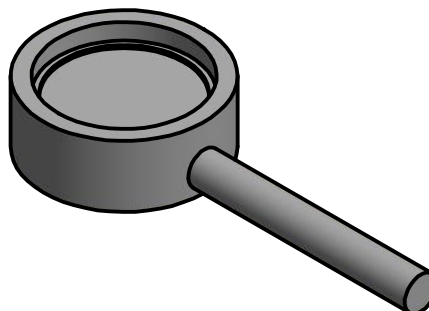
Detalle B




2. Mango de sujeción
(1:1)(SAE 1045)(Cantidad: 1)



3. Ensamblaje del Accesorio
(1:2)(Cantidad: 1)



 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica	ACCESORIOS DE RING CRUSH TEST (RCT)		PLANO		ACCESORIOS DE RING CRUSH TEST (RCT)	
	TOLERANCIA	DIN 7168-m	DIMENSIONES	mm	ACABADO SUP.	N8
IMPLEMENTACIÓN DE ENSAYOS MECÁNICOS DE CARTÓN CORRUGADO DE DOBLE CARA EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	ELABORADO	Kengdall Folmer, Victor Alejandro Rodriguez Payalich, Olger Alexander			FECHA	Dic-2017
	REVISADO	Mgter. Carpio Rivera, Marco Antonio			ESCALA	1 : 1
					HOJA	1 de 1
						A4



**ANEXO B: MANUAL DE ENSAMBLE Y
OPERACIÓN DE LA TROQUELADORA**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES



MANUAL DE ENSAMBLAJE Y OPERACIÓN
TROQUELADORA DE CARTÓN Y PAPEL PARA VARIOS ENSAYOS ESTÁNDAR



Kengdall Folmer, Victor Alejandro
Rodriguez Payalich, Olger Alexander

RECOMENDACIONES PREVIAS

Este manual se ha elaborado con el objetivo de brindarle al usuario todos los detalles técnicos necesarios para operar la troqueladora de papel y cartón correctamente, desde su ensamblaje hasta su accionamiento y desmontaje.

Como recomendación primordial para el uso de la misma se aconseja consultar este manual ante cualquier duda de operación de la troqueladora, llevar guantes anticorte y realizar los pasos entre dos personas, los demás materiales e instrumentos necesarios se listan en las siguientes secciones del manual.











Tanto este manual como la troqueladora, las cuchillas de corte, los portacuchillas, pines, sujetadores y demás son propiedad de la Universidad Católica de Santa María y debe procurarse siempre conservarlos en buen estado.

Una vez entendido esto se le invita al lector a usar este manual en su plenitud.

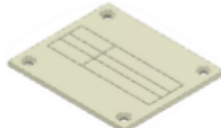


ÍNDICE DEL MANUAL

Recomendaciones previas	2
Lista de partes de la máquina	3
Equipo de protección personal recomendado	5
Herramientas recomendadas	5
Ensamblaje de la troqueladora	6
Accionamiento de la troqueladora	19
Cambio de cuchillas de la troqueladora	19


LISTA DE PARTES DE LA MÁQUINA

Descripción	Cantidad	Imagen
Cuchillas de corte circular de $\varnothing 64\text{mm}$	x 1	
Cuchillas de corte circular de $\varnothing 90\text{mm}$	x 1	
Cuchillas de corte rectangular 140mm	x 2	
Cuchillas de corte rectangular 150mm	x 3	
Cuchillas de corte rectangular de 50mm	x 2	
Gomas de apoyo	x 4	
Mandíbula	x 1	
Palanca de accionamiento	x 1	
Pin de la articulación principal	x 1	
Placa receptora de corte circular	x 1	




Continúa...

Descripción	Cantidad	Imagen
Placa receptora de corte rectangular	x 1	
Platinas accionadoras	x 2	
Portacuchillas circular	x 1	
Portacuchillas rectangular	x 1	
Quijada	x 1	
Pernos ASME 1111 - M8x35	x 1	
Pernos ASME 1111 - M8x50	x 2	
Pernos DIN 7991 - M8x20	x 4	
Pernos DIN 7991 - M8x25	x 9	
Sujetadores 40mm	x 6	
Sujetadores 75mm	x 3	
Tuercas ASME 1112 - M8 Tipo 5	x 3	

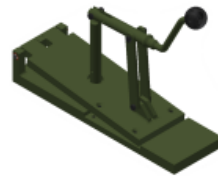
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDADO

Descripción	Cantidad	Imagen
Par de guantes anticorte	x 1	

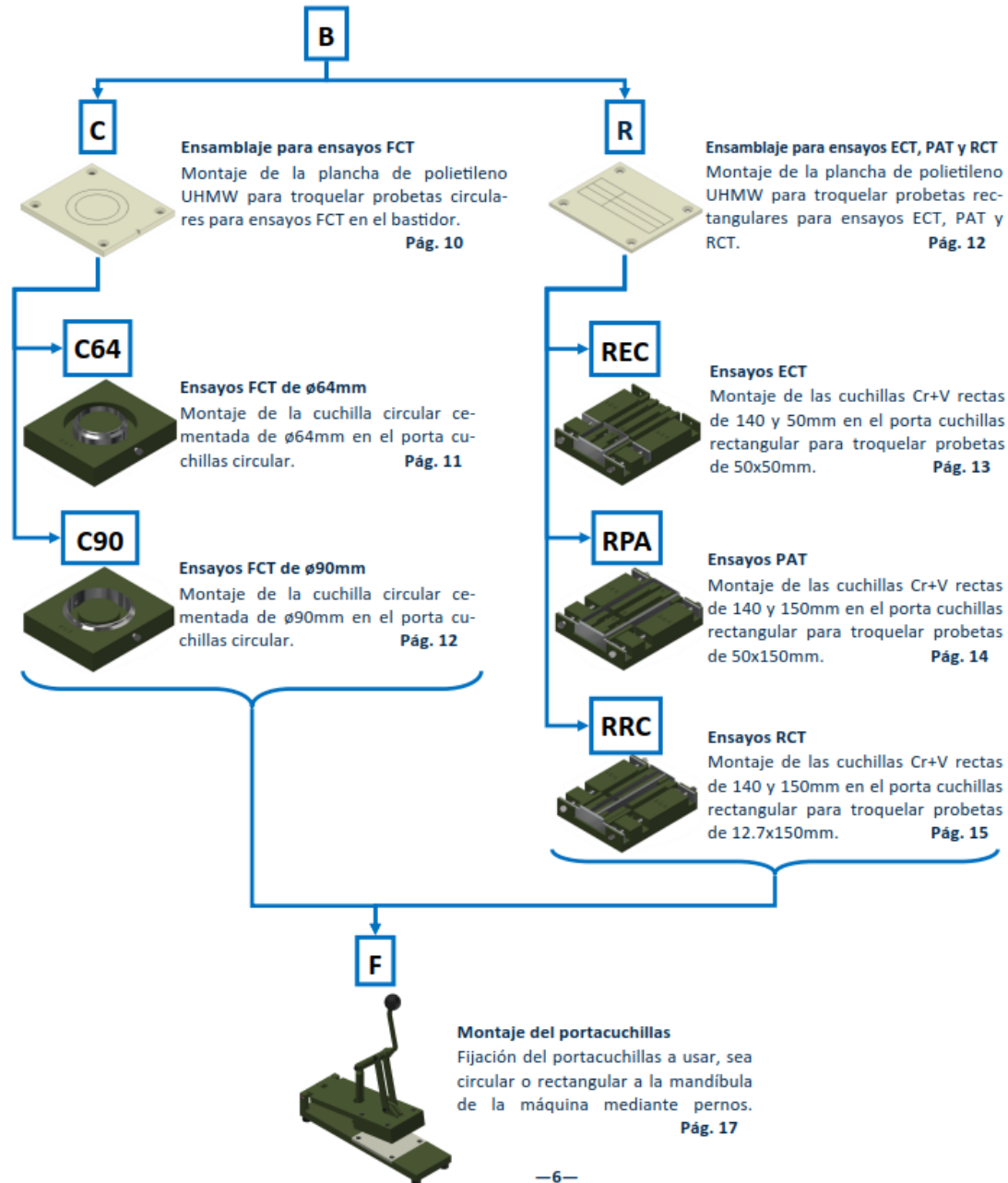
HERRAMIENTAS RECOMENDADAS

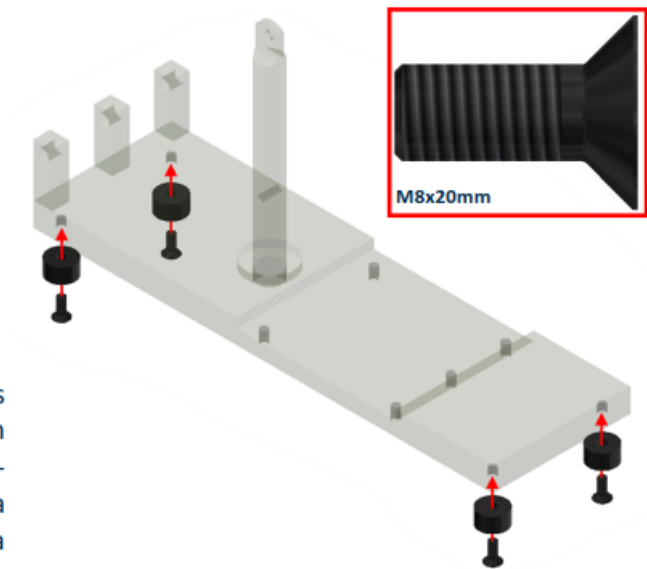
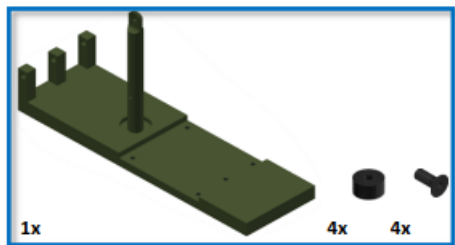
Descripción	Cantidad	Imagen
Alicate de punta fina 5 pulgadas	x 1	
Llave Allen de 5mm	x 1	
Martillo de goma	x 1	

ENSAMBLAJE DE LA TROQUELADORA



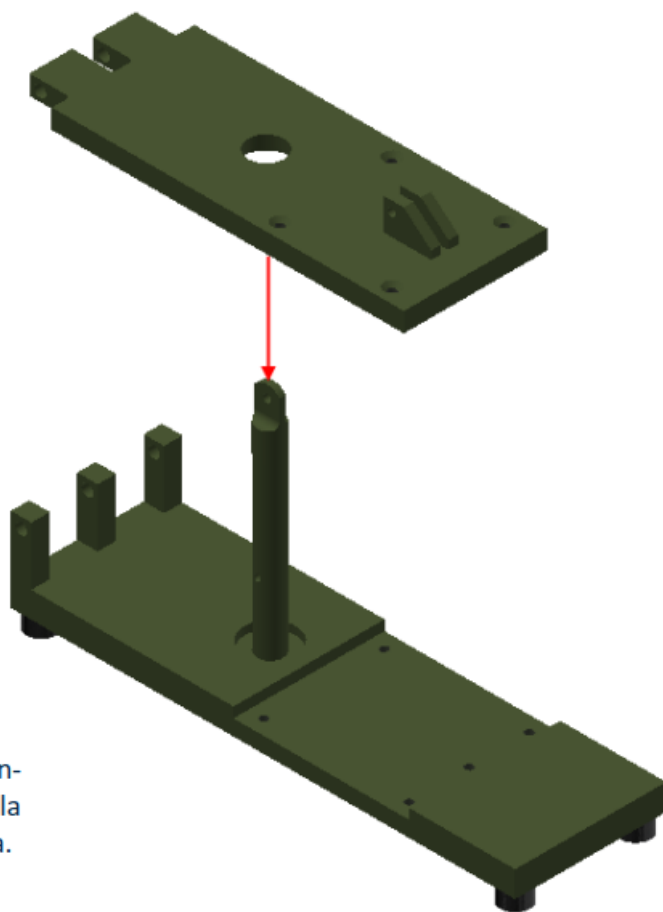
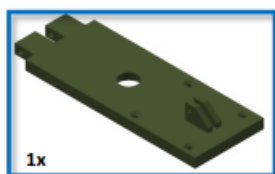
Ensamblaje del bastidor
Primera etapa del ensamble de la máquina. **A continuación.**





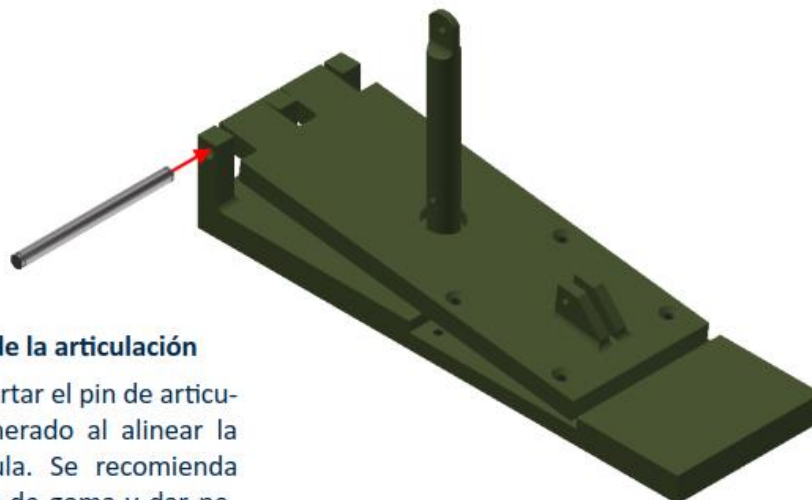
B1 Montaje de las bases

Como primer paso se deben insertar los cuatro tornillos M8x20mm tipo Allen en las cuatro arandelas de hule, para después enroscar los mismos a la quijada de la máquina como se ve en la figura con ayuda de la llave Allen de 5mm .



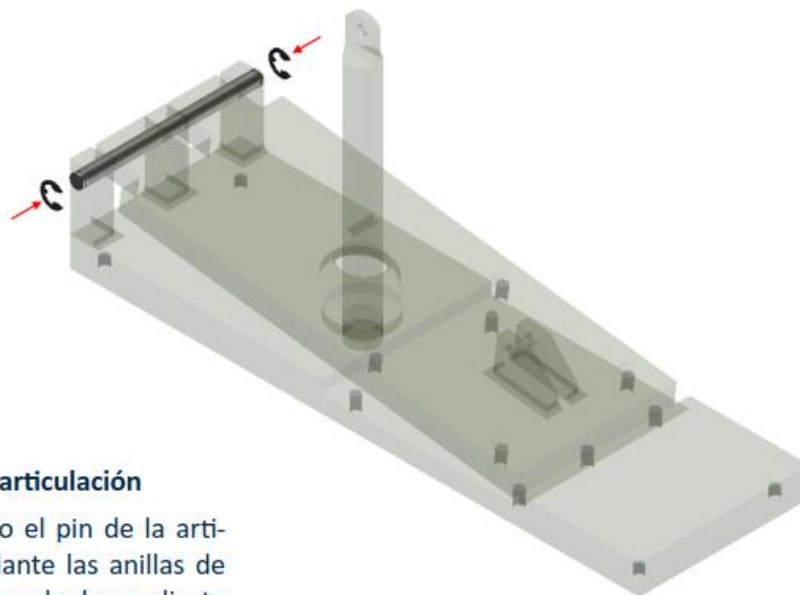
B2 Colocación de la Mandíbula

Continuando se debe insertar la mandíbula en la misma en la columna de la quijada, de la manera que se muestra.



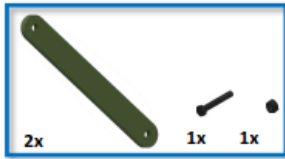
B3 Inserción del pin de la articulación

En este paso se debe insertar el pin de articulación en el agujero generado al alinear la quijada con la mandíbula. Se recomienda ayudarse con un martillo de goma y dar pequeños golpes.



