

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



MAESTRÍA EN MECÁNICA MENCIÓN MANUFACTURA
COHORTE 2019

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA
FABRICACIÓN DE FACHALETAS DE PVC COMO MATERIAL
OPCIONAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS”**

Trabajo de titulación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Mecánica, Mención Manufactura

Autor: Ing. Tannia Magally Solís Santamaria.

Director: Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.

Ambato- Ecuador

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación presentado, previo a la obtención del título Magíster en Mecánica, Mención Manufactura. Con el tema: **“DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE FACHALETAS DE PVC COMO MATERIAL OPCIONAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS”** elaborado por la Ing. Tannia Magally Solís Santamaría con cedula de identidad C.I. 18504504353 Maestrante de la MAESTRÍA EN MECÁNICA, MENCIÓN MANUFACTURA COHORTE 2019 de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo de Titulación es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ing. Mauricio Carrillo Rosero, Mg.
C.I. 1802147890
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “**DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE FACHALETAS DE PVC COMO MATERIAL OPCIONAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS**”, le corresponde exclusivamente a la Ing. Tannia Magally Solís Santamaría, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg., director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Tannia Magally Solís Santamaría
C.I. 1804504353
AUTOR

Ing. Mauricio Carrillo Rosero, Mg.
C.I. 1802147890
TUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Tannia Magally Solís Santamaría
C.I. 1804504353

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación presidido por el Ingeniero Wilson Santiago Medina Robalino, Mg, e integrado por los señores: Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg., Francisco Agustín Peña Jordán, MSc., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “**DETERMINACIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA FABRICACIÓN DE FACHALETAS DE PVC COMO MATERIAL OPCIONAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS**”, elaborado y presentado por la Ing. Tannia Magally Solís Santamaría, para optar por el Grado Académico de Magíster en Mecánica, Mención Manufactura; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg.
Presidente del Tribunal

Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Francisco Agustín Peña Jordán, MSc.
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a Dios por haberme dado todas las facultades y permitirme llegar a este punto de mi vida. Así como también a mis padres y hermanos que siempre estuvieron en la trayectoria de obtención de este proyecto, ya que mis esfuerzos, logros y tropiezos me han hecho sentir que también son los de ellos.

Tannia Magally Solís Santamaría

AGRADECIMIENTO

Agradezco Dios por haberme bendecido a lo largo de mi vida.

A mis padres y hermanos ya que han sido el cimiento para la construcción y crecimiento de mi carrera profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato, profesores, compañeros y amigos en especial al director de la maestría por su paciencia y guía para finalizar este proyecto académico, gracias por compartir sus experiencias y conocimientos.

Tannia Magally Solís Santamaría

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	v
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.4 HIPÓTESIS.....	6
1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.5.1 Proceso tecnológico de fachaletas.....	6
1.5.2 Producción de cerámicos.....	8
1.5.2.1 Línea de producción de cerámicos.....	8
1.5.2.2 Tendencia de producción de fachaletas.....	9
1.5.3 Fachaleta como material de construcción	10
1.5.4 Materiales alternativos utilizados en la construcción.....	10
1.5.4.1 Propiedades mecánicas.....	11
1.5.4.2 Ensayo de compresión.....	11
1.5.4.3 Ensayo de inflamabilidad.....	12
1.5.4.4 Ensayo de dureza.....	12
1.5.4.5 Ensayo de resistencia al impacto.....	12
1.5.4.6 Ensayo de resistencia a la radiación UV	13

1.5.5 Moldes.....	13
1.5.5.1 Moldeo por inyección	14
1.5.5.2 Extrusión	14
CAPÍTULO II	15
METODOLOGÍA	15
2.1 Materiales.....	15
2.1.1 Selección de material para moldeo	15
2.1.2 Materiales para la fachaleta.....	17
2.1.3 Equipos.....	18
2.1.3.1 Centro de Mecanizado.....	18
2.1.3.2 Herramientas de corte rotativas.....	19
2.1.3.3 Máquina inyectora.....	22
2.2 Métodos.....	23
2.2.1 Modalidad de investigación	23
2.2.2 Nivel de investigación.....	24
2.2.2.1 Exploratorio.....	24
2.2.2.2 Aplicativo.....	24
2.3 Población y Muestra.....	24
2.3.1 Población.....	24
2.3.2 Muestra.....	24
2.4 Operacionalización de variables	25
2.4.1 Variable Dependiente.....	25
2.5 Recolección de la información.....	26
CAPÍTULO III.....	27
3.1 Análisis e interpretación de resultados.....	27
3.2 Diseño y elaboración de fachaleta	28
3.2.1 Diseño del molde de la fachaleta	28
3.2.2 Parametrización de molde	33
3.2.3 Mecanizado de molde	36
3.2.4 Inyección por moldeo de la fachaleta.....	39
3.3 Proceso para obtener probetas.....	43
3.3.1 Probetas para ensayo de dureza SHORE D.....	43
3.3.2 Probetas para ensayo de impacto	44