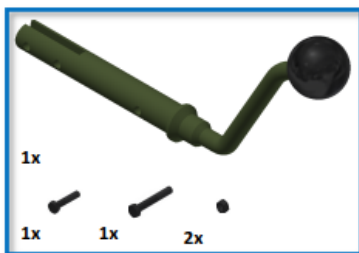
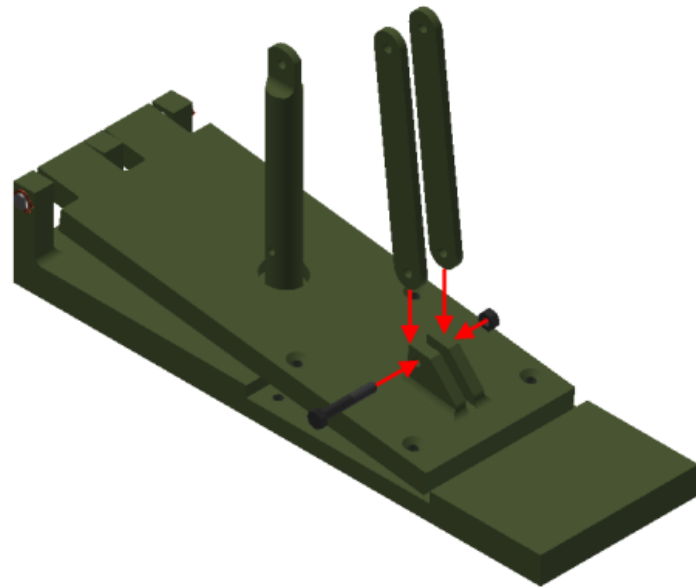
B4 Fijación del pin de articulación

Ahora continuamos fijando el pin de la articulación en su lugar mediante las anillas de retención externas con la ayuda de un alicate de punta fina.



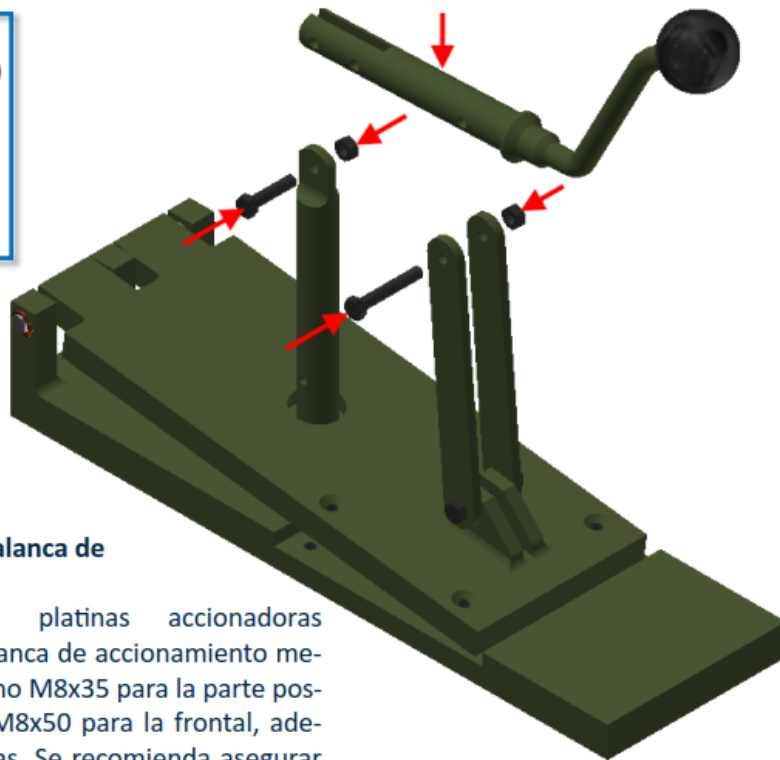
B5 Colocación de las platinas accionadoras

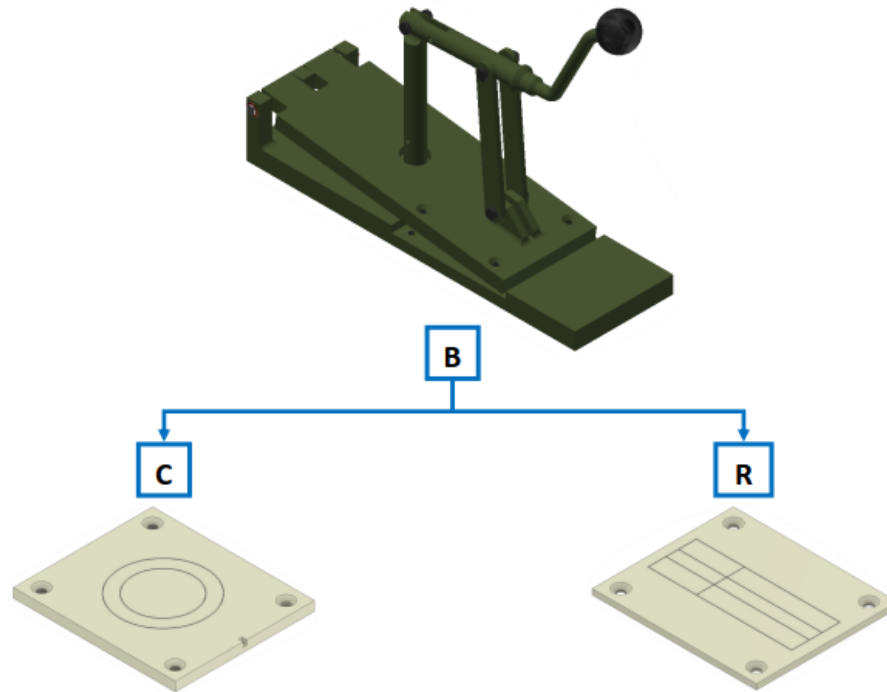
En este paso se deben asegurar las platinas accionadoras a las orejas de la mandíbula mediante un perno hexagonal M8x50 a su respectiva tuerca. Se recomienda asegurar los pernos mediante pasadores de clavija para evitar el desajuste de las tuercas una vez atornilladas estas.



B6 Colocación de la palanca de accionamiento

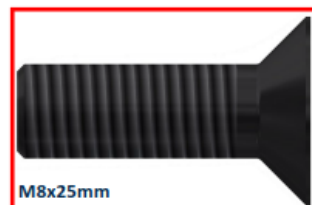
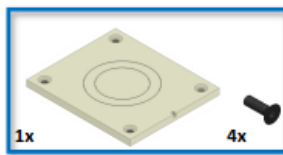
Una vez aseguradas la platinas accionadoras procedemos colocando la palanca de accionamiento mediante pernos hexagonales, uno M8x35 para la parte posterior de la máquina y otro M8x50 para la frontal, además de sus respectivas tuercas. Se recomienda asegurar los pernos mediante pasadores de clavija para evitar el desajuste de las tuercas una vez atornilladas estas.





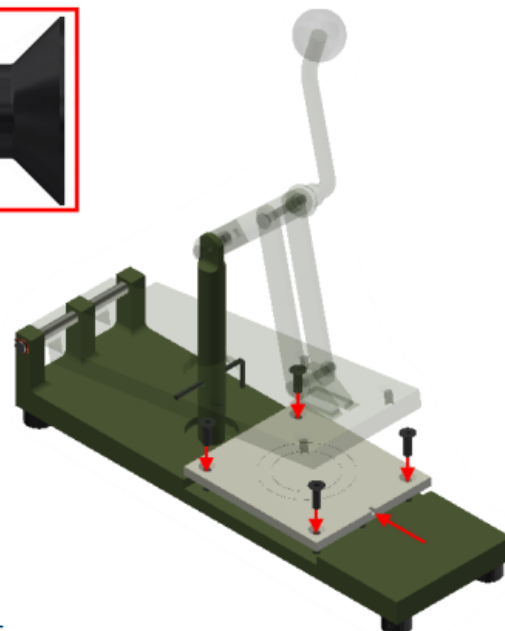
Ensamblaje para ensayos FCT
Montaje de la de polietileno UHMW para troquelar probetas circulares para ensayos FCT en el bastidor. **A continuación**

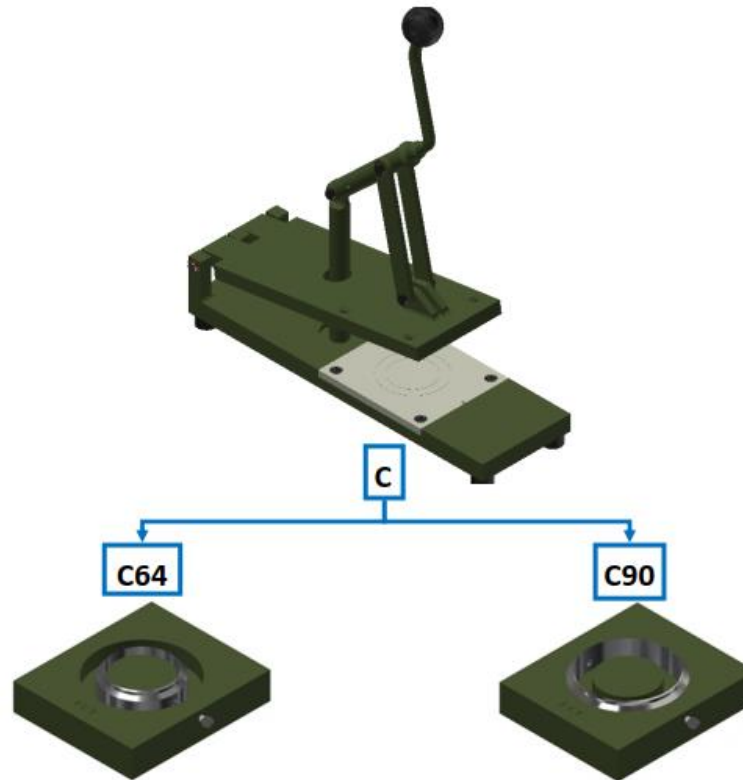
Ensamblaje para ensayos ECT, PAT y RCT
Montaje de la de polietileno UHMW para troquelar probetas rectangulares para ensayos ECT, PAT y RCT. **Pág. 12**



C Fijación de la placa receptora de ranuras circulares al bastidor

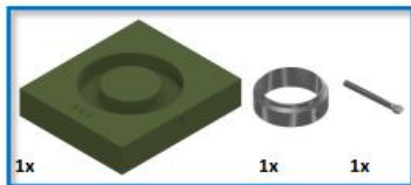
Para troquelar probetas de ensayos FCT se fija la placa receptora circular mediante cuatro pernos M8x25 alineados de manera rectangular como se muestra en la figura con ayuda de la llave Allen de 5mm. Se recomienda asegurar la máquina usando una llave allen insertada en la columna de la quijada.





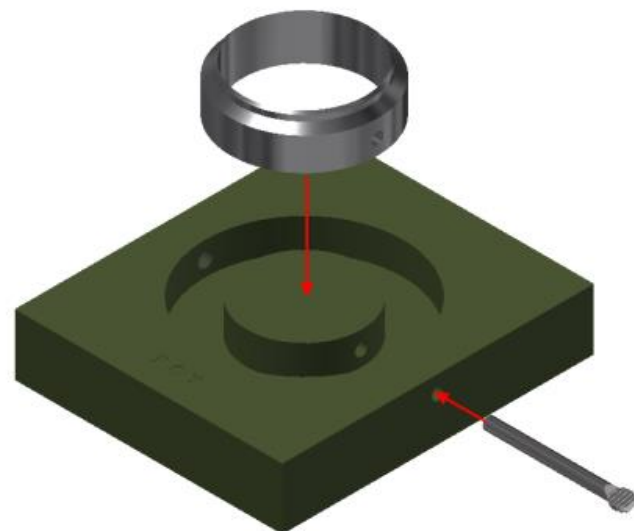
Ensayos FCT de $\varnothing 64\text{mm}$
Montaje de la cuchilla circular cementada de $\varnothing 64\text{mm}$ en el porta cuchillas circular.
A continuación.

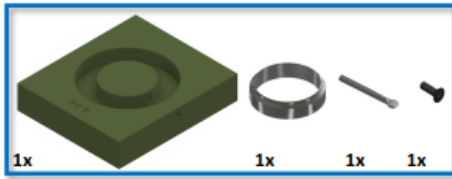
Ensayos FCT de $\varnothing 90\text{mm}$
Montaje de la cuchilla circular cementada de $\varnothing 90\text{mm}$ en el porta cuchillas circular.
Pág. 12



C64 Fijación de la cuchilla $\varnothing 64\text{mm}$ al portacuchillas circular

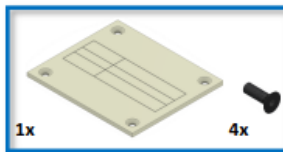
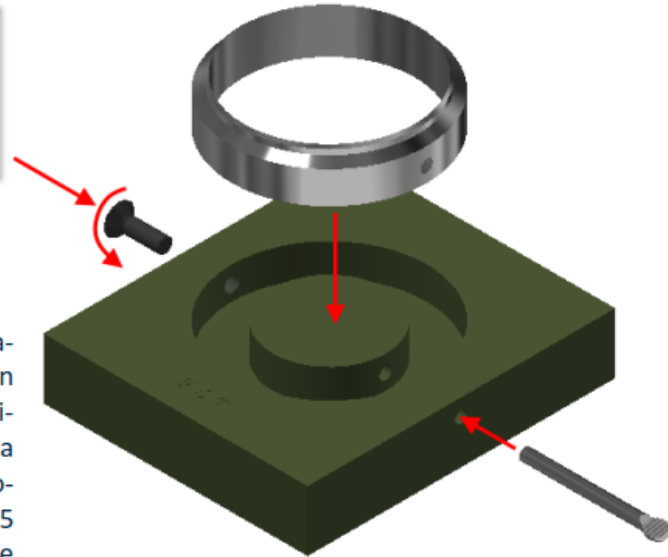
La instalación de las cuchillas circulares se realiza de la manera indicada en la figura, insertando primero la cuchilla para cortes de $\varnothing 64\text{mm}$ alineada con el agujero del portacuchillas para luego fijarla con un pin $\varnothing 6.35 \times 70\text{mm}$. Se recomienda el uso de guantes anticorte.





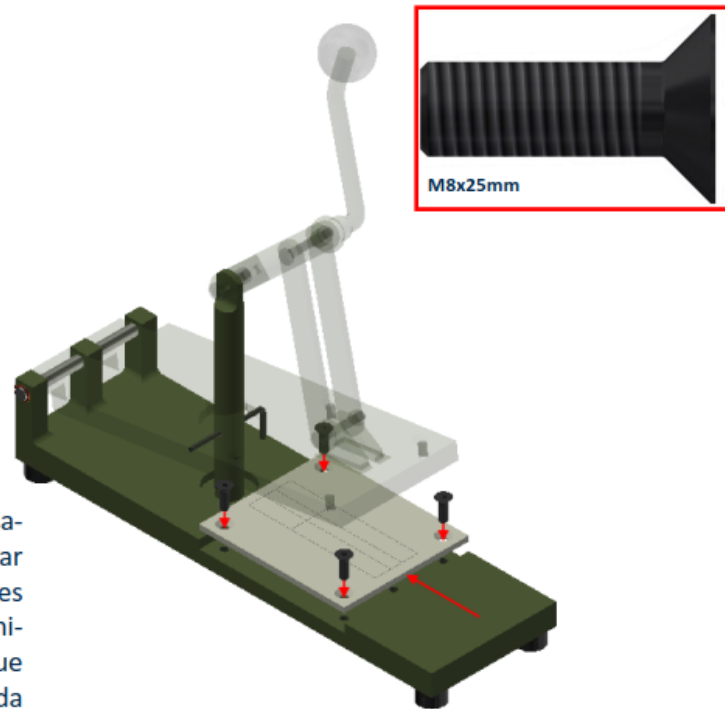
C90 Fijación de la cuchilla $\varnothing 90\text{mm}$ al portacuchillas circular

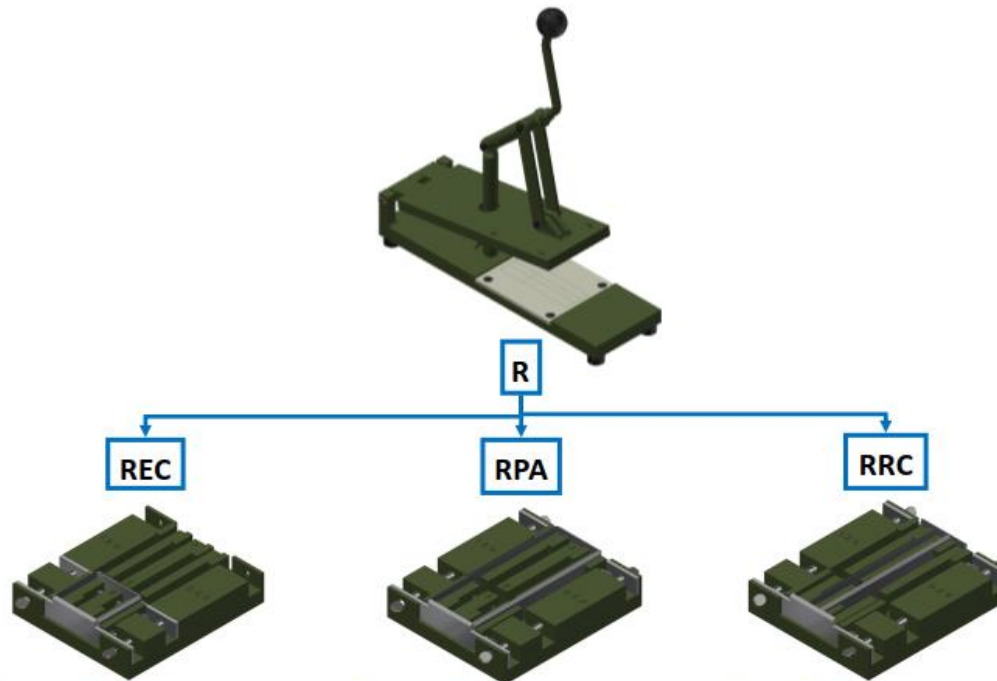
La instalación de las cuchillas circulares se realiza de la manera indicada en la figura, insertando primero la cuchilla para cortes de $\varnothing 90\text{mm}$, fijándola con un pin $\varnothing 6.35 \times 70\text{mm}$ para luego ajustarla con un perno allen M8x25 tipo allen. Se recomienda el uso de guantes anticorte.