3.3.3 Ensayo de inflamabilidad.....	45
3.3.4 Probeta ensayo de compresión.....	45
3.3.5 Probeta experimento resistencia a la radiación UV	46
3.4 Análisis de resultados obtenidos.....	47
3.4.1 Análisis de resultados del ensayo de dureza.....	48
3.4.1.1 Análisis de resultados ensayo de impacto.....	52
3.4.1.2 Análisis de ensayo de inflamabilidad.....	54
3.4.1.3 Análisis de ensayo de Compresión	55
3.4.2 Interpretación de resultados de los ensayos	56
3.4.3 Verificación de hipótesis.....	56
CAPÍTULO IV.....	59
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	59
4.1 DESCRIPCIÓN	59
4.2 Antecedentes de la propuesta.....	59
4.3 Justificación	60
4.4 Objetivos	60
4.4.1 Objetivo general.....	60
4.4.2 Objetivo específico.....	60
4.5 Análisis de factibilidad.....	61
4.6 Fundamentación	61
4.7 Metodología	61
4.7.1 Montaje del molde en la máquina inyectora	64
4.7.2 Tiempo de enfriamiento	65
4.7.2.1 Tiempo de inyección	66
4.7.2.2 Ciclo de inyección.....	66
4.7.3 Tiempo de montaje en la máquina de inyección.....	67
4.7.4 Ciclo y tiempo de inyección.....	68
4.7.5 Costos de producción	68
4.7.6 Costos del molde.....	68
4.7.7 Costo procesos de operación.....	69
4.7.8 Costos del producto final fachaleta.....	69
CAPÍTULO V	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71

5.1 Conclusiones	71
5.2 Recomendaciones.....	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	77
Anexo 1: Alumec 89 material para molde	78
Anexo 2: Ficha técnica de material PVC	79
Anexo 3: Fresa y montajes de ejes para maquinado	80
Anexo 4: Herramientas para proceso de mecanizado	81
Anexo 5: Flautas de corte largo con radio de punta.....	83
Anexo 6: Propiedades de los polímeros	85
Anexo 7: Ensayo de Resistencia de impacto.....	86
Anexo 8: Ensayo de Dureza	93
Anexo 9:	97
Anexo 10:	98
PLANOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Descripción de los elementos de fabricación de fachaletas.....	8
Figura 2: Abanico de superficies cerámicas tridimensionales.	10
Figura 3: Azulejos de cerámica plana con un aspecto tridimensional.	10
Figura 4: Bloque de aluminio.....	16
Figura 5: Material plástico PVC.	18
Figura 6: Centro de Mecanizado FADAL CNC 88 VMC 4020.	19
Figura 7: Herramientas formadas por placas.	19
Figura 8: Herramientas enterizadas.....	20
Figura 9: Buriles redondos HSS.....	21
Figura 10: Inyectora Engel CC90	22
Figura 11: Flujograma del plan de recolección de información.	26
Figura 12: Flujograma de análisis y recolección de información.	27
Figura 13: Modelo de Fachaleta comercial.....	28
Figura 14: Modelo y medidas de fachaleta propuesto.	28
Figura 15 : Diseño del molde de fachaleta PVC	29
Figura 16: Diseño del molde de fachaleta PVC.	31
Figura 17: Corte en isométrica de la cavidad del molde.....	32
Figura 18: Corte en isométrica de la cavidad del molde.....	32
Figura 19: Partes del molde.....	33
Figura 20: Flujograma para inyección de fachaleta	39
Figura 21: Colocación del molde en la inyectora.....	40
Figura 22: Fachaleta PVC rígida.....	43
Figura 23: Probeta para ensayo de dureza.....	44
Figura 24: Probeta para ensayo de impacto	44
Figura 25: Probetas para ensayo de inflamabilidad	45
Figura 26: Probeta para compresión	46
Figura 27: Probetas de PVC	46
Figura 28: Montaje del molde en la inyectora	64
Figura 29: Prueba en vacío del molde.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción anual de cerámicos años 2017.	8
Tabla 2: Comparación de los materiales	16
Tabla 3: Especificaciones del compuesto de PVC.....	17
Tabla 4: Herramientas para fabricación de molde en aluminio	21
Tabla 5: V.D: Las propiedades del policloruro de vinilo.....	25
Tabla 6: Proceso Tecnológico para la fabricación de fachaletas	25
Tabla 7: Tiempos empleados en el diseño de molde.....	33
Tabla 8: Proceso de parametrización de la manufactura.....	34
Tabla 9: Tiempos empleados en la parametrización	35
Tabla 10: Proceso de mecanizado del molde	36
Tabla 11: Parámetros de velocidades para herramientas usadas.....	37
Tabla 12: Tiempos empleados en el mecanizado del molde.....	38
Tabla 13: Proceso de inyección por moldeo de fachaletas	41
Tabla 14: Probetas de PVC	44
Tabla 15: Probetas de PVC	47
Tabla 16: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 1	48
Tabla 17: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 2	49
Tabla 18: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 3	50
Tabla 19: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 4	51
Tabla 20: Ensayo de Impacto por dardo en polímeros.....	52
Tabla 21: Ensayo de Impacto por dardo en polímeros.....	53
Tabla 22: Ensayo de inflamabilidad.....	54
Tabla 23: Ensayo compresión	55
Tabla 24: Resultados de ensayos	56
Tabla 25: Comparación entre fachaleta de cerámica comercial y PVC.....	57
Tabla 26: Producción diaria de fachaletas	58
Tabla 27: Diagrama de proceso del molde (tapa y cavidad).....	62
Tabla 28: Proceso de inyección de plástico	63
Tabla 29: Temperatura molde y material	66
Tabla 30: Montaje del molde	67
Tabla 31: Ciclo de inyección.....	68