R Fijación de la placa de ranuras rectangulares al bastidor

Para troquelar probetas de ensayos ECT, PAT y RCT se debe instalar la placa de ranuras rectangulares al bastidor mediante cuatro tornillos M8x25mm de la manera que se muestra en la figura con ayuda de la llave Allen de 5mm. Se aconseja ajustar gradualmente y de extremo a extremo.





Ensayos ECT

Montaje de las cuchillas Cr+V rectas de 140 y 50mm en el porta cuchillas rectangular para troquelar probetas de 50x50mm.

A continuación

Ensayos PAT

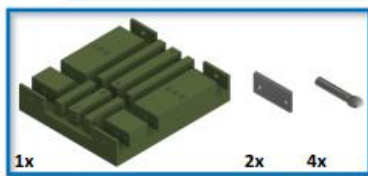
Montaje de las cuchillas Cr+V rectas de 140 y 150mm en el porta cuchillas rectangular para troquelar probetas de 50x150mm.

Pág. 14

Ensayos RCT

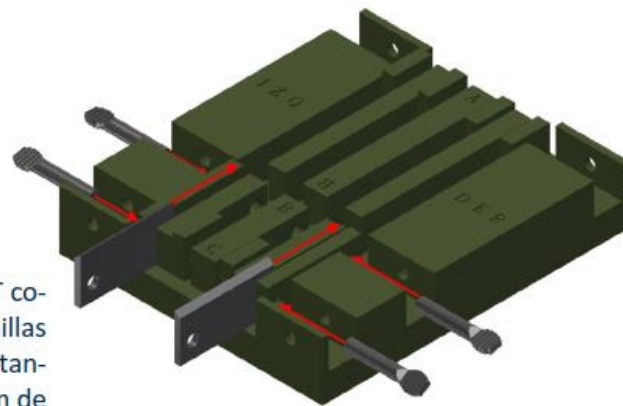
Montaje de las cuchillas Cr+V rectas de 140 y 150mm en el porta cuchillas rectangular para troquelar probetas de 12.7x150mm.

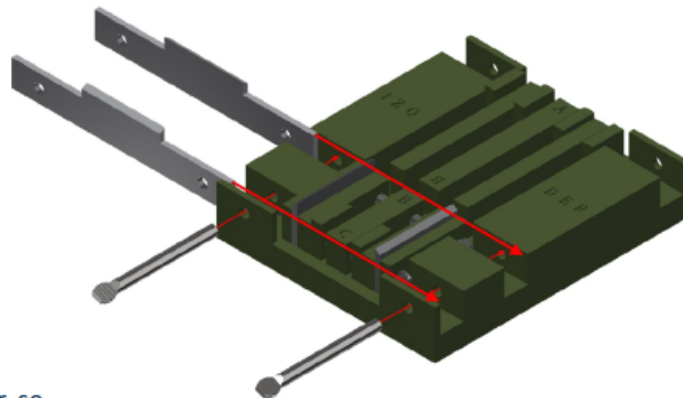
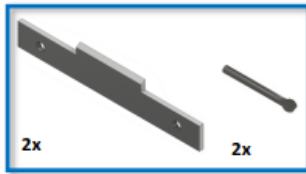
Pág. 15



REC1 Fijación de las cuchillas de 50mm de largo

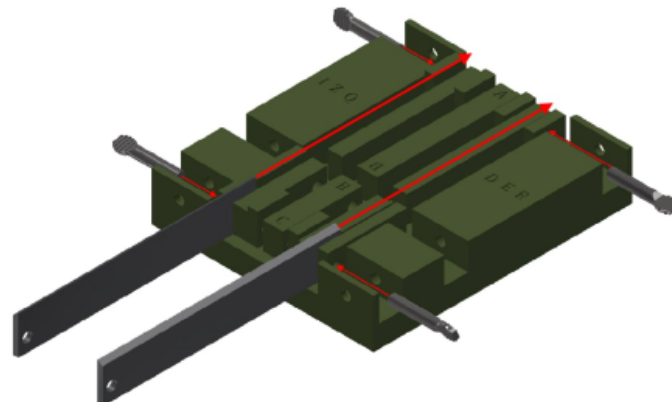
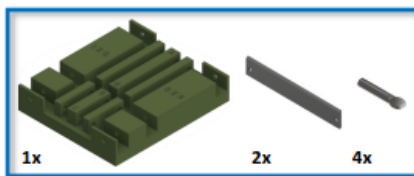
Para troquelar probetas para ensayos ECT como primer paso se deben de fijar las cuchillas de 50mm al portacuchillas de ranura rectangular mediante cuatro pines $\phi 6.35 \times 40$ mm de la manera que se observa en la figura. Es muy importante acoplar las cuchillas de acuerdo al lado donde van, IZQ con IZQ y DER con DER. Como consejo general asegurarse de que el filo de las cuchillas vaya hacia dentro y usar guantes de corte al manipularlas.





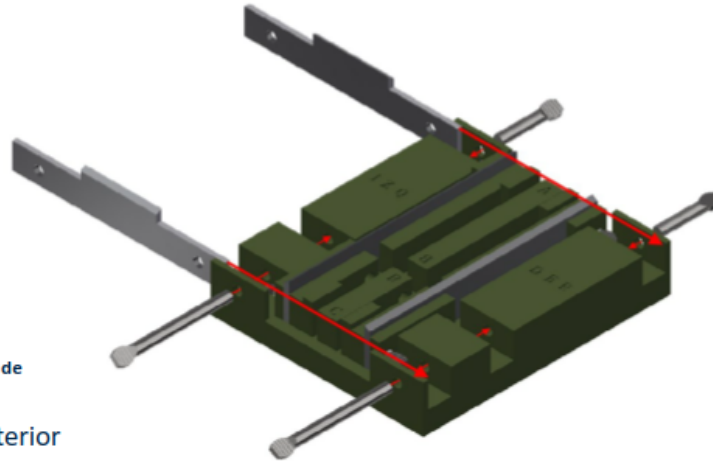
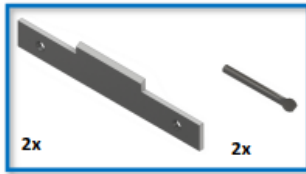
REC2 Fijación de las cuchillas de 140mm de largo

Continuando con el paso anterior se deben deslizar las cuchillas B y C de 140mm de largo y fijar al portacuchillas con dos pines $\varnothing 6.35 \times 75$ mm como se indica en la imagen.



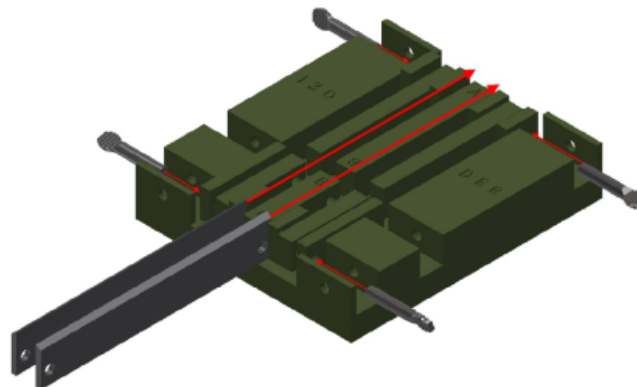
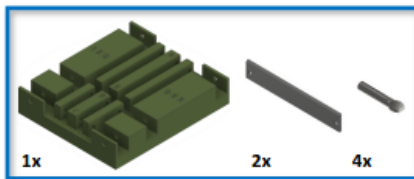
RPA1 Fijación de las cuchillas de 150mm de largo

Para troquelar probetas para ensayos PAT como primer paso se deben de fijar las cuchillas de 150mm al portacuchillas de ranura rectangular mediante cuatro pines $\varnothing 6.35 \times 40$ mm de la manera que se observa en la figura. Es muy importante acoplar las cuchillas de acuerdo al lado donde van, IZQ con IZQ y DER con DER. Como consejo general asegurarse de que el filo de las cuchillas vaya hacia dentro y usar guantes de corte al manipularlas.



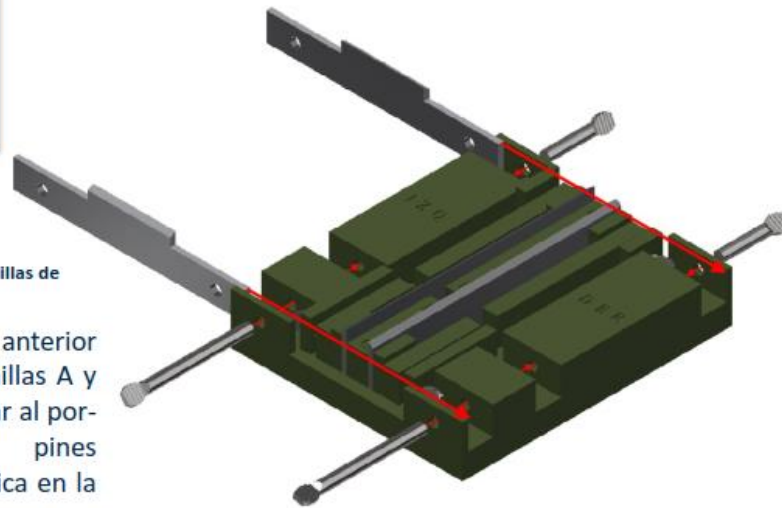
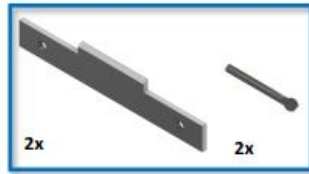
RPA2 Fijación de las cuchillas de 140mm de largo

Continuando con el paso anterior se deben deslizar las cuchillas A y C de 140mm de largo y fijar al portacuchillas con dos pines $\varnothing 6.35 \times 75\text{mm}$ como se indica en la imagen.



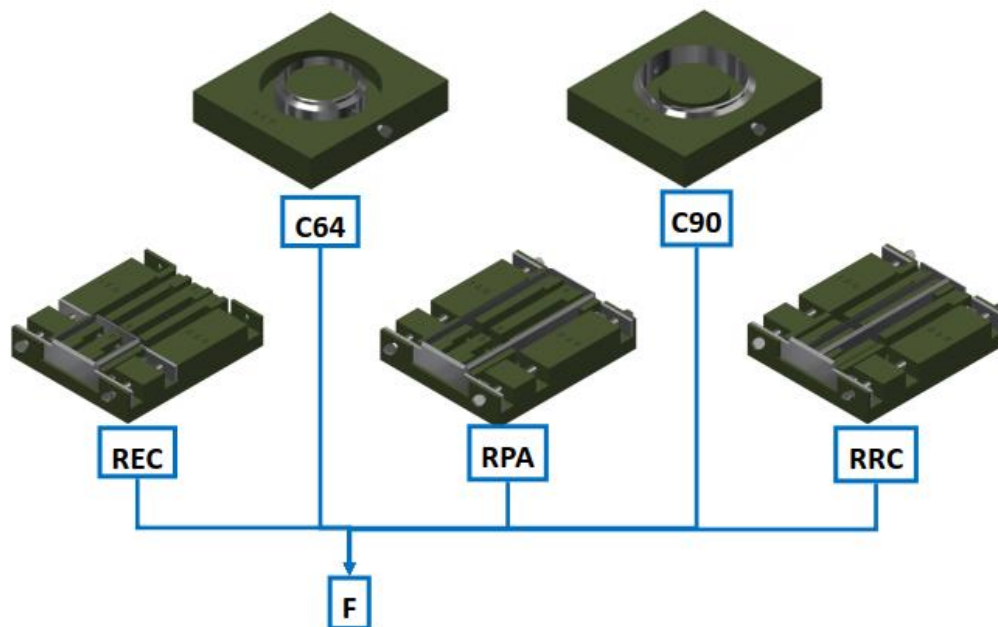
RRC1 Fijación de las cuchillas de 150mm de largo

Para troquelar probetas para ensayos RCT como primer paso se deben de fijar las cuchillas de 150mm al portacuchillas de ranura rectangular mediante cuatro pines $\varnothing 6.35 \times 40\text{mm}$ de la manera que se observa en la figura. Es muy importante acoplar las cuchillas de acuerdo al lado donde van, IZQ con IZQ y DER con DER. Como consejo general asegurarse de que el filo de las cuchillas vaya hacia dentro y usar guantes de corte al manipularlas.



RRC2 Fijación de las cuchillas de 140mm de largo

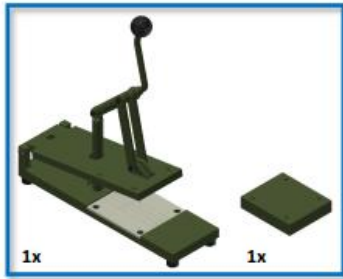
Continuando con el paso anterior se deben deslizar las cuchillas A y C de 140mm de largo y fijar al portacuchillas con dos pines $\varnothing 6.35 \times 75\text{mm}$ como se indica en la imagen.



Montaje del portacuchillas

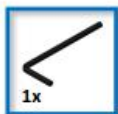
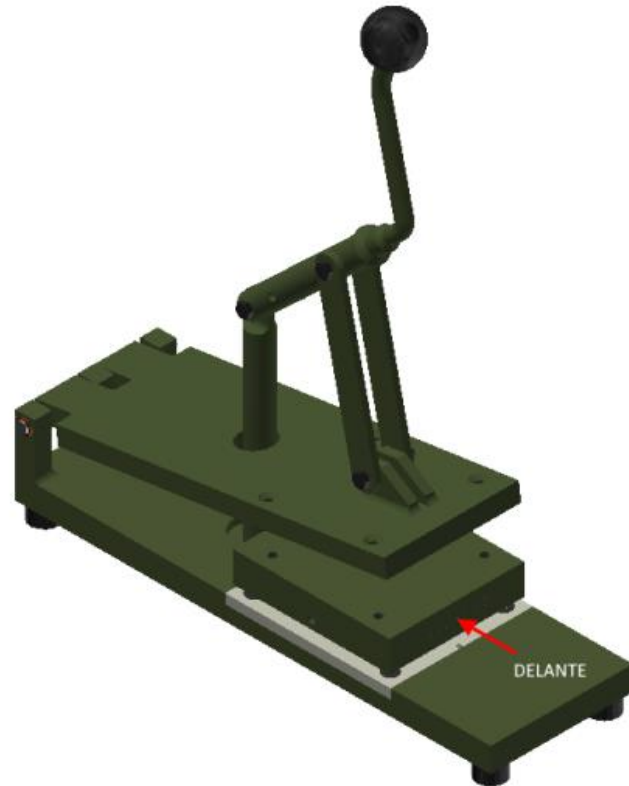
Fijación del portacuchillas usado, sea circular o rectangular a la mandíbula de la máquina mediante pernos

A continuación.



F1 Colocación del portacuchillas
ensamblado al bastidor

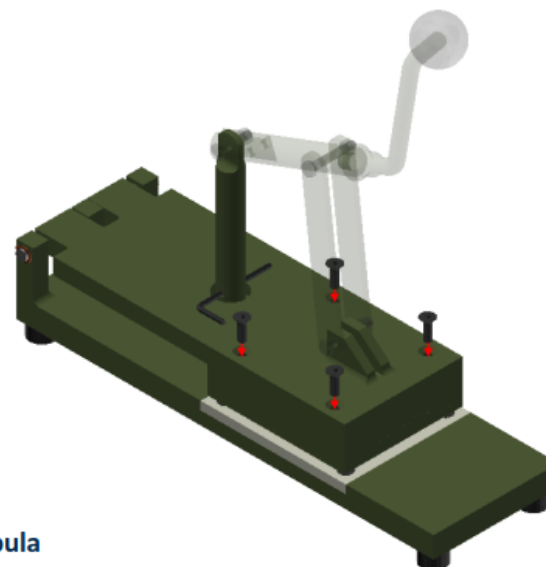
Una vez terminada la fijación de cuchillas sean circulares o rectangulares al portacuchillas de ranura circular o rectangular respectivamente, éste debe introducirse en el bastidor dejando la palabra “DELANTE” escrita en el portacuchillas visible de la manera que se observa en la figura. Se debe buscar que las cuchillas calcen en la plancha de polietileno UHMW. Se recomienda el uso de guantes anticorte.



F2 Bloqueo de la máquina mediante la
colocación de un pin de seguridad

Insertado ya el portacuchillas en la placa de aluminio respectivo del bastidor se debe cerrar el aparato de la manera que se ve en la imagen, para poder insertar un pin $\varnothing 6.35 \times 75 \text{mm}$ en el agujero de la columna de la quijada.



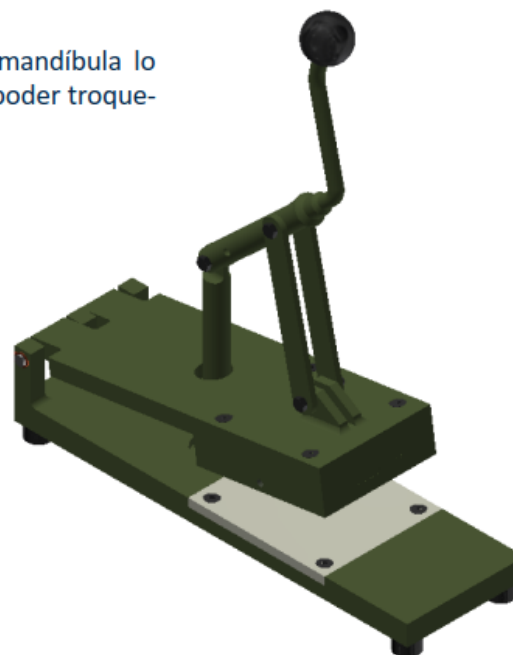


F3 Fijación del portacuchillas a la mandíbula

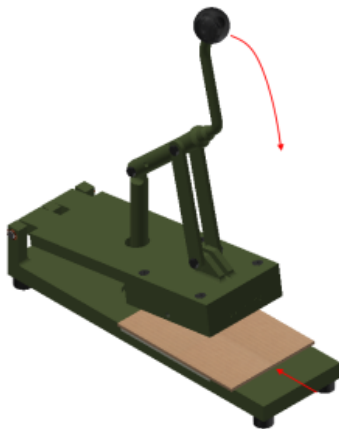
A continuación, con el aparato cerrado gracias al pin, se deben atornillar 4 pernos M8x25mm tipo Allen para asegurar el portacuchillas a la mandíbula como se muestra en la figura con ayuda de la llave Allen de 5mm .

F4 Desbloqueo de la máquina

Una vez empernado el portacuchillas a la mandíbula lo siguiente es retirar el pin de seguridad para poder troquear.



ACCIONAMIENTO DE LA TROQUELADORA



En el diseño y fabricación de esta máquina se ha buscado enfocarse en la ergonomía del accionamiento y operación de la máquina. En términos generales solo se necesita accionar de manera contundente y rápida la troqueladora para obtener un corte preciso de acuerdo a los estándares internacionales, tal y como se observa en la imagen de la izquierda:

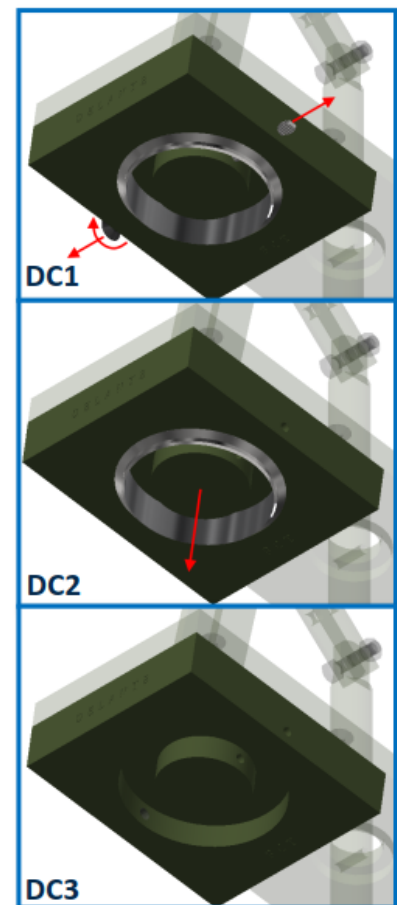
Se puede cortar cartón y papel en diferentes tamaños estándares como se ha indicado ya previamente, lo único a considerar es que se debe introducir material de al menos 140mm de ancho, sea cartón o papel, y ubicar el material en el medio de la máquina.

CAMBIO DE CUCHILLAS DE LA TROQUELADORA

Reemplazo de cuchillas circulares

El cambio de una cuchilla circular por otra es bastante sencillo y se procede de la misma manera en ambos casos. Se recomienda usar siempre guantes anticorte por precaución.

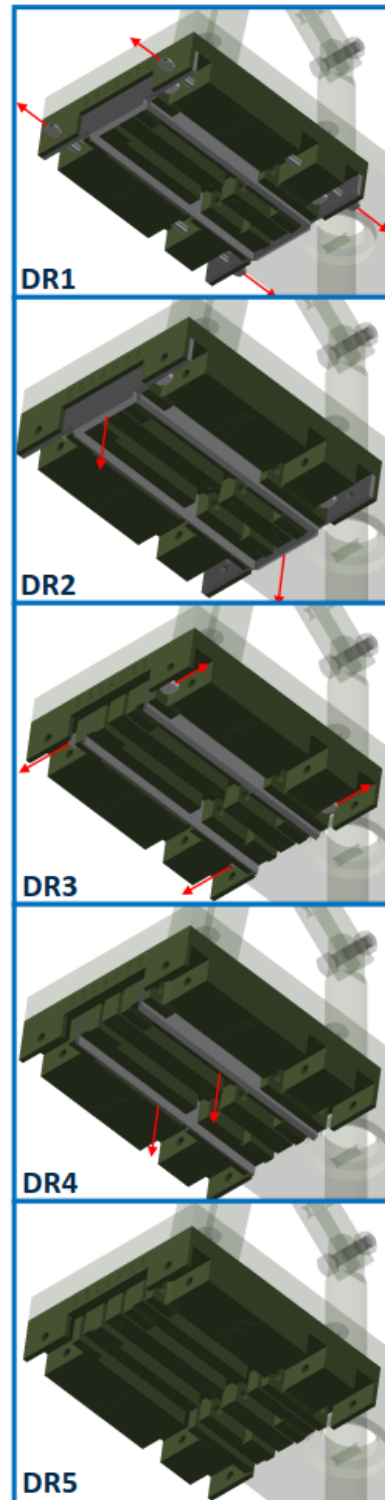
1. Extracción del pin y el perno de ajuste:
Como primer paso se debe retirar el pin que sostiene la cuchilla circular, sea esta de $\varnothing 64\text{mm}$ o de $\varnothing 90\text{mm}$ ubicando la palabra "DELANTE" en frente del observador, el pin se encontraría a la derecha del portacuchillas y el perno a su izquierda, como se observa en **DC1**. Se recomienda usar un alicate de punta fina para retirar el pin y una llave Allen de 5mm para retirar el perno.
2. Extracción de la cuchilla circular $\varnothing 64\text{mm}$ o $\varnothing 90\text{mm}$:
Una vez retirados el pin y el perno se procede a retirar la cuchilla de $\varnothing 64\text{mm}$ o $\varnothing 90\text{mm}$ para lo cual se recomienda contar con guantes anticorte y retirar en la dirección que se observa en **DC2**.
3. Portacuchillas desensamblado:
Una vez retirados el pin, el perno y la cuchilla circular dejando el portacuchillas solamente como en **DC3** se puede proceder a ensamblar cualquiera de las opciones de ensamble que se observa en la figura superior de la **Página 10**, o en caso contrario desmontar el portacuchillas en orden de montar el portacuchillas de ranuras rectangulares según se requiera.



Reemplazo de cuchillas rectangulares

Dado el caso en el cual se necesitara cambiar cuchillas rectangulares por otras rectangulares o acomodarlas en otra configuración usando las mismas (RPA-RRC y viceversa) el procedimiento es muy similar en todos los casos y trata sobre los pasos vistos a continuación.

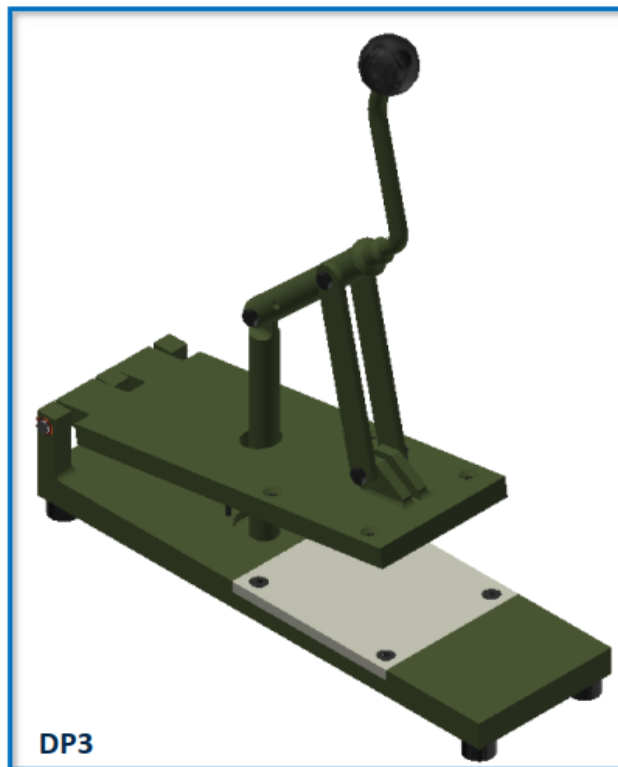
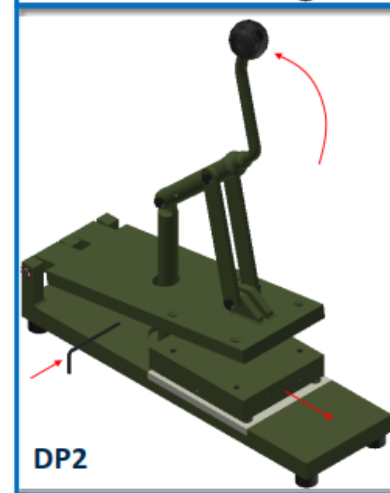
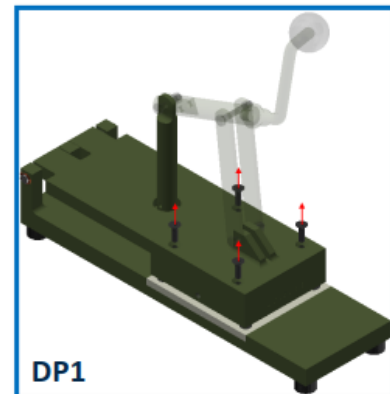
1. Extracción de los pines externos:
Como primer paso se deben retirar los pines que sostienen a las cuchillas de 140mm a las ranuras A, B o C, estos se encuentran adelante y detrás del portacuchillas ubicando la palabra "DELANTE" en frente del observador, como se observa en **DR1**. Se recomienda usar un alicate de punta fina para realizar este paso de manera más sencilla.
2. Extracción de las cuchillas de 140mm de las posiciones A, B y C:
Una vez retirados los pines se procede a retirar las cuchillas de 140mm de las posiciones A, B o C, para lo cual se recomienda contar con guantes anticorte y proceder tal y como se observa en **DR2**.
3. Extracción de los pines interiores:
Al retirar las cuchillas A, B y C se permite el paso de los pines interiores, tanto para retirarlos como para colocarlos, como se observa en **DR3**. Se recomienda especialmente usar un alicate de punta fina de 5 pulgadas para este paso.
4. Extracción de las cuchillas de 50mm y 150mm:
Con los pines retirados se puede por fin retirar el último elemento del portacuchillas, las cuchillas de 50mm y 150mm de las ranuras IZQ y DER, se recomienda usar guantes anticorte, proceder como en **DR4**.
5. Portacuchillas desensamblado:
Una vez retirados todos los pines y cuchillas dejando el portacuchillas solamente como en **DR5** se puede proceder a ensamblar cualquiera de las opciones de ensamble que se observa en la figura superior de la **Página 12**, o en caso contrario desmontar el portacuchillas en orden de montar el portacuchillas de ranuras circulares según se requiera.



Reemplazo del portacuchillas

Una vez realizados los ensayos correspondientes, sean rectangulares o circulares, y se desee cambiar el portacuchillas para realizar otro tipo de ensayos, se procederá de la manera siguiente sin necesidad de retirar las cuchillas. Se recomienda el uso de guantes anticorte y realizar los siguientes pasos entre dos personas.

1. Desentornillamiento de los pernos del portacuchillas:
Mediante una llave Allen de 5mm se debe desajustar y retirar los pernos que fijan el portacuchillas a la mandíbula, como en **DP1**
2. Extracción del pin de seguridad:
Una vez retirados los pernos, lo siguiente es abrir el aparato e insertar una llave allen en la columna de la quijada como se muestra en **DP2**. Una vez hecho esto se puede retirar el portacuchillas.
3. Cambio de portacuchillas:
Con los pines y el portacuchillas retirados se puede colocar otro en su lugar, de la manera que se observa en **DP3**, la máquina está lista para seguir los pasos desde **F1** en la página 17.








**ANEXO C: MÁQUINAS, EQUIPOS Y
HERRAMIENTAS UTILIZADOS**



ANEXO C - 1
MÁQUINAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN

MÁQUINA	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
<p>CEPILLO DE CODO PARA METAL</p>		<p>Marca: Klopp Modelo: 625 Procedencia: Alemania Carrera Util: 625mm Adicionales: -Tornillo de agarre -Lámpara de Iluminación -Cabezal tipo mortaja</p>
<p>FRESADORA UNIVERSAL</p>		<p>Marca: Fortune Pacific Modelo: X 8130 Voltaje: 220V Frecuencia: 60Hz Dimensiones: Anchó de mesa 300mm y longitud de mesa 750mm. <i>(ver anexo D-1; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>ESMERILADORA DOBLE DE BANCO</p>		<p>Marca: Bosch Modelo: GSM 200 Dimensiones: 380x 250mm. <i>(ver anexo D-2; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>

MÁQUINA	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
<p>TALADRO DE COLUMNA. GRANDE</p>		<p>Marca: IBARMIA Modelo: A-50 Dimensiones de mesa: 560 x 560mm Diámetro máximo de broca:50mm Transmisión: Por engranajes Avance: Manual <i>(ver anexo D-3;Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>TALADRO DE COLUMNA PEQUEÑO</p>		<p>Marca: IBARMIA Modelo: EZS-18 Dimensiones de la mesa: 600 x 190mm Diámetro máximo de Broca: 18mm Transmisión: Por correa Avance: Manual <i>(ver anexo D-4;Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>







MÁQUINA	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
<p>TORNO UNIVERSAL PARALELO</p>		<p>Marca: REXON Modelo: C0632A Tipo: Horizontal Volteo de bancada: 13pulg <i>(ver anexo D-5; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>TORNO UNIVERSAL GRANDE</p>	<p>Consta de un torno bastante robusto que cuenta con avances rápidos en el carro longitudinal y transversal <i>(ver anexo D-6; Error! No se encuentra el origen de la referencia.)</i>.</p> <p>Marca: ARIES 2080 Modelo: CS6250B2000 Tipo: Horizontal Volteo de bancada: 20 pulg Dimensiones: 3630 x 1000 x 1270mm</p>	


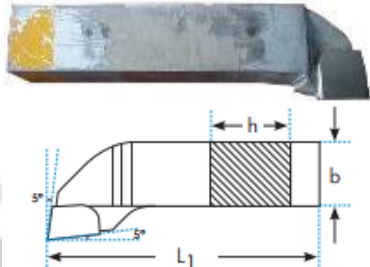
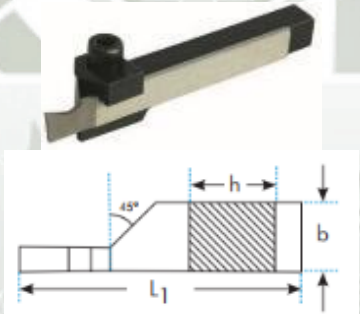