Tabla 32: Materia prima.....	69
Tabla 33: Costo de producción	69
Tabla 34: Costo producción por hora de fachaletas	70

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto trata sobre la fabricación fachaletas mediante inyección por moldeo de polímero PVC como material alternativo para la industria de la construcción, por lo tanto, se realiza el análisis del modelo de la misma y se efectúa el diseño del molde mediante programas CAD/CAM, el uso de estas herramientas permiten disminuir tiempos y costos de producción. Al tratarse de inyección por moldeo pueden fabricarse productos personalizados permitiendo atender a varios sectores. Con la determinación del proceso tecnológico para la fabricación de fachaletas se realizan pruebas que validan sus propiedades mecánicas mediante ensayos de compresión, impacto, inflamabilidad, experimento de rayos UV, espesor, costos de producción, costo comercial que son parámetros que determinan la calidad del producto. Para simplificar el proceso de fabricación se aplicó un informe tecnológico de este estudio, describiendo parámetros adecuados para su correcta producción de 896 fachaletas por día con espesor de 2 mm, peso de 25 gr y un costo para el público de 3,73 dólares americanos por cada metro cuadrado, comparado con el costo comercial se reduce significativamente al igual que el peso que estas representarían dentro de la construcción.

Descriptores: Fachaleta, PVC, Compresión, Inyección, Molde, Extinguible, SHORE D, Rayos UV, Inflamabilidad.

ABSTRACT

This project deals with the manufacture of cladding by injection molding of PVC polymer as an alternative material for the construction industry, where the analysis and design of the cladding mold are carried out using CAD/CAM software programs. The use of CAD/CAM tools allows reducing both, production time and cost. As this process occurs through injection molding, custom products can be manufactured meeting the needs of various sectors. Through the determination to depend upon the technological process for the manufacture of cladding, tests are carried out to validate the mechanical properties of cladding through compression, impact, and flammability tests along with UV ray experiments, thickness, production, and commercial cost, which are parameters to determine the quality of the product. To simplify the manufacturing process, a technological report of this study was conducted through the description of adequate parameters for its correct production. The results were favorable as 896 cladding molds, with a thickness of 2 mm, a net weight of 25 grams, and a selling price of 3.73 U.S. dollars per square meter, were produced. Therefore, cladding commercial cost, as well as weight, are significantly lowered concerning what it would represent within the construction industry.

Keywords: Cladding, PVC, compression tests, injection molding, flammability, UV rays

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El consumo mundial de cerámica se incrementa año tras año de manera continua desde el inicio de su creación que supera los 100 años de antigüedad. A finales del 2014, según datos disponibles sobre la base mundial del Centro de Estudios de Assopiastelle (Asociación Confindustrias de Cerámica Italiana), la producción de cerámica ha superado los 6900 millones de metros cuadrados por año [1]. Por lo que se ha considerado el consumo per cápita de este material por encima del importante umbral de un metro cuadrado por año y por persona, aspecto importante para un análisis de producción e innovación en el área de cerámicos, las fachaletas se consideran como un material de alto rendimiento; en gran medida, debido a su estética similar a la roca o piedra [1].

En la última década el incremento de producción de cerámica se encuentra por encima del promedio establecido estadísticamente a nivel mundial, considerándose en la industria de la construcción como una de sus debilidades la fragilidad, debido a que son materiales cerámicos muy fuertemente sinterizados formados a partir de la trimezcla (arcilla o caolín, cuarzo, feldespato) de cuerpo finamente molido, ocasionando pérdidas por fractura del material al momento de transportarlo [1].

Se ha mejorado la composición de materias primas y las condiciones de molienda, mediante el uso de recubrimientos avanzados de bajo espesor con bajo coeficiente de fricción y elevada dureza aplicados mediante la tecnología de deposición química de vapor (CVD), lo cual permite elevar las propiedades de resistencia al impacto reduciendo de esta manera la fragilidad, y por tanto las pérdidas por rotura ocasionadas en el proceso de transporte así como también los desperdicios por corte durante el proceso de colocación [2], [3].

En los últimos 10 años, ha aumentado la conciencia sobre el uso de minerales industriales naturales en tecnologías que son mucho más sostenibles con respecto al

medio ambiente, Con esta conciencia, el interés por los minerales industriales aumentó a nivel mundial [4]. En el presente se busca la manera de generar productos para recubrimientos en construcción mejorando las propiedades de los cerámicos [4].

Para la presente se destaca una investigación de pisos tipo baldosas encastrables de polietileno pisos inyectados en “HDPE”, (High Density Polyethylene) realizándose ensayos de degeneración acelerada mediante la exposición a rayos ultravioleta y períodos de humedad medidos en el laboratorio, en la cual concluyen que la baja resistencia a la compresión después del ensayo de envejecimiento está en un rango promedio del 25%. [5], [6], [7].

Sin embargo, aún no se ha realizados estudios a profundidad que establezca procesos tecnológicos para la fabricación de fachaletas inyectadas en PVC, considerando que sus propiedades tienen ventajas en comparación con algunos materiales sintéticos, como propiedades mecánicas específicas altas tales como: biodegradabilidad, reciclabilidad, baja densidad, no abrasividad y bajo costo [8].

La tendencia de producción de cerámicas a nivel mundial va en crecimiento, las industrias productoras de cerámica están siempre a la vanguardia, en busca de nuevos productos, con características mejoradas, costos de producción más bajos, mayor vida útil de sus productos, aspecto y diseños agradables, y sobre todo productos conservadores del medio ambiente [8].

Ecuador por su parte continúa con la tendencia de crecimiento de producción de cerámica, debido a que es un país rico en yacimiento de arcilla, mismos que han sido aprovechados por sus habitantes para realizar utensilios, ladrillos, cerámicas, etc. que en sus principios eran muy básicos [9]. En la actualidad existen industrias para la fabricación de cerámicas que cuentan con tecnología de punta lo que provee de una alta capacidad de producción ofreciendo productos de calidad [10]. Según la Cámara de Industria de Cuenca, menciona que en el sector cerámico está listo para abastecer el incremento de la demanda nacional que resulte de la reducción de los productos importados, especialmente porque los productos que entran al país no cuentan con la debida norma de calidad exigida (como sustentan los empresarios ecuatorianos) [11].

La Cámara de Industrias, estableció que las cuatro principales empresas de cerámica en el país producen aproximadamente 2.0 millones de metros cuadrados mensualmente, y que el consumo nacional estaría en unos 2.5 millones de metros cuadrados mensualmente. Aclarando que las empresas están en la capacidad de producirlos mediante el incremento de tecnología en sus plantas, lo que permite tener mayor cantidad de producción y ofertar nuevos formatos y diseños de cerámicas [12].

La industria de la construcción de viviendas ofrece excelentes oportunidades de negocio en el Ecuador, con excelentes acabados que permiten la aplicación de esmaltes y serigrafías que elevan su valor productivo [13]. De esta manera se genera una gran demanda de los materiales cerámicos en la construcción de viviendas, edificios y parques, sin embargo se mantiene el problema de rotura de los materiales cerámicos al momento de ser transportados, se conoce que la industria ecuatoriana por su afán de mantener la innovación en sus productos, ha empezado a realizar de forma empírica productos poliméricos con propiedades resistentes a la fractura, esta producción aún no se ha dado a conocer por falta de un proceso tecnológico de producción que faculte la producción de estos lanzándolos al mercado para su expendio [14].

La actividad económica productiva tanto nacional como internacional se caracteriza por la interconexión de mercados dinámicos, orientados a la implementación de los procesos tecnológicos innovadores, motivando a empresas productoras de cerámicas encuentren la necesidad de fortalecer sus estrategias productivas y administrativas. [15]. Es necesario analizar todo su ciclo de vida para saber qué puede implicar realmente su uso [16].

Durante la fabricación de productos de cerámica se originan numerosos residuos sólidos inertes, asimilables a urbanos, especiales y peligrosos. Entre ellos, destacan los lubricantes, la grasa y los restos de embalado. De hecho, las aguas del entorno de una fábrica de cerámica pueden llevar sólidos en suspensión, aniones, metales pesados, compuestos de boro y fibra orgánica. Asimismo, la energía usada durante la producción y el ruido generado a lo largo del proceso son también fuente de impacto ambiental [17].

Por lo tanto, la posición competitiva del Ecuador en el mercado de la cerámica, empieza a surgir en productos de calidad, dando espacio a los consumidor relacionen el producto con la marca de la empresa, aportando al desarrollo económico y experiencia en el mercado a gran escala [18].

Al mismo tiempo se puede evidenciar nuevas áreas para el desarrollo del proyecto de investigación como es la parte socio-económica mediante el análisis de investigaciones similares como son la fabricación de baldosas a base de plástico reciclado, con el criterio de productos transformadores debido a la reutilización de botellas plásticas contribuyendo con el medio ambiente a mitigar los cambios que se vienen observando, Las baldosas de plásticos fueron elaboradas con 80% plástico y 20% sílice, con medidas de 50x50x0.5 cm [19]. Conservándose las propiedades plásticas de la materia prima, como lo menciona en el estudio realizado mediante la combinación de concreto con triturado de tereftalato de polietileno reciclado, basado en ensayos de flexión y compresión de una determinada muestra con la finalidad de determinar la resistencia mecánica de fachaletas de concreto y Tereftalato de Polietileno concluyen que el esfuerzo máximo a flexión en los 4 puntos que soportan las fachaletas es de 1.59 MPa. El cual es superior en un 56% a las fachaletas comerciales que tienen un esfuerzo máximo a la flexión de 0.70381 Mpa y el esfuerzo máximo a la compresión de las fachaletas fabricadas es de 4.31367 MPa que es superior a un 52% de las fachaletas comerciales que tienen un esfuerzo máximo de 2.04373 MPa [19], [20].

En una investigación realizada en el año 2016 que pone en análisis la elaboración de ladrillos con plástico reciclado (PET) para mampostería no portante concluye que el éxito es la implementación de productos como son elementos no estructurales, garantizan mejor aislación térmica y baja pérdida de calor, por ende, mejores niveles de confort en viviendas de climas templados, para la obtención de resultados óptimos en los productos radica principalmente en su proceso de elaboración, específicamente durante el proceso de moldeado y curado [21].

Los procesos tecnológicos de fachaletas con relieve no se encuentra definido de manera técnica. En el año 2018 se realiza un estudio para el diseño de un molde para prensado de baldosas cerámicas mediante el cual pretende diseñar un sistema de molde

y expulsor con producción de calidad y precisión, que permita sustituir el sistema clásico de expulsión por un conjunto de husillos, con el fin de prensar baldosas cerámicas con calidad y tiempos exigidos [21].