ANEXO C - 2
EQUIPOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN

EQUIPO	IMAGEN	CARACTERISTICAS
<p>AMOLADORA RECTA</p>		<p>Manejo perfecto para trabajo exigente de lijado. Marca: Bosch Modelo: GGS-28 Dimensiones: 37 5x 75mm <i>(ver anexo D-7; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>COMPRESOR DE AIRE BICILINDRICO</p>		<p>Compresor eléctrico con correa, 2 cilindros en V. Marca: QUALITAS Modelo: WD30100B Capacidad: 100 lt <i>(ver anexo D-8; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>ESMERIL O AMOLADORA ANGULAR DE MANO</p>		<p>Esmeril eléctrico angular Marca: Bosch Modelo: GWS 9-115 Dimensiones: Diámetro máximo de disco 7 pulg <i>(ver anexo D-9; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>EQUIPO MIG/MAG</p>		<p>Marca: LINCOLN Modelo: 255 XT Max Voltaje: 40V Amperaje: 30-300A <i>(ver anexo D-10; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
<p>PISTOLA DE SUCCION PARA PINTAR</p>		<p>Pistola para pintar, alta presión y vaso de aluminio Marca: TRUPER Modelo: 19002 Vaso de aluminio: 1000 cc Presion: 50-70psi Tobera: 1,8mm</p>

ANEXO C - 3
HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
ALICATE UNIVERSAL		Marca: FORMAT Dimensiones: 7 pulg Material: Acero Cr + V
ALICATE DE PRESION MORDAZA RECTA		Mordazas rectas para sujetar piezas planas, cuadradas y hexagonales Marca: STANLEY Material: Acero Cr + V
ALICATE RECTO EXTERIOR PARA ANILLOS SEEGER		Marca: STANLEY Longitud: 180mm Material: Cuerpo forjado con recubrimiento anti corrosión
ALICATE DE PUNTA FINA		Marca: STANLEY Dimensiones: 6 pulg Material: Cuerpo forjado de acero cromo níquel
ACEITERO DE METAL		Aceitero con manguera flexible Marca: Truper Capacidad: 180ml
ARCO DE SIERRA FIJO		Marca: STANLEY Dimensiones: 12 pulg Material: Acero Tensión máxima: 104lbs
BROCHA DE LIMPIEZA		Marca: Truper Dimensiones: 2 pulg de ancho.
BROCA AVELLANADOR DE METAL		Las brocas de alta velocidad son ideales para desbarbar y biselar aberturas en orificios pretaladrados Marca: Mr Drill Material: Acero de alta velocidad Dimensiones: 18mm Numero de estrías: 5

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
BROCA DE CENTRAR		Marca: DORMER Material: HSS Dimensiones: 5 x 12,5mm
JUEGO DE BROCAS PARA METAL MILIMETRICAS		Punta 118° para aplicaciones generales Cuerpo mecanizado para mayor precisión Marca: IRWIN Material: HSS Acero de alta velocidad Medida: Brocas Milimétricas
JUEGO DE BROCAS PARA METAL EN PULGADAS		Punta 118° para aplicaciones generales Cuerpo mecanizado para mayor precisión Marca: IRWIN Material: HSS Acero de alta velocidad. Medida: Broca en pulgadas
JUEGO DE PUNTAS PARA BURIL DE MANO		Marca: Bosch Diámetro de vástago: 6mm Tamaño de grano: 60
BROCA METÁLICA		Marca: BOSCH Tipo: Helicoidal Material: HSS 5% Co Diámetro: 6,5mm
CHUCK UNIVERSAL DE 3 MORDAZAS SÓLIDO		Marca: GATOR CHUCKS Modelo: 1-201-1000 Diámetro de chuck: 10 pulg Diámetro del agujero: 3 pulg Numero mordazas: 3 Material: Acero fundido

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
<p>CHUCK UNIVERSAL DE 4 MORDAZAS SÓLIDO</p>		<p>Marca: KITAGAWA Tipo: Apriete manual Diámetro de chuck: 10 pulg Diámetro del agujero: 3 pulg Número mordazas: 4 Material: Acero fundido</p>
<p>CUCHILLA IZQUIERDA PARA CILINDRAR Y REFRENTEAR</p>		<p>Marca: Blue Master Clasificación DIN: 4978 Material: Pastilla Carburada Medidas: h=16mm b=16mm L1=110mm</p>
<p>CUCHILLA IZQUIERDA PARA TRONZAR</p>		<p>Marca: Blue Master Clasificación DIN: 4981 Material: Pastilla Carburada Medidas: h=16mm b=10mm L1=110mm</p>
<p>CUCHILLA IZQUIERDA PARA INTERIOR</p>		<p>Marca: Blue Master Clasificación DIN: 283 Material: Pastilla Carburada Medidas: h=10mm b=10mm L1=140mm</p>
<p>PEINE DE ROSCA MÉTRICA Y EN PULGADAS</p>		<p>Función: Determinan rápidamente el paso de las diversas roscas. Marca: Starrett Peines tipos Rosca: -Roscas en V, Unified, American National 60°.-Roscas Patrón Whitworth 55°. -Roscas Patrón Métrico Internacional 60°.</p>

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
<p>CEPILLO CIRCULAR PARA AMOLADORA</p>		<p>Función: Limpieza de superficies, acabado acoplado a la amoladora de mano. Marca: Osborn Forma: De Copa Trenzado. Material: Acero</p>
<p>LLAVE AJUSTABLE TIPO FRANCESA</p>		<p>Marca: STANLEY Longitud: 10 pulg Apertura máxima: 30mm Material: Metal</p>
<p>JUEGO DE FRESAS DE ESPIGA</p>		<p>-Con 04 labios de corte -Corte frontal para perforar -- Angulo de corte 35°. Marca: OPTIMUN Material: Acero tungsteno Diámetro de la espiga: (3, 7,8 y 12,7mm)</p>
<p>JUEGO DE LIMAS PARA METAL (PLANA, MEDIA CAÑA Y REDONDA)</p>		<p>Aplicaciones generales de taller tales como limado, desbastado, afilado, perfilado, rebajado de asperezas en superficies planas, cóncavas y agujeros Marca: DRAPER Material: Acero al carbono</p>
<p>JUEGO DE MACHOS</p>		<p>Para roscas pasantes y roscas de agujero ciego en aceros no aleados y aceros de baja aleación Marca: RUKO Material: HSS Medidas usadas: 8 x 1,25mm 10 x 1,5mm 12 x 1,75mm 14 x 2mm</p>

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
LLAVE ALLEN HEXAGONAL		Marca: DRAPER Medida: 5mm Material: Níquel
LLAVE MIXTA		Marca: STANLEY Medida: 18 y 19mm Material: Níquel
LLAVE PARA TALADRO		Se utiliza para ajustar y desajustar la porta brocas del taladro. Marca: BOSCH Material: Acero Medidas: 13mm
MARCADORES DE NUMERADOS		Para marcar acero. Marca: Tramontina Medida: 6mm Longitud del cincel: 65mm
MARCADORES DE LETRAS		Material: Acero al carbón endurecido
MARCADOR DE METAL		Dimensiones: Redline Material: Acero templado
MARTILLO DE CABEZA DE GOMA		Marca: Redline Material: Cabeza de Goma y mango de acero endurecido Peso: 8 Oz
MARTILLO DE CABEZA DE METAL		Marca: Redline Material: Cabeza de metal con mango de madera Peso: 12 Oz
PUNZON DE MARCADO		Dimensiones: 0,25 pulg Material: Acero templado
RELOJ COMPARADOR DE BASE MAGNÉTICA		Marca: STARRET Dimensiones de la base: 63 x 55 x 50mm Parte inferior de la base en V para fijación en superficies cilíndricas. Fuerza de atracción: 6kN

HERRAMIENTAS	IMAGEN	CARACTERISTICAS
ESCUADRA DE 90 GRADOS		Marca: DEXTER Material: Acero Inoxidable
REGLA NUMERADA		Marca: DEXTER Material: Acero Inoxidable Longitud: 300mm
REGLA DE NIVEL		Funciona: Con burbujas Uso: Nivelar pisos y superficie Marca: Tornado Longitud: 4 y 8 pulg Material: Aluminio
PORTA TERRAJA DE MACHOS PARA ROSCAR		Aplicación: Se utiliza para el alojamiento de machos de roscar manuales. Marca: Stanley Tipo: Rosca interior Alojamiento: Cuadrado Material: Mordazas templadas por cementación Dimensiones: 37 x 4 x 2mm Capacidad: M2 - M14
TORNILLO DE BANCO		Base fija equipo de sujeción de piezas en talleres mecánicos. Marca: Stanley Material: Marco de hierro fundido Apertura máxima: 120mm
VERNIER O PIE DE REY ANALOGICO		Marca: Stanley Material: Acero templado INOX Rango max: 150mm Resolución: 0,05mm Uso medidas: Exterior, interior, altura y profundidad
YUNQUE		Marca: Stanley Tipo: Cuadrado Dimensiones: 200 x 80mm Material: Acero Peso: 20kg

ANEXO C - 4
MISCELÁNEOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN

MATERIAL	IMAGEN	CARACTERISTICAS
DISCO ABRASIVO DE DESBASTE		Marca: Norton Tipo: A36 T0F41 Max rpm: 8595 Diámetro del disco: 7 pulg
DISCO ABRASIVO DE CORTE		Marca: Norton Tipo: A36 T0F41 Max rpm: 8595 Diámetro del disco: 7 pulg Espesor de disco: 1,6mm
DISCO ABRASIVO DE CORTE ULTRA FINO		Marca: Norton Max rpm: 13370 Diámetro del disco: 4,5 pulg Espesor de disco: 0,8mm
LIJAR DE AGUA		Marca: ABRALIT Grupo: Grano muy fino Medidas: 230 x 280mm Tamaño de grano: 400 y 320
LIJAR DE FIERRO		Marca: ASA Grupo: Grano normal Medidas: 230 x 280mm Tamaño de grano: 80 y 100
REFRIGERANTE INDUSTRIAL PARA MECANIZADO		Diseñada para procesos de mecanizado de metales en los cuales imperan altas velocidades de corte y elevadas temperaturas sobre la herramienta. Marca: BENSA Soluble: Mineral Balde: 5 gal
PINTURA BASE ZINCROMATO		Uso: Sobre superficies de metal que se deseen recubrir para protección contra la corrosión (<i>ver anexo D-11; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.</i>) Marca: ANYPSA Color: Verde Capacidad: 1 gal

MATERIAL	IMAGEN	CARACTERISTICAS
<p>CILINDRO DE DIOXIDO DE CARBONO</p>		<p>Cilindro: Dióxido de Carbono Capacidad: 13,4 m³ Peso: 25 kg Presión de llenado: 49,9 bar Estado físico: Gas incoloro e inodoro Color: Plomo</p>
<p>CILINDRO DE OXIGENO</p>		<p>Cilindro: OXIGENO Capacidad: 10 m³ Peso: 13,5 kg Presión de llenado: 200 bar Estado físico: Gas incoloro Color cilindro: Verde</p>
<p>CILINDRO DE ACETILENO</p>		<p>Cilindro: Acetileno Capacidad: 61 lt Peso: 11 kg Presión de llenado: 16,9 bar Estado físico: Gas incoloro Color: Rojo</p>
<p>THINNER ACRÍLICO</p>		<p>Para obtener acabados de alto brillo, usar thinner acrílico, un diluyente de uso profesional Marca: ANYPSA Uso: Diluyente de pintura Color: Incoloro Apariencia: Liquido transparente Capacidad: 1 gal</p>
<p>TRAPO INDUSTRIAL</p>		

ANEXO C - 5
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN

EPP	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
CASCO DE SEGURIDAD		<p>Material: Polímero. Atóxico</p> <p>Suspensiones: Corona y araña. - Suspensión ref. 9020</p> <p>Características: Liviano y antialérgico.</p>
GUANTES RESISTENTE AL CORTE		<p>Norma: EN 388 4542.</p> <p>Modelo:M905</p> <p>Marca:3 M</p> <p>Material: Tejidos sintéticos mezclados con fibra de vidrio.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Alta protección contra el corte. -Ofrece protección contra la abrasión
MAMELUCO		
SOBRE LENTES		<p>Marca: 3 M</p> <p>Código: 12163</p> <p>Aplicaciones: Trabajos que puedan implicar el riesgo de impacto de material particulado sólido en ojos.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mica policarbonato -Color brazos negros y mica transparente
TAPON AUDITIVO REUTILIZABLE		<p>Marca: 3 M</p> <p>Modelo: Serie 1270</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tasa de reducción de ruido (NRR) de 24 dB. -Diseño de tres aletas. -Mayor confort y durabilidad. -Fácil limpieza, solo agua tibia y jabón. - Versión con cordón de poliéster sintético

ANEXO C - 6
EQUIPOS Y MÁQUINAS A UTILIZAR EN EL
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p><u>Máquina universal de ensayos</u> Esta máquina resulta ideal para hallar la resistencia a la tensión, compresión, flexión, estallido y otras propiedades de una gran gama de materiales como polímeros, resinas, fibras o compuestos. Marca: LIYI Modelo: LY-1065 Capacidad: 1-200 kg Rango de Velocidad: 0,1-500 mm/min Carrera: 650 mm Exactitud de medición: $\pm 0,5\%$ Peso de la máquina: 70 kg Dimensiones: 58x58x125 cm Potencia: 220 V-0,5 kW</p>
	<p><u>Platos de compresión</u> Accesorios capaces de ser montados en la máquina universal de ensayos. Material: INOX Dimensiones: Ø120mm</p>
	<p><u>Troqueladora</u> Equipo diseñado y fabricado en este proyecto para realizar cortes al cartón corrugado de cara doble papel kraft bajo dimensiones estándar de diferentes geometrías para ensayos ECT, FCT, PAT y RCT Material: Acero A-36 <i>(ver anexo A-1; Error! La autoreferencia al marcador no es válida.)</i></p>
	<p><u>Micrómetro digital de exterior</u> Marca: Mitutoyo Rango: 0-1 pulg Graduación: 0,001 mm</p>
	<p><u>Balanza electrónica digital</u> Marca: Kern Modelo: PCB 2500-2 Capacidad max: 2500 kg Lectura: 0,01 g Dimensiones del plato: 130 x 130 mm</p>



ANEXO D: FICHAS TÉCNICAS



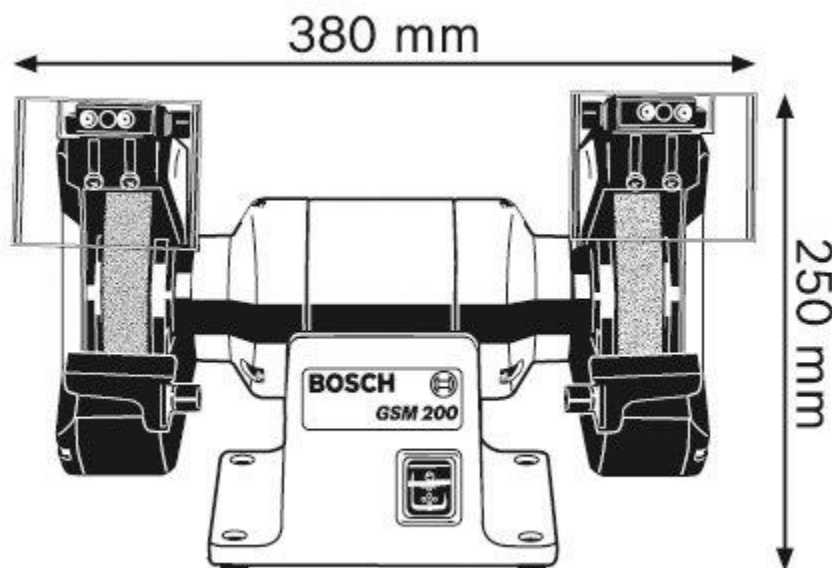
ANEXO D - 1 FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA FRESADORA UNIVERSAL X8130



Technical parameters of X8130 Universal Tool Milling Machine

Model	Unit	X8130
Horizontal working table size (W x L)	mm	300x750
T slot of horizontal table (Width x No. x Pitch)	mm	14x5x60
Max load of table	kg	300
Vertical working table size (W x L)	mm	220x800
T slot of vertical table (Width x No. x Pitch)	mm	14x2x126
Max longitudinal travel of vertical table: manual/motor	mm	405/395
Max vertical travel of vertical table: manual/motor	mm	390/380
Spindle taper bore of spindle slide		ISO 40(7:24)
Max cross travel of spindle slide	mm	200
Spindle taper bore of vertical milling head		ISO 40(7:24)
Max travel of vertical milling head slide	mm	550
Max swivel of vertical milling head	°	±60°
Distance from horizontal spindle axis to table surface	mm	35~415
Max diameter of cutter applied when employing overarm support	mm	150
Distance from vertical table to guideway	mm	175
Max distance from vertical spindle axis to guideway	mm	660
Distance from spindle end to table surface	mm	65~445
Number and range of spindle speed	r/min	12; 40~1600
Number and range of cross feed of spindle slide	mm/min	12; 8~310
Rapid traverse	mm/min	1000
Rapid traverse motor power	kW	2.2
Rapid traverse motor speed	r/min	1430
Main drive motor power	kW	0.55
Main drive motor speed	r/min	1400
Coolant pump motor power	kW	0.125
Coolant pump motor speed	r/min	2860
Overall dimensions (L x W x H)	mm	985x1195x1630
Net weight	kg	1050

ANEXO D - 2
FICHA TÉCNICA DE LA ESMERILADORA DOBLE GSM 200



Datos técnicos

Esmeriladora doble		GSM 175 Professional	GSM 200 Professional	GSM 200 D Professional
Nº de artículo		0 601 277 0..	0 601 277 1..	0 601 277 2..
Potencia absorbida nominal P_1	W	500	700	550
Potencia útil P_2	W	360	500	400
Modo de operación *		S2 (60 min)	S2 (60 min)	S2 (60 min)
Revoluciones en vacío	min^{-1}	2840	2800	2840
Rosca del husillo		M 10	M 10	M 10
Discos de amolar				
- Diámetro	mm	175	200	200
- Ancho	mm	25	25	25
- Diámetro del orificio	mm	32	32	32
- Grano		36/60	36/60	36/60
Peso según EPTA-Procedure 01/2003	kg	14,3	16,2	15,6
Clase de protección		⊕/I	⊕/I	⊕/I

Estos datos son válidos para tensiones nominales de [U] 230/240 V. Los valores pueden variar si la tensión fuese inferior, y en las ejecuciones específicas para ciertos países.