Es así que se han generado productos innovadores en la construcción sin considerarse tecnologías o una investigación profunda de los materiales para acabado como son los recubrimientos, tampoco se ha visto evidenciado las propiedades y mejoras demostrándose beneficios socio económicos y ambientales [22].

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones realizadas mencionan que la fragilidad de los materiales cerámicos ocasiona fracturas en el producto durante el transporte, manipulación y uso, ocasionando pérdidas económicas y de tiempo debido que el lote a instalar sufre bajas, dando un nuevo inicio para el proceso de adquisición, para lo cual se ha expuesto varias soluciones añadiendo fibras naturales y polímeros reciclados tratando de mitigar la explotación de yacimientos naturales, mejorando sus propiedades mecánicas de los productos conservando la variedad en diseños.

El apoyo a la producción de fachaletas con material PVC es de gran importancia para el crecimiento de la industria nacional dentro de la construcción debido a que su peso no es representativo, descartándose como carga muerta (peso propio) para el diseño estructural de la edificación y de esta manera permite abaratar costos por cada metro cuadrado de construcción.

En lo estético puede ser llamativo, ya que sus texturas y colores tendrán variedad al considerar que su producción será por moldeo otorgando un estilo peculiar al emplazamiento. Otro elemento a favor son sus presentaciones en paneles tanto verticales como horizontales, dando practicidad en la instalación.

Al concluir este proceso de investigación se va a disponer de una fachaleta constituida con material PVC, con mejores propiedades de resistencia a la fractura comparadas con las de material cerámico, además al ser elaborado con materia prima termoplástica es factible el reciclaje convirtiéndose en materia prima para la fabricación de otros productos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer el proceso tecnológico para la fabricación de fachaletas de PVC como material opcional en la construcción de viviendas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el diseño del molde mediante software/ CAD/CAM para la fabricación de fachaletas con material plástico PVC.
- Establecer parámetros apropiados para el proceso de producción de fachaletas con material plástico PVC.
- Determinar los costos de producción de fachaletas como material alternativo en la construcción de viviendas.

1.4 HIPÓTESIS

El proceso tecnológico para la elaboración de fachaletas mediante la utilización de policloruro de vinilo (PVC) 100% virgen servirá como material alternativo en la construcción de viviendas.

1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.5.1 Proceso tecnológico de fachaletas

Las cerámicas han ido evolucionando debido a los requerimientos técnicos y ambientales, generando diversos tipos de análisis del proceso productivo, control de calidad de la materia prima y del producto terminado, además de los residuos generados, con el fin de optimizar y aprovechar los recursos en la elaboración.

En el Ecuador las fábricas con mayor número de ventas son las dedicadas a la producción de vajillas y materiales para pisos y paredes con acabados tanto para interiores como para exteriores, entre los que se destacan:

- Cerámica Andina ubicada en Cuenca, que posee productos como: vajillas, jarros, sets especiales.

- Ecuatoriana de Cerámica ubicada en Riobamba, la cual fabrica artículos para construcción: losetas, tejas, azulejos y otros de cerámica refractaria.
- Italpiso ubicada en Guayaquil, posee productos como: baldosas y pisos para interiores y exteriores.
- Edesa ubicada en Quito, fabricante de productos para baño.
- Artesa se ubica en Cuenca, fabricantes de productos utilitarios y ornamentales.
- Yapacunchi ubicada en Loja, son fabricantes de productos ornamentales.

Las industrias ecuatorianas mantienen un nivel alto en calidad y diseño de la cerámica a nivel industrial [23]. Dentro de la industria cerámica, la arcilla es considerada como la materia prima natural con propiedades de plasticidad, refractariedad, contracción, porosidad, granulometría, elasticidad, endurecimiento, absorción y merma que al ser mezclada con agua y estar sometida a calor esta masa adquiere propiedades similares a una roca [24].

Las características generales de todo buen cerámico son: un moldeado perfecto, homogeneidad en toda la masa, buena cocción y por consiguiente tener un sonido claro y metálico a la percusión, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular, deben resistir cargas pesadas (resistencia a la flexión y compresión), no contar con sales solubles y ser absorbentes al agua [25].

La calidad de los productos de cerámica está regida por la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que rige las condiciones para ladrillos y tejas cerámicas que inicia el estudio desde el muestreo de la materia prima para la recepción de la arcilla empleada en la construcción [26].

Las plantas de producción de fachaletas poseen una producción continua; porque se realizan productos homogéneos y la línea se ajusta solo a ese tipo de producto, sin que existan interrupciones por realizar una producción diferente; teniendo en cuenta este tipo de consideraciones se puede indicar que, la producción anual de una de las más importantes industrias del cerámico ITALPISO S.A. es de 556402 metros cuadrados de cerámica en formato 30x30 cm, esto indica que por cada hora de producción se obtendría 65 m²/h, esto implica que por hora se está produciendo aproximadamente

723 placas siguiendo el proceso tecnológico establecido por la empresa de conformidad en la Figura 1.