Preste atención al nº de artículo en la placa de características de su aparato, ya que las denominaciones comerciales de algunos aparatos pueden variar.

* El modo de operación S2 (60 min) caracteriza un régimen de tiempo reducido con un tiempo de funcionamiento máximo de 60 min. Transcurrido este tiempo desconecte la herramienta eléctrica y espere a que se enfríe.

ANEXO D - 3
FICHA TÉCNICA DEL TALADRO DE COLUMNA
MARCA IBARMIA MODELO A 50



Características		A-40	A-50
Capacidad máxima de taladrado en acero de 50/60 Kg	ø mm	40	50
Capacidad máxima de taladrado en fundición 200 HB	ø mm	50	60
Capacidad máxima de roscado en acero de 50/60 Kg	mm	M 33	M 36
Capacidad máxima de roscado en fundición 200 HB	mm	M 40	M 42
Cono Morse	Nº	4	
Recorrido del husillo (profundidad de taladrado)	mm	200	230
Potencia del motor	CV(Kw)	3 (2,2)	4 (3)
Potencia del motor de refrigeración	CV(Kw)	0,10 (0,07)	
Transmisión		Engranajes	
Nº de velocidades		9	
Gama de velocidades motor 1500 rpm 50 Hz Tri.	rpm	61-85-123	54-75-109
Bajo demanda:		191-269-390	169-237-344
Motor 1800 rpm 60 Hz Tri.		574-806-1169	507-712-1032
Avance		Automático mecánico	
Nº de avances automáticos		4	
Gama de avances automáticos	mm/rev	0,1-0,2-0,3-0,4	
Dimensiones mesa (LxA)	mm	550x550	
Diámetro de la columna	mm	175	200
Distancia del centro husillo a la columna	mm	360	400
Peso neto aprox.	Kg	610	710
Peso bruto con embalaje	Kg	695	795
Dimensiones con embalaje (largo x ancho x alto)	m	2,5x0,6x1,2	2,6x0,6x1,2
Equipamiento de serie		Accesorios opcionales (*)	

ANEXO D - 4
FICHA TECNICA DEL TALADRO DE COLUMNA
MARCA IBARMIA MODELO EZS-18



Características	EKS-18	EKM-18	EKL-18	EKS-25	EKM-25	EKL-25
Capacidad máxima de taladrado en acero de 50/60 Kg Ø mm	18	18	18	25	25	25
Capacidad máxima de roscado en acero de 50/60 Kg mm	M14			M18		
Cono Morse	Nº			3		
Recorrido del husillo (profundidad de taladrado)	mm			120		
Potencia del motor	CV(Kw)			0,68 - 1,4 (0,51 - 1,05)		
Transmisión	Correas					
Nº de velocidades	10					
Gama de velocidades	motor 750/1500 rpm 50 Hz Tri. rpm			245 - 4100		
	Bajo demanda:			295 - 4800		
	Motor 900/1800 rpm 60 Hz Tri.			295 - 4800		
Avance	Manual					
Dimensiones mesa (LxA)	mm	270 x 270	270 x 300	270 x 300	270 x 270	270 x 300
Diámetro de la columna	mm	Ø 100				
Distancia del centro husillo a la columna	mm	250				
Peso neto aprox.	Kg	190	230	250	190	230
Peso bruto con embalaje	Kg	200	250	315	200	250
Dimensiones con embalaje (largo x ancho x alto)	m	1,36x0,57x0,7	1,84x0,57x0,7	2,10x0,57x0,8	1,36x0,57x0,7	1,84x0,57x0,7
				2,10x0,57x0,8		

ANEXO D - 5
FICHA TECNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA TORNO UNIVERSAL
MARCA REXON C0632A



Technical Specifications of C0632A, C0636A Gear head Precision Speed Bench Lathe

Model	C0632A	C0636A
Max. swing over bed	Φ13" (330mm)	Φ14" (360mm)
Max. swing in gap	Φ18 ³ / ₄ " (476mm)	Φ19 ⁷ / ₈ " (506)
Max. swing over slide	Φ71/4" (185mm)	Φ81/2" (185mm)
Bed width	73/8" (187mm)	
Max. Length of workpiece	750mm (30") ; 1000mm (40")	
Spindle nose	D ₁ -4 (DIN55029)	
Spindle bore	Φ38mm (Φ1-1/2")	
Spindle taper	MT-5	
Spindle speed steps	8 steps	
Spindle speed scope	70~2000rpm	
Whitworth thread	3 ¹ / ₂ ~80TPI /36kinds	
Metric thread	0.45~10mm /27kinds	
Diametric thread	7~160DP /32kinds	
Module thread	0.25~5M.P /20kinds	
Longitudinal feed range	0.067~1.019mm/r (0.0026~0.040in/r)	
Cross feed range	0.018~0.275mm/r (0.0009~0.0138in/r)	
Max. travel of tailstock quill	3 ⁵ / ₈ "(95mm)	
Taper hole of tailstock	MT-3	
Electric motor	2HP(1.5kW)110v or 220v(1ph) 220v or 380v(3phase)	
Net weight/Gross weight	495kg / 595kg	510kg / 610kg

ANEXO D - 6
FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA TORNO UNIVERSAL
PARALELO MARCA ARIES MODELO CS6250B2000

Ficha Técnica: CS6250B2000	
Volteo sobre la bancada	20°
Volteo sobre el carro transversal	12°
Volteo sobre el escote	28°
Largo del escote	9"
Distancia entre puntos	80" (Opcional 60")
Ancho de bancada	15-3/8" (390 mm)
Velocidades (24)	9-1600 rpm
Paso de barra	3.3"
Roscas Métricas (48)	0.5-224 mm
Roscas estándar (48)	1/8-72 TPI
Diametrales (45)	56-1/4 DP
Modulares (42)	0.5-112 MP
Contrapunto	MT5
Carrera del contrapunto	6"
Motor principal	10 H.P. 220V. 3 fases
Dimensiones	3630 x 1000 x 1270 mm
Peso neto/bruto	2500/2880 kg



ANEXO D - 7
FICHA TECNICA DE LA AMOLADORA RECTA BOSH GGS 28 LC



Amoladora recta

GGs 28 LC

Manejo perfecto para trabajos exigentes de lijado

Datos técnicos

Velocidad de giro en vacío	30.000 r. p. m.
Portaherramientas	Pinzas de sujeción hasta 8 mm Ø
Potencia absorbida	650 W
Potencia útil	380 W
Ø del cuello del husillo	43 mm
Peso	1,6 kg
Longitud	375 mm
Altura	75 mm
Ø máx. de pinza de sujeción	8 mm
Ø máx. de muela abrasiva	50 mm
Cara de la tuerca tensora	19 mm ²
Cara del husillo amolador	13 mm ²
Interruptor	2 posiciones

Información sobre ruido/vibraciones

Lijado de superficies de hasta Ø 50	
Valor de vibraciones generadas ah	14.0 m/s ²
Lijado de superficies de hasta Ø 25	
Valor de vibraciones generadas ah	6.0 m/s ²



ANEXO D - 8
FICHA TECNICA DEL COMPRESOR DE AIRE
QUALITAS WD 30100B BICILÍNDRICO



COMPRESOR QUALITAS 3,0 Hp.

Modelo	: WD30100B
Capacidad de Estanque	: 100 Litros
Presión	: 125 libras
	: 8 bar
Caudal	: 260 Litros / minuto
Potencia motor	: 3,0 Hp.
revoluciones	: 2800 RPM
Voltaje	: 220 Volt
Frecuencia	: 50Hz

Equipamiento

Manómetros
Ruedas
Manilla tipo L

Dimensiones

Largo	: 79 Cms.
Ancho	: 36 Cms.
Alto	: 66 Cms.
Peso	: 88 Kg.
Origen	: RPC.

ANEXO D - 9
FICHA TECNICA DE LA AMOLADORA ANGULAR GWS 26-180 LVI



Amoladora angular

GWS 26-180 LVI

Potencia de 2600 W con una ligereza nunca vista

Los datos más importantes

Potencia absorbida	2.600 W
Velocidad de giro en vacío	8.500 r. p. m.
Ø del disco	180 mm

Datos técnicos

Potencia absorbida	2.600 W
Velocidad de giro en vacío	8.500 r. p. m.
Rosca del husillo portamuela	M 14
Empuñadura principal	Estribo
Ø del disco	180 mm
Cepillo de vaso, Ø	6 mm
Peso	5,5 kg
Interruptor	Tricontrol

Información sobre ruido/vibraciones

Amolado superficial (desbastado)	
Valor de vibraciones generadas ah	6.5 m/s ²
Tolerancia K	1.5 m/s ²
Lijado con hojas lijadoras	
Valor de vibraciones generadas ah	4.0 m/s ²
Tolerancia K	1.5 m/s ²

ANEXO D - 10 FICHA TECNICA DE LA MÁQUINA DE SOLDAR MIG/MAG LINCOLN 255 XT

APPLICATIONS

- ▶ Metal Fabrication
- ▶ Maintenance and Repair
- ▶ Autobody/Farm
- ▶ Light Industrial



ENTRADA MONOFASICA UNICAMENTE

Voltaje/Frecuencia Estándar	Corriente de Entrada a Salida Nominal de 200 Amp	Corriente de Entrada a Salida Nominal de 250 Amp
208/230/60 Hz	*47/44 Amps	*56/52
230/460/575/60 Hz	41/20/16 Amps	50/24/19

*Con el receptáculo 115V cargado a 15A.

SALIDA NOMINAL

Ciclo de Trabajo	Amperes	Voltios en Amperes Nominales
40%	250 Amps	26 Volts
60%	200 Amps	28 Volts
100%	145 Amps	26 Volts

SALIDA

Rango de corriente de soldadura (Continuo)	Voltaje Máximo de Circuito Abierto	Rango de Voltaje de Soldadura
30 - 300 Amps	40 Volts	10-28 Volts

CALIBRES RECOMENDADOS DE CABLE DE ENTRADA Y FUSIBLES

Voltaje de Entrada Frecuencia (Hz)	Tamaño de Fusible o Interruptor (Quemado lento)	Amperes de Entrada especificados en la Placa
208/60	60	56
230/60	60	52
460/60	30	24
575/60	25	19

Calibres de alambre de cobre de 75°C en el conducto AWG (IEC) (Para longitudes de hasta 100 pies)

8 (10 mm²)
10 (6 mm²)
14 (2.5 mm²)
14 (2.5 mm²)

Calibres de alambre de cobre de 75°C en el conducto AWG (IEC) (Para longitudes que exceden 100 pies (30 mts))

6 (16 mm²)
8 (10 mm²)
12 (4 mm²)
12 (4 mm²)

DIMENSIONES FISICAS

Altura	Ancho	Profundidad	Peso
31.79 in 808 mm	18.88 in 480 mm	38.78 in 985 mm	220 lbs 100 kg

RANGO DE VELOCIDAD DE ALAMBRE

Velocidad de alambre 50 - 700 IPM (1.27 - 17.8 m/minuto)

ANEXO D - 11

FICHA TECNICA DE PINTURA BASE ZINCROMATO MAESTRO

BASE ZINCROMATO MAESTRO

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO

Producto formulado con resina alquídica, pigmentos anticorrosivos, libre de plomo.

TIPO

Alquídico.

USOS Y RECOMENDACIONES

Sobre superficies de metal que se deseen recubrir para protección contra la corrosión.

COLOR

Verde.

ACABADO

Mate.

2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SÓLIDOS POR PESO %

70 - 76

DENSIDAD (Kg/Gl)

4.85 - 5.10

VISCOSIDAD

115 - 123 KU a 25 °C, al momento de envasado.

3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

GENERAL

Base Zincromato Maestro proporciona buena adherencia, buen poder de relleno para cubrir las imperfecciones y buena acción anticorrosiva para la protección de metales.

4. DATOS DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie por pintar debe estar seca, libre de polvo, grasa, óxido, pintura mal adherida y todo tipo de contaminantes.

Desaparecer cualquier rastro de óxido mediante el uso de Acondicionador para Metales XI, y un eficiente lijado.

CAPA BASE

De acuerdo al tipo de superficie a recubrir:

Superficies Ferrosas: Se recomienda tratarlas con Base Zincromato Maestro previo a la aplicación del esmalte.

Superficies Galvanizadas y Aluminio: Se recomienda utilizar Wash Primer previo a la aplicación de la Base Zincromato Maestro.

Nota: En cualquier caso, se deberá usar de acuerdo a las instrucciones dadas para cada caso.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo de aplicación: Soplete convencional.

Diluyente: Maestro Thinner Acrílico Automotriz Reforzado AC-350.

Preparación de mezcla

1 volumen de Base Zincromato Maestro.

1 volumen de Diluyente.

Nota: Homogenizar completamente la mezcla del producto y solvente antes de aplicar.

PRECAUCIONES AL APLICAR

No aplique en condiciones de alta humedad o de lluvia inminente en exteriores.

No mezcle este producto con pinturas de otro tipo o marca.

TIEMPO DE SECADO

Tacto (minutos) : 20 - 30

Duro (horas) : 24 horas

Número de manos : 2 - 3

Nota: Depende de las condiciones ambientales de temperatura y humedad.

Espesor recomendado de película húmeda por capa

3 - 4 mils

Espesor recomendado de película seca por capa

1.5 - 2 mils

RENDIMIENTO TEÓRICO

35 m²/Gl.

Los cálculos de rendimiento no incluyen pérdidas por variación del espesor, mezclas inadecuadas, aplicación inadecuada, irregularidades de la superficie o porosidad.

LIMPIEZA DEL EQUIPO

Utilice Maestro Thinner Acrílico Automotriz Reforzado AC-350.

5. MANEJO DEL PRODUCTO

INFLAMABILIDAD

Material inflamable a 34 °C.

ANYPSA

Código: F - 39
Ver. 03 / Rev. 03
Fecha: 02/11/2016



ALMACENAMIENTO

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento por 12 meses, si se almacenan bajo techo en lugares frescos y secos, después de su uso manténgase bien cerrado y fuera del alcance de los niños.

CUIDADOS ESPECIALES

Aplicarse en lugares ventilados, utilice los equipos de seguridad como: guantes, máscara, lentes, ropa adecuada.

6. LIMITACIONES DEL PRODUCTO

No se recomienda para aplicaciones de acabado.

7. PRESENTACIÓN DEL ENVASE

Envase de hojalata de 1 Gl (3,785 L), 1/4 Gl (0,900 L)



8. IMPORTANTE

ADVERTENCIA LEGAL

Todos los datos, información y diseño contenidos en este documento bajo ninguna circunstancia podrán ser alterados. La contra versión a esta advertencia constituirá delito(s) severamente sancionado(s) por las leyes vigentes.