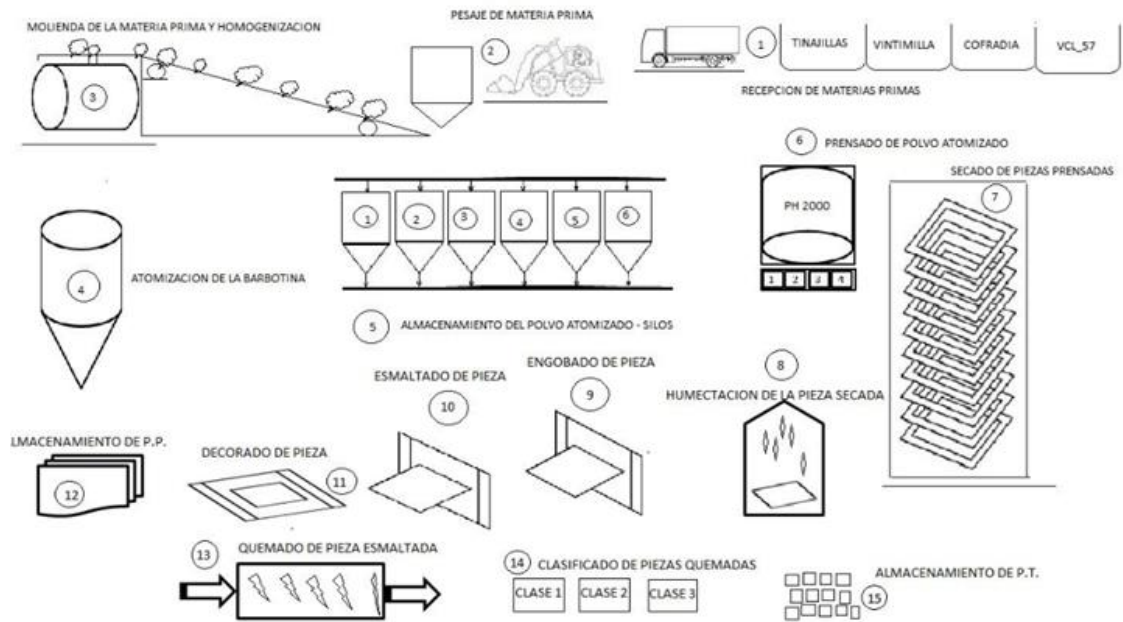


Figura 1: Descripción de los elementos de fabricación de fachaletas. [27]

1.5.2 Producción de cerámicos

1.5.2.1 Línea de producción de cerámicos

Es común encontrar diversidad de tamaños de fachaletas sean estas cuadradas, redondas, hexagonales o rectangulares dentro del mercado ecuatoriano, y su costo va variando de conformidad a la diversidad de cada una de estas, dentro de las fachaletas o también conocidas como cerámica de pared se puede evidenciar en la Tabla 1, la capacidad de cada línea de producción de la fábrica ITALPISOS S.A.

Tabla 1: Producción anual de cerámicos años 2017. [22]

PRODUCCIÓN FÁBRICA ITALPISOS S.A.					
FORMATO	25x33 (cm)	20x30 (cm)	30x30 (cm)	42.5x42.5 (cm)	41x41 (cm)
MES					
Enero	53836	41018	53836	82036	25636
Febrero	44783	34120	44783	68241	21325
Marzo	58835	44827	58835	89654	28017
Abril	44729	34079	44729	68159	21300
Mayo	52532	40024	52532	80048	25015

PRODUCCIÓN FÁBRICA ITALPISOS S.A.					
FORMATO	25x33 (cm)	20x30 (cm)	30x30 (cm)	42.5x42.5 (cm)	41x41 (cm)
MES					
Junio	59906	45643	59906	91286	28527
Julio	58559	44617	58559	89233	27885
Agosto	59357	45224	59357	90449	28265
Septiembre	55178	42040	55178	84081	26275
Octubre	58815	44811	58815	89623	28007
Noviembre	61911	47170	61911	94340	29481
Diciembre	47380	36099	47380	72198	22562
Promedio anual por m²	655821	499672	655821	999348	312295

Mediante el análisis de la línea de producción de cerámicas planas en los diferentes formatos o modelos, se puede concluir que el formato (25 x33, 30x30 y 42.5x42.5) cm, son los que mayor consumo tienen dentro de la construcción siendo el apetecible el formato de 42.5 x 42.5 cm.

1.5.2.2 Tendencia de producción de fachaletas

En la actualidad en las diferentes áreas de expendio de productos cerámicos con relieve cautivan el gusto de muchos consumidores con diseños geométricos y orgánicos, logrando un toque de arquitectura minimalista, contemporánea, vanguardista, etc.,

El proceso de fabricación de cada modelo está inspirado en piedras extraídas de diferentes canteras del mundo, capturando las tonalidades de colores, texturas, formas y tamaños que simulan la naturalidad de las mismas en piezas individuales. Además, cuentan en la mayoría de modelos con esquinas, que aportan una armonía visual y continuidad a los muros como se puede apreciar en la Figura 2, donde se presenta cerámicas en modelos tridimensionales.



Figura 2: Abanico de superficies cerámicas tridimensionales. [28]

1.5.3 Fachaleta como material de construcción

Son recubrimientos de apariencia natural fabricados de cemento y piedra sirven para decorar muros, pisos, jardines, columnas, chimeneas es muy funcional para dar un aspecto diferente a una casa, oficina restaurante, etc. es fácil de instalar en cualquier superficie resiste a la intemperie y dan seguridad en los exteriores sin alterar su forma textura y color [29]. Como se puede evidenciar en la Figura 3.



Figura 3: Azulejos de cerámica plana con un aspecto tridimensional. [30]

1.5.4 Materiales alternativos utilizados en la construcción

Dentro de la construcción se ha venido innovando tanto en diseños, texturas con la búsqueda de nuevas materias primas con el principal concepto de abaratar costos y mejorar propiedades del producto final. Dentro de las áreas de investigación ha sido una de las primordiales el área de los polímeros al poseer características de interés socio económico y ambiental [31].

La investigación y el desarrollo de nuevos materiales mediante la combinación de polímeros con otros materiales simples o compuestos, impone la necesidad de contar con un sistema que permita clasificarlos por sus características, y estudiar sus propiedades. Este sistema se sustenta en las estructuras químicas, el comportamiento frente el calor, las propiedades mecánicas, tipos de aplicaciones, escala de producción, o aún otras características [32].

Se ha considerado esta clasificación debido al interés de la presente investigación analizando las propiedades de los polímeros sintéticos, siendo uno de los grupos de mayor uso para producción en serie, y en general estos son malos conductores eléctricos por lo que se emplea masivamente en la industria eléctrica y electrónica como materiales aislantes, cabe mencionar que este grupo se subdivide en básicos y especiales.

Los productos básicos son la mayor parte de los polímeros sintéticos producidos mundialmente. Ejemplos son: polietileno, polipropileno, poliestireno, etc. Los productos especiales son polímeros con un conjunto específico de propiedades y que son producidos en menor escala. Ejemplos son: polióxido de metileno (POM) y policloruro de vinilo (PVC) [32].

1.5.4.1 Propiedades mecánicas

De las investigaciones realizadas por varios autores el interés es mejorar las propiedades de compresión, inflamabilidad, dureza, resistencia al impacto y la resistencia a la acción UV, de los productos que intervienen dentro del área de la construcción y reducir pérdidas económicas. También se recalca que los ensayos de las propiedades mecánicas deben ser realizados bajo normativa vigente.

1.5.4.2 Ensayo de compresión

Para el ensayo de compresión la norma que se aplica es la ASTM D695, con denominación “Método de prueba estándar para propiedades de compresión en polímeros”.

Las pruebas de compresión proporcionan un método estándar de obtención datos para investigación y desarrollo, control de calidad, aceptación o rechazo bajo especificaciones y propósitos especiales. Los ensayos de compresión se realizan cuando se desea conocer las propiedades del material bajo deformaciones permanentes de magnitud alta (plásticas), ejerciendo una fuerza compresiva contrayendo al material a lo largo de la dirección de la fuerza, por lo general esta fuerza ejercida se considera negativa, por lo tanto, es un esfuerzo negativo [33].

1.5.4.3 Ensayo de inflamabilidad

Para realizar los ensayos de inflamabilidad se utiliza la norma ISO 3795 denominada “Determinación de la combustión de los materiales empleados en el interior de vehículos” para determinar los parámetros de evaluación de los índices de inflamabilidad de cada uno de estos materiales en función de las especificaciones técnicas [34].

La prueba de inflamabilidad especifica un método para determinar la velocidad de incineración horizontal de los materiales poliméricos. Este método permite comprobar materiales y piezas de interiores de forma individual o combinada, con un grosor máximo de hasta 13mm. La llama se aplica en el extremo libre de las muestras. La prueba determina si la llama se extingue y en qué momento, o el momento en el que la llama supera una distancia determinada, generando una velocidad de incineración expresada en mm/minuto [34].

1.5.4.4 Ensayo de dureza

El ensayo de dureza se lo realiza de conformidad a lo que establece la Normativa NTE INEN-ISO 868 denominada “Determinación de la dureza de indentación por medio de un durómetro”, esta norma específica un método para la determinación de la dureza de penetración de plásticos mediante el durómetro tipo D, para materiales duros.

El método permite medir tanto la penetración inicial, como la penetración después de un periodo de tiempo especificado o ambas. Este es un método empírico destinado principalmente a fines de control [35].

1.5.4.5 Ensayo de resistencia al impacto

El ensayo de resistencia al impacto es utilizado para medir la energía que se requiere para dañar el material por el impacto de un dardo en caída libre, la energía se expresa en términos de peso de un dardo en caída libre, para el ensayo se utiliza las normas ASTM D5628-10.

Se debe considerar como energía de impacto la energía que produzca fallas en al menos 50% de la probeta, el mismo criterio es para definir la altura y el peso del dardo. Es necesario hacer énfasis que el área de impacto del dardo esté libre de fallas, de tal forma que los resultados obtenidos no se vean afectados. De la misma manera se debe

tener en cuenta que el dardo no debe golpear dos veces a la probeta, es decir este no debe rebotar [36].

1.5.4.6 Ensayo de resistencia a la radiación UV

La importancia de este ensayo se da debido a que se puede determinar con el color del material o producto a ensayarse conserva el tono original incluso si este es sometido durante horas a la luz solar directa, o a su vez una luz que simula el efecto solar.

Los polímeros que utilizan aplicaciones en el exterior están expuestos a duras condiciones meteorológicas. Estas aplicaciones suelen requerir un material resistente a la intemperie capaz de soportar los efectos negativos que la radiación ultravioleta puede tener un aspecto y las propiedades mecánicas.

Por eso, es recomendable que los polímeros sean resistentes a la intemperie y tengan algún tipo de resistencia a la radiación UV, ya que los rayos ultravioletas pueden afectar mucho a los materiales que se utilizan en exteriores y están expuestos a la intemperie [32].