ANEXO D - 12
FICHA TECNICA DE PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO INOX AISI 316



1/2

PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO
INOXIDABLE AISI 304 - 316

Descripción:

Productos planos que se obtienen por laminación de planchones de aceros aleados al Cromo, Niquel con buena resistencia a la corrosión por agua, ácidos y soluciones alcalinas.

Usos:

Los aceros inoxidable de mayor uso son los Austeníticos

AISI	APLICACIONES
304	Tubos = Caldería = Menaje = Industria Alimentaria = Nuclear
316	Industria Textil = Alimentaria Química y Petroquímica

PROPIEDADES MECANICAS

NORMA TECNICA		F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
		Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	
ASTM A-240	AISI 304	21	52	40	JIS 4304 (LAC) / JIS 4305 (LAF)
	AISI 304L	17	49	40	
	AISI 316	21	52	40	
	AISI 316L	17	49	40	

COMPOSICION QUIMICA PROMEDIO (%) MAX

AISI	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
304	0.08	2.00	1.00	0.045	0.03	18.0 / 20.0	8.0 / 10.5	-----
304L	0.03	2.00	1.00	0.045	0.03	18.0 / 20.0	8.0 / 12.0	-----
316	0.08	2.00	1.00	0.045	0.03	16.0 / 18.0	10.0 / 14.0	2.0 / 3.0
316L	0.03	2.00	1.00	0.045	0.03	16.0 / 18.0	10.0 / 14.0	2.0 / 3.0

ACABADO SUPERFICIAL

ACABADO	DESCRIPCION
Nº 1	Laminado en caliente, recocido y decapado
2D	Laminado en frío, recocido y decapado (Acabado mate)
2B	Laminado en frío, recocido, decapado, un ligero Pase de Laminación o Skin Pass (Acabado brillante)
BA	Laminado en frío, recocido en atmósfera controlada



DIMENSIONES STANDARD Y PESOS

SISTEMA METRICO (mms)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEORICO kg/pl	SISTEMA INGLES Espesor Equiv. (pulg)
3.0 x 1500 x 6000	0.32/0.32	211.95	1/8''
4.5 x 1500 x 6000	0.50 / 0.50	317.93	3/16''
6.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	423.90	1/4''
8.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	565.20	5/16''
8.0 x 2400 x 6000	0.8 / 0.3	904.32	5/16''
9.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	635.85	3/8''
9.0 x 2400 x 6000	0.8 / 0.3	1,017.36	3/8''
12.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	847.80	1/2''
12.0 x 2400 x 6000	0.9 / 0.3	1,356.48	1/2''
16.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	1,130.40	5/8''
16.0 x 2400 x 6000	0.9 / 0.3	1,808.64	5/8''
20.0 x 1500 x 6000	0.8 / 0.3	1,413.00	3/4''
20.0 x 2400 x 6000	1.0 / 0.3	2,260.80	3/4''
25.0 x 1500 x 6000	1.0 / 0.3	1,766.25	1''
25.0 x 2400 x 6000	1.2 / 0.3	2,826.00	1''
32.0 x 1500 x 6000	1.3 / 0.3	2,260.80	1 1/4''
32.0 x 2400 x 6000	1.5 / 0.3	3,617.28	1 1/4''
38.0 x 1500 x 6000	1.5 / 0.3	2,684.70	1 1/2''
38.0 x 2400 x 6000	1.7 / 0.3	4,295.52	1 1/2''
50.0 x 1500 x 6000	1.8 / 0.3	3,532.50	2''
50.0 x 2400 x 6000	2.0 / 0.3	5,652.00	2''
63.0 x 1500 x 6000	2.3 / 0.3	4,450.95	2 1/2''
63.0 x 2400 x 6000	2.8 / 0.3	7,121.52	2 1/2''
75.0 x 1500 x 6000	2.5 / 0.3	5,298.75	3''
75.0 x 2400 x 6000	3.0 / 0.3	8,478.00	3''
100.0 x 1500 x 6000	3.3 / 0.3	7,065.00	4''
100.0 x 2400 x 6000	3.8 / 0.3	11,304.00	4''

NOTA.- También disponibles Planchas en formatos:

* 1200 x 2400 * 2455 x 6000 * 3000 x 6000

Tolerancia según ASTM-A6



ANEXO D - 13
FICHA TECNICA PLANCHAS GRUESAS LAC DE ACERO A36



DENOMINACIÓN:
PGLAC A1011 TB, PGLAC A36.

DESCRIPCIÓN Y USO:
Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores mayores que 4.75 mm, destinadas para la construcción de silos, plataformas, embarcaciones, equipamiento pesado, carrocerías, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Comercial	ASTM A1011 Tipo B
Estructural	ASTM A36

DIMENSIONES NOMINALES:

PGLAC A1011 Tipo B (mm)	PGLAC A36 (mm)	
5.9 x 1,200 x 2,400	6.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 1,500 x 6,000
	8.0 x 1,200 x 2,400	25.0 x 2,400 x 6,000
	8.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 3,000 x 6,000
	8.0 x 2,400 x 6,000	32.0 x 1,500 x 6,000
	8.0 x 3,000 x 6,000	32.0 x 2,400 x 6,000
	9.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 3,000 x 6,000
	9.0 x 1,500 x 6,000	38.0 x 1,500 x 6,000
	9.0 x 2,400 x 6,000	38.0 x 2,400 x 6,000
	9.0 x 3,000 x 6,000	38.0 x 3,000 x 6,000
	12.0 x 1,200 x 2,400	50.0 x 1,500 x 6,000
	12.0 x 1,500 x 6,000	50.0 x 2,400 x 6,000
	12.0 x 2,400 x 6,000	50.0 x 3,000 x 6,000
	12.0 x 3,000 x 6,000	
	16.0 x 1,500 x 6,000	
	16.0 x 2,400 x 6,000	
	16.0 x 3,000 x 6,000	
	19.0 x 1,500 x 6,000	
	19.0 x 2,400 x 6,000	
	19.0 x 3,000 x 6,000	

Previa consulta y a pedido también se suministra en otras longitudes.

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%)

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	%P MÁX.	%S MÁX.	%SI MÁX.
A1011 TIPO B	0.02 - 0.15	0.60	0.030	0.035	---
A36	0.25 máx	0.8 - 1.20 (e > 3/4")	0.040	0.050	0.40

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA ASTM	LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%) en 50 mm	DOBLADO
Comercial	A1011 TB	2,110 - 3,510 (*)	---	25 min (*)	a 180° (sobre sí mismo)
Estructural	A36	2,530 min.	4080-5610	20 min.	a 180° (opcional) Diámetro Pin = 3e Sentido Laminación

(*) Referencial

TOLERANCIAS DIMENSIONALES: Según JIS G3193 Simplificado

ESPESOR NOMINAL (mm)	TOLERANCIAS (mm)				
	Espesor	Aplanado	Ancho	Longitud	Camber
5.9	± 0.50	14	+15	+25	5mm/m
6	± 0.50	13			
8.0, 9.0	± 0.55	13	-0	-0	máx
12.0	± 0.55	12			
16.0, 19.0	± 0.65	12			
25.0, 32.0, 38.0	± 0.70	9			
50.0	± 0.80	8			

ANEXO D - 14
FICHA TÉCNICA DE BARRA REDONDA LISA SAE 1045

Barras Redondas Lisas y Pulidas

CALIDADES: ASTM A36 Y SAE1045

DENOMINACIONES:
REDO LISO A36; REDO LISO SAE1045
REDO PULI A36; REDO PULI SAE1045

DESCRIPCIÓN:
Producto laminado en caliente de sección circular, de superficie lisa y pulida (según requerimiento).

USOS:

CALIDAD	USOS
ASTM A36	Estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, cercas, Barras de transferencia para pavimento rígido, etc.
SAE 1045	Fernos y tuercas por realcabo en caliente o mecanizado, ejes, pines, pasadores, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

- ASTM A36 / A36M
- SAE J403
- ISO 1035 / 4

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

- Barras de diámetros \leq a 1": ISO 1035/4
- Barras de diámetros $>$ a 1": ASTM A6

PRESENTACIÓN:

- Se produce en longitudes de 6 metros. (*)
- Las barras de diámetros mayores a 1", son suministradas en estado laminado en caliente y posteriormente pulidas.
- Se suministra en paquetones de 2 TM.
- La calidad 1045 se identifica con los colores blanco o blanco y negro.
- La calidad A36 se identifica con los colores verde o verde y negro.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DIÁMETRO NOMINAL (pulg)	PESO MÉTRICO Kg/m	PESO DE LA BARRA Kg/6m
3/8	0.559	3.350
1/2	0.994	5.966
5/8	1.554	9.323
3/4	2.237	13.425
7/8	3.045	18.272
1	3.978	23.866
1 1/8	5.034	30.205
1 1/4	6.215	37.291
1 3/8	7.520	45.122
1 1/2	8.990	53.698
1 3/4	12.182	73.090
2	15.911	95.464
2 1/4	20.137	120.822
2 1/2	24.860	149.162

(*) También se produce en otras longitudes a pedido del cliente

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

NORMA	%C	%Mn	%Si	%P	%S
ASTM A36	0.26 máx.	0.00 - 0.90 ⁽¹⁾	0.40 máx.	0.04 máx.	0.05 máx.
SAE 1045	0.43 - 0.50	0.60 - 0.90	0.15 - 0.25 ⁽²⁾	0.030 máx.	0.050 máx.

(1) Para diámetros mayores que 3/4"
(2) Las barras con norma SAE 1045 contienen silicio a partir de 1 1/8"

PROPIEDADES MECÁNICAS:

NORMA	LÍMITE DE FLUENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)	ALARGAMIENTO EN 200 mm, mín (%)
ASTM A36	2,530	4,080 - 5,620	20.0
SAE 1045 ^(*)	4,000 - 5,500	6,700 - 8,200	12.0

(*) Valores Típicos

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:
Barras de diámetro $>$ 1"

NORMA TÉCNICA	DIÁMETRO NOMINAL (d)	DIÁMETRO (d - mm)	OVALIZACIÓN (o - mm) máx.	DESVIACIÓN DE MÁXIMA DE RECTITUD (f - mm/m)	LONGITUD (L - mm) (*)
ASTM A6	1" \leq d \leq 1 1/8"	± 0.25	0.38	4.16	+50 -0
	1 1/8" \leq d \leq 1 1/4"	± 0.28	0.41		
	1 1/4" \leq d \leq 1 3/8"	± 0.30	0.46		
	1 3/8" \leq d \leq 1 1/2"	± 0.36	0.53		
	1 1/2" \leq d \leq 2"	± 0.40	0.58		
	2" \leq d \leq 2 1/2"	± 0.79	0.58		

Barras de diámetro \leq 1"

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	NORMA TÉCNICA ISO 1035/4	GRÁFICOS
Dimensión Nominal (d)	± 0.4 mm ± 0.5 mm ± 0.6 mm	
Ovalización (o)	0.60 mm máx. 0.75 mm máx. 0.90 mm máx.	
Longitud de Barra (L)	0 / + 50 mm	
Desviación Máxima de Rectitud (f)	4.0 mm/m máx.	

QCQA01-F106 / 01 / NOV 15 - QCQA01-F134 / 01 / NOV 15

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification

LIMA: Av. Antonio Miró Quesada N° 425, Piso 17, Magdalena del Mar (Ex Juan de Aliaga), Lima 17-Perú. Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibañez 111, Pque. Industrial. Arequipa-Perú. Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax (51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km 240. Ica-Perú. Tlf. (51)(56) 58-0830 / Fax (51)(56) 58-0858.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:

**ACEROS
AREQUIPA**

ANEXO D - 15
FICHA TECNICA DE ANGULOS ESTRUCTURALES ASTM A36

Angulos Estructurales



DIMENSIONES		DIMENSIONES	
Sistema Inglés (pulgadas)		Sistema métrico (mm)	
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	20 x 20 x 2.0	
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	20 x 20 x 2.5	
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	20 x 20 x 3.0	
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	25 x 25 x 2.0	
1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	3 x 3 x 1/4	25 x 25 x 2.5	
1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	3 x 3 x 5/16	25 x 25 x 3.0	
1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	3 x 3 x 3/8	25 x 25 x 4.5	
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 1/2	25 x 25 x 6.0	
2 x 2 x 3/16	4 x 4 x 1/4	30 x 30 x 2.0	
2 x 2 x 1/4	4 x 4 x 5/16	30 x 30 x 2.5	
2 x 2 x 5/16	4 x 4 x 3/8	30 x 30 x 3.0	
2 x 2 x 3/8	4 x 4 x 1/2	30 x 30 x 4.5	
		30 x 30 x 6.0	

USOS:
Estructuras metálicas de todo tipo: plantas industriales, almacenes, techado de grandes luces, industria naval, carrocerías y torres de transmisión, construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventana, rejas de protección, muebles, mesas, sillas, etc.

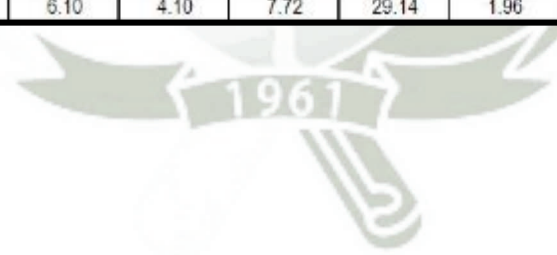
PROPIEDADES MECÁNICAS:
 Limite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm².
 Resistencia a la Tracción = 4,060 - 5,620 kg/cm² (*)
 Alargamiento en 200 mm
 Espesores:
 2.0mm, 2.5mm, 3.0mm,
 3/32" y 1/8" = 12.5 % mínimo
 4.5 mm = 14.5 % mínimo
 3/16" = 15.0 % mínimo
 6.0 mm = 17.0 % mínimo
 1/4" = 17.5 % mínimo
 5/16", 3/8" y 1/2 = 20.0 % mínimo
 Soldabilidad = Buena.

(*) Para espesores de 2.0 y 2.5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3600 kg/cm².

NORMAS TÉCNICAS:
 Sistema Inglés: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M
 Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6 M
 Sistema Métrico: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M
 Tolerancias Dimensionales: ISO 657/ V

PRESENTACIÓN:
 Se produce en longitudes de 6 metros.
 Se suministra en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES	PESO	ÁREA	PROPIEDADES						
			EJE X-X y EJE Y-Y						EJE Z-Z
			I	r	S	X	r.mln		
Pulg	mm	Kg/m	Lb/Pie	cm ²	cm ⁴	cm	cm ²	cm	cm
1 1/2 x 1/4	38.1 x 6.3	3.48	2.34	4.47	5.83	1.14	2.20	1.19	0.74
1 1/2 x 5/16	38.1 x 7.9	4.26	2.86	5.40	6.66	1.12	2.62	1.24	0.74
1 1/2 x 3/8	38.1 x 9.5	5.01	3.36	6.34	7.91	1.12	3.11	1.30	0.74
2 x 1/8	50.8 x 3.2	2.46	1.65	3.15	7.91	1.60	2.13	1.40	1.02
2 x 3/16	50.8 x 4.8	3.63	2.44	4.65	11.45	1.57	3.11	1.45	1.02
2 x 1/4	50.8 x 6.3	4.75	3.19	6.09	14.57	1.55	4.10	1.50	0.99
2 x 5/16	50.8 x 7.9	5.83	3.92	7.40	17.46	1.52	4.92	1.55	0.99
2 x 3/8	50.8 x 9.5	6.99	4.70	8.75	19.98	1.50	5.74	1.63	0.99
2 1/2 x 3/16	63.5 x 4.8	4.61	3.09	5.87	22.89	1.98	4.92	1.75	1.24
2 1/2 x 1/4	63.5 x 6.3	6.10	4.10	7.72	29.14	1.96	6.39	1.83	1.24



ANEXO D - 16

FICHA TECNICA VARILLA CIRCULAR DE ACERO INOXIDABLE 303

BARRA REDONDA

AISI 303 - 304 - 304L - 310 - 316 - 316L - 321
420 (DIN 14021 - 14028 - 14034)
430 - 430F - 431

Materiales de fácil mecanización.

Tratamiento térmico:

- Recocido
- Templado (sólo AISI 420 y 431)

VARILLA

Acabado: Calibrada.
Tolerancia: h9.
Longitud: 3 m.



Diámetros mm	Peso Kg/ml
1,5	0,01
2,0	0,02
2,5	0,03
3,0	0,05
3,5	0,07
4,0	0,09
4,5	0,12
5,0	0,15
5,5	0,18

Diámetros mm	Peso Kg/m
6,0	0,22
6,5	0,26
7,0	0,30
7,5	0,34
8,0	0,39
8,5	0,44
9,0	0,49
9,5	0,55
10,0	0,61

Diámetros mm	Peso Kg/m
11	0,74
12	0,88
13	1,04
14	1,20
15	1,38
16	1,57
18	1,99
19	2,22

FICHA TÉCNICA MECAMAX

ASTM - AISI	EN 10.088
303	1.4305

CARACTERÍSTICAS

Acero Inoxidable Austenítico de alta maquinabilidad. Presenta una buena resistencia a la corrosión en medios generales. No es aconsejable su uso en medios químicos agresivos, soldadura ó deformaciones en frío severas. Es utilizado para la producción de componentes en máquinas de alta velocidad de mecanizado, donde el aumento de la vida de la herramienta, incremento de la velocidad, mejora del acabado superficial y precisión de las tolerancias sean esenciales. Se aplica en tornillería, conectores, grifería y piezas de decoletaje.

ANÁLISIS QUÍMICO

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Ti
0,1	1	2	0,045	0,15 0,35	17 19	8 10		0,1	0,60	



TORNEADO DESBASTE					
Velocidad de corte m/min			Profundidad de corte mm.	Avance mm/rev	Tipo de plaqueta
Mínimo	Óptimo	Máximo			
209	360/450	470	3.0/5.0	0.3/0.5	NL25/NL92

TORNEADO ACABADO					
Velocidad de corte m/min			Profundidad de corte mm.	Avance mm/rev	Tipo de plaqueta
Mínimo	Óptimo	Máximo			
400	500/600	630	0.6/1.0	0.15/0.25	NL25/NL92

Condiciones de corte calculadas para una vida de herramienta de 30 minutos.

Nota: Los valores máximos y mínimos indicados permiten seleccionar las condiciones de corte adecuadas a las características particulares de máquina, ajuste, pieza etc.



ANEXO D - 17
FICHA TECNICA DE PLATINAS CALIDAD ASTM A36

Platinas

CALIDAD: ASTM A36

DENOMINACIÓN:
PLAT A36.

DESCRIPCIÓN:
Producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular. Tiene las superficies lisas.

USOS:
En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas y otros.

NORMAS TÉCNICAS:
• Propiedades Mecánicas: ASTM A36/A36M
• Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en paquetes de 2 TM, formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	kg/m	Kg/6m
1/8" x 1/2" x 6 m	0.32	1.92
1/8" x 5/8" x 6 m	0.39	2.34
1/8" x 3/4" x 6 m	0.48	2.88
1/8" x 1" x 6 m	0.64	3.84
1/8" x 1 1/4" x 6 m	0.80	4.80
1/8" x 1 1/2" x 6 m	0.95	5.70
1/8" x 2" x 6 m	1.27	7.62
3/16" x 1/2" x 6 m	0.48	2.88
3/16" x 5/8" x 6 m	0.61	3.66
3/16" x 3/4" x 6 m	0.74	4.44
3/16" x 1" x 6 m	0.98	5.88
3/16" x 1 1/4" x 6 m	1.18	7.08
3/16" x 1 1/2" x 6 m	1.42	8.52
3/16" x 2" x 6 m	1.90	11.40
3/16" x 2 1/4" x 6 m	2.14	12.84
3/16" x 2 1/2" x 6 m	2.37	14.22
3/16" x 3" x 6 m	2.85	17.10
1/4" x 1/2" x 6 m	0.64	3.84
1/4" x 5/8" x 6 m	0.80	4.80
1/4" x 3/4" x 6 m	0.95	5.70
1/4" x 1" x 6 m	1.28	7.68
1/4" x 1 1/4" x 6 m	1.58	9.48
1/4" x 1 1/2" x 6 m	1.90	11.40
1/4" x 2" x 6 m	2.53	15.18
1/4" x 2 1/2" x 6 m	3.16	18.96
1/4" x 3" x 6 m	3.80	22.80
1/4" x 4" x 6 m	5.06	30.36
3/8" x 1" x 6 m	1.92	11.52
3/8" x 1 1/4" x 6 m	2.38	14.28
3/8" x 1 1/2" x 6 m	2.85	17.10
3/8" x 2" x 6 m	3.80	22.80
3/8" x 2 1/2" x 6 m	4.74	28.44
3/8" x 3" x 6 m	5.70	34.20
3/8" x 4" x 6 m	7.60	45.60

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	kg/m	Kg/6m
1/2" x 1" x 6 m	2.54	15.24
1/2" x 1 1/2" x 6 m	3.79	22.74
1/2" x 2" x 6 m	5.06	30.36
1/2" x 2 1/2" x 6 m	6.33	37.98
1/2" x 3" x 6 m	7.60	45.60
1/2" x 4" x 6 m	10.13	60.78
3/8" x 2 1/2" x 6 m	7.91	47.46
3/8" x 3" x 6 m	8.50	51.00
5/8" x 4" x 6 m	12.66	75.96
3/4" x 4" x 6 m	15.19	91.14
1" x 3" x 6 m	15.19	91.14
1" x 4" x 6 m	20.26	121.56

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

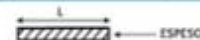
NORMA	%C máx	%Si máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M	0.26	0.40	0.04	0.05

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm:
 - 1/8" y 3/16" = 15.0% mínimo.
 - 1/4" = 17.5% mínimo.
 - 5/16", 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20.0% mínimo.
- Doblado a 180° = Bueno.
- Soldabilidad = Buena.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

DIMENSIÓN NOMINAL b (pulg)	ANCHO b (mm)	TOLERANCIAS (mm)			DESVIACIÓN MÁX. DE RECTITUD (mm/m)	LARGITUD (mm)
		ESPAZOR	ESPAZOR	ESPAZOR		
b < 2"	±0.8	±0.4	±0.8	4.0	+50 -0	
2" < b < 3"	±1.2					
3" < b < 4"	±1.5	±0.5	±1.0			
b ≥ 4"	±2.0					



QCQ001-F104 / 02 / FEB 14



LIMA: Av. Antonio Miró Quesada N° 425, Piso 17, Magdalena del Mar (Ex Juan de Alajaja), Lima 17-Perú. Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059.
 AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pqwe Industrial, Arequipa-Perú. Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax (51)(54) 21-9796.
 PISCO: Panamericana Sur Km 240, Ica-Perú. Tlf. (51)(56) 58-0830 / Fax (51)(56) 58-0858.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en



ANEXO D - 18
FICHA TECNICA DE CAUCHO NITRILO

PROPIEDADES		UNIDADES	NORMA	VALORES
COLOR				NEGRO
PESO ESPECÍFICO		g/cm ³		1,21
DUREZA DE INDENTACIÓN		Shore A	ASTM D2240	70
CARGA DE ROTURA		Mpa	ASTM D412	12,0
ALARGAMIENTO A LA ROTURA		%	ASTM D412	250
DESGARRO		N/mm	ASTM D624 Die C	25
TEMPERATURA DE TRABAJO		°C		-30/140
ENVEJECIMIENTO TÉRMICO POR AIRE CALIENTE A 100°C 70 HORAS			ASTM D573	Inc. Dur. Sh A:5 Inc. Carga: -15 % Inc. Alarg.: -25%
DEFORMACIÓN PERMANENTE A 100°C 22 HORAS			ASTM D395 Método B	Def. Max.: 15%
RESISTENCIA A DISOLVENTES 100°C 70 HORAS	ACEITE ASTM N°5		ASTM D471	Inc. Volumen: 5%
	ACEITE IRM 903			Inc. Volumen: 12%
RESISTENCIA QUÍMICA	OZONO			MODERADA
	ÁCIDOS Y BASES DILUIDOS			EXCELENTE
	ÁCIDOS Y BASES CONCENTRADOS			BUENA
	HIDROCARBUROS			EXCELENTE
	DISOLVENTES ORGÁNICOS			BUENA

ANEXO D - 19 FICHA TECNICA PLACA DE PE-UHWM

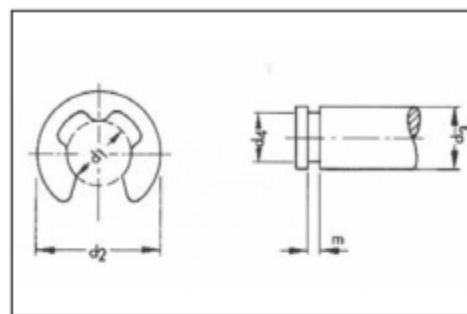
PLANCHAS DE PE-UHWM

Espesor en mm	6	8	10	12	15	20
Ancho en mm	1020	1020	1020	1020	1020	1020
Largo en mm	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Color	Natural					

POLIETILENO DE ULTRA ALTO PESO MOLECULAR				PE UHMW
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C				VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	0.93
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTUR ES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-638	53455	200 / -
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-695	53454	45 / 80
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-790	53452	-
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-256	53453	NO ROMPE
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53455	> 350
DUREZA	Shore D	D-638	53457	6000
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-2240	53505	61 - 64
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.20 - 0.25
RES. AL DESGASTE POR ROCE		D-1894		0.15 - 0.20
				MUY BUENA
PROPIEDADES TERMICAS				VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	D-696	52752	0.54
TEMP. DE FLEX. B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	46
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			-30 a 80
TEMP. DE FUSION	°C			130
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 1	por °C	D-177	52612	0.0002
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C			0.36
PROPIEDADES ELECTRICAS				VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	2.3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	2.3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	2.3
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	< 0.01
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	> 10 a la 15
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	> 10 a la 14
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		45
PROPIEDADES QUIMICAS			OBSERVACIONES	
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS			REGULAR	
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE			REGULAR	
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE			BUENA	
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS			CONSULTAR	
EFECTO DE LOS RAYOS SOLARES			LO AFECTAN	
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS			SI	
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION			ARDE FACILMENTE	
PROPAGACION DE LLAMA			MANTIENE LA LLAMA	
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO			FUNDE GOTEA Y SE DESCOMPONE	

ANEXO D - 20
FICHA TECNICA DE ANILLO DE SEGURIDAD RADIALES
PARA EJES SEGÚN NORMA DIN 6799

ANILLOS DE SEGURIDAD



\varnothing d1=ranura de árbol d4 mm	Campo del \varnothing del árbol d3 mm	d2 tendido mm	m mm	Art. N°	U/E
1,2	1,4 - 2,0	3,0	0,34	0490 12	100/300
1,5	2,0 - 2,5	4,0	0,44	0490 15	
1,9	2,5 - 3,0	4,5	0,54	0490 19	
2,3	3,0 - 4,0	6,0	0,64	0490 23	
3,2	4,0 - 5,0	7,0	0,64	0490 32	
4,0	5,0 - 7,0	9,0	0,74	0490 40	
5,0	6,0 - 8,0	11,0	0,74	0490 50	
6,0	7,0 - 9,0	12,0	0,74	0490 60	
7,0	8,0 - 11,0	14,0	0,94	0490 70	
8,0	9,0 - 12,0	16,0	1,05	0490 80	
9,0	10,0 - 15,0	18,5	1,15	0490 90	50
10,0	11,0 - 15,0	20,0	1,25	0490 100	
12,0	13,0 - 18,0	23,0	1,35	0490 120	25
15,0	16,0 - 24,0	29,0	1,55	0490 150	50
19,0	20,0 - 31,0	37,0	1,80	0490 190	
24,0	25,0 - 38,0	44,0	2,05	0490 240	



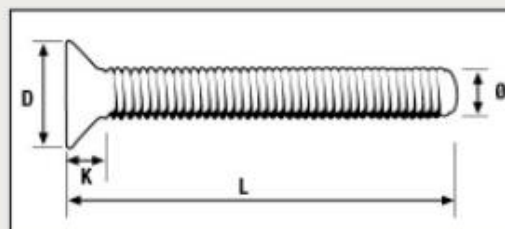
ANEXO D - 21
FICHA TECNICA DE LOS TORNILLOS ROSCA METRICA
DE CABEZA AVELLANADA DIN 7991

TORNILLO ALLEN AVELLANADO DIN 7991

CARACTERÍSTICAS:

Tornillo rosca métrica cabeza avellanada huella Allen DIN 7991, disponible en acero inoxidable A2 y acero pavonado calidad 10.9.

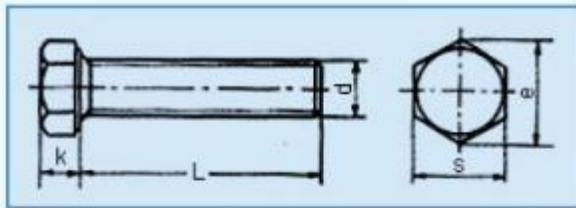
REF. PAVONADO	REF. INOX A2	MEDIDA (mm)			MEDIDA LLAVE	PASO DE ROSCA	
		Ø	L	D			K
15948			8				
159410			10				
159412			12				
159416	05909416	M-4	16	8	2,3	2,5	0,7
159420	05909420		20				
159425			25				
159430	05909430		30				
159435			35				
159440			40				
159510	05909510						
159516	05909516	M-5	16	10	2,8	3	0,8
159520	05909520		20				
159530			30				
159550			50				
159610			10				
159616	05909616		16				
159620	05909620	M-6	20	12	3,3	4	1
159630	05909630		30				
159640	05909640		40				
159650	05909650		50				
159660			60				
159816			16				
159820	05909820	M-8	20	16	4,4	5	1,25
159830	05909830		30				
159840	05909840		40				
159850	05909850		50				
159860	05909860		60				
1591020			20				
1591030		30					
1591040	059091040	M-10	40	20	5,5	6	1,15
1591050	059091050		50				
1591060	059091060		60				
1591070			70				
1591225			25				
1591235		35					
1591240		M-12	40	24	6,5	8	1,75
1591250	059091250		50				
1591260	059091260		60				



ANEXO D - 22
FICHA TECNICA DE LOS TORNILLOS DE ROSCA METRICA
DE CABEZA HEXAGONAL DIN 933

MARCAS DE CLASES RESISTENCIA PERNOS DE ACERO (EN MILÍMETROS)

CLASES DE RESISTENCIA Y MARCAS SODIPER	ESPECIFICACIÓN	MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	CARGA DE PRUEBA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	DUREZAS	
				PSI	KG/mm ²	MIN	MÁX		
 CLASE DE RESISTENCIA 5.8	ISO 898 PARTE 1	ACERO DE BAJO O MEDIANO CARBONO	DESDE M6 HASTA M38	54.000	71.000	38	50	B82	B99.5
 CLASE DE RESISTENCIA 8.8	ISO 898 PARTE 1	ACERO DE MEDIO CARBONO TEMPLADO Y REVENIDO	M6 HASTA M16	71.000	114.000	58	80	C22	C32
			SOBRE M16 HASTA M38	85.000	114.000	60	80	C23	C39
 CLASE DE RESISTENCIA 10.9	ISO 898 PARTE 1	ACERO ALEADO TEMPLADO Y REVENIDO	DESDE M6 HASTA M38	118.000	143.000	83	100	C32	C39



**HEXAGON HEAD
SCREWS**

8.8, 10.9, 12.9

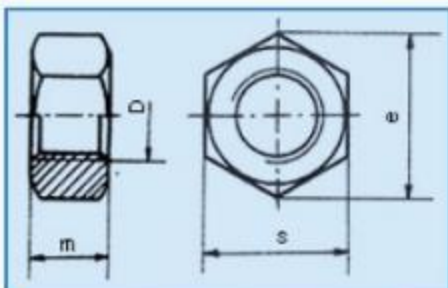
DIN933

STRENGTH GRADE

mm

Thread size	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14
Pitch	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2
k	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8
e	Grade A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	24.49
	Grade B	-	8.63	10.89	14.2	18.72	23.91
S	7	8	10	13	17	19	22
L	8-40	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	25-80
Thread size	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Pitch	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5
k	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7
e	Grade A	26.75	30.14	33.53	35.72	35.98	50.85
	Grade B	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	50.85
S	24	27	30	32	36	41	46
L	30-100	30-100	40-100	50-100	50-100	60-100	70-100

ANEXO D - 23
FICHA TECNICA DE LAS TUERCAS DE ROSCA METRICA
DE CABEZA HEXAGONAL DIN 934



HEXAGON NUTS **DIN934**

Thread size	M2	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
Pitch	0.4	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2
m	1.6	2.4	3.2	4	5	6.5	8	10	13
e	4.32	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	16.75
s	4	5.5	7	8	10	13	17	19	24
Thread size	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M48		
Pitch	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5		
m	16	19	24	29	34	38	45		
e	32.95	39.55	50.85	60.79	71.3	82.6	93.56		
s	30	36	46	55	65	75	85		