1.5.5 Moldes

Para el moldeo por inyección se utiliza un proceso tecnológico de moldeo por inyección rápida que aprovecha la automatización de la fabricación. Se envían los modelos CAD directamente a la planta de producción, donde se inicia el mecanizado del molde (aunque la mayor parte de los casos los moldes se hacen de aluminio [29]).

El proceso de moldeo por inyección de termoplásticos es un proceso estándar que utiliza un molde de aluminio sin circuitos internos de calentamiento ni de refrigeración, lo que implica ciclos un poco más largos. Esto permite que los encargados del moldeo puedan controlar la presión de llenado, pequeños problemas estéticos y la calidad básica de las piezas [30].

- Canales: Son los conductos por donde pasa el polímero fundido hacia la cavidad debido a la presión aplicada por la unidad de inyección.
- Cavidad: Es el espacio donde el polímero inyectado toma la forma de la pieza.

- Respiradores: Son conductos por los cuales sale al aire de la cavidad, conforme entra el fluido de plástico fundido.
- Sistema de enfriamiento: Son los conductos por donde circula el refrigerante para regular la temperatura del molde. El enfriamiento es un factor crucial, pues de esto depende que la pieza no tenga deformaciones o que la superficie final sea la esperada.
- Pernos botadores: Al abrir el molde, estos pernos ubicados expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad.

1.5.5.1 Moldeo por inyección

Para la transformación de gránulos o polvos a productos terminados se requiere energía térmica y cinética (fricción y presión) [37]. El proceso de moldeo por inyección de plástico produce prototipos personalizados y piezas finales. Utilizándose en la industria moldes de aluminio que permiten una creación del molde más asequible y la aceleración de los ciclos de fabricación. El proceso se divide en varias etapas:

- Inyección del material en el cual el tornillo avanza al frente inyectando el material fundido al molde a través de la boquilla del cañón.
- Sostenimiento: una vez que llega el tornillo al frente se mantiene estático en esta posición por varios segundos oponiendo presión a la resina en las cavidades del molde mientras esta se enfría.
- Apertura del molde
- Expulsión: una vez que el molde se abre las piezas son expulsadas del mismo por acción mecánica (expulsores) o por aire.
- Cerrado del molde: en este momento vuelve a comenzar el ciclo con la inyección del material [37].

1.5.5.2 Extrusión

El proceso de extrusión se puede aplicar a casi todos los tipos principales de polímeros: termoplásticos, elastómeros, termo endurecibles, para la producción de tubos extruidos, películas, membranas para cables, sistemas ópticos de elementos de compuestos de caucho, mangueras, perfiles [38].

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2. Materiales y Equipo

2.1 Materiales

2.1.1 Selección de material para moldeo

En la fabricación de moldes es muy importante la calidad, esta debe ser precisa debido a que determina el acabado y la geometría, brindando durabilidad. El molde para inyección de materiales plásticos o poliméricos por lo general se fabrican en hierro y aluminio.

Para la fabricación del molde se evalúan varios parámetros el principal es el aspecto económico y el tiempo de mecanizado, por lo tanto se analiza los siguientes aspectos:

- Modelo geométrico de la pieza a fabricar
- Tipo de material de la pieza a fabricar
- Presiones de ajuste para el molde
- Promedio de piezas a fabricar y los de ciclo de trabajo [39].

Con estos puntos, ya se puede seleccionar el material que se utilizara en la construcción del molde para inyección del polímero, que depende de sus resistencia mecánica, debido pues el trabajo al que es sometido presenta altos esfuerzos durante el proceso de inyección del material PVC se evalúa las siguientes propiedades:

- Esfuerzo de compresión.
- Resistencia de corrosión.
- Conductividad térmica.
- Resistencia a la Tenacidad.
- Proceso de maquinabilidad
- Proceso de pulir
- Proceso de electro erosionado

- Resistencia a la deformación e impacto
- Resiliencia del material
- Resistencia al desgaste del material [39].

En la industria nacional los materiales ampliamente usados para la construcción de moldes son las aleaciones de acero como el P20 y el Alumelec 89, aluminio aleado por lo que se propone un cuadro de calificaciones para estos materiales y se muestran en la Tabla 2 [40].

Tabla 2: Comparación de los materiales [40]

Material	Módulo de elasticidad	Conducta térmica	Fresado Desbaste (Vc)	Fresado Acabado (Vc)
P20	250000 N/mm ²	202 Btu	80-150 m/min	70-110 m/min
Alumelec 89	71500 N/mm ²	1144 Btu	600-1000 m/min	300-500 m/min

En atención a la Tabla 2 se observa que el Alumelec 89 tiene un módulo de elasticidad bajo en comparación con el acero P20, por lo que sería un problema para trabajar con moldes que requieren esfuerzos mecánicos elevados, durante el proceso de inyección de polímeros. En los demás componentes el Alumelec 89 supera considerablemente al acero P20. Cabe indicar que el aluminio frente al acero requiere un punto de fundición bajo, lo que facilita reciclar y reutilizar el material [40].

En el presente estudio se escogió los bloques de aluminio Alumelec 89 de secciones 45x45x10 cm como se muestra en la Figura 4.



Figura 4: Bloque de aluminio (Alumelec 89). [40]

Las propiedades físicas, mecánicas y químicas del Alumec 89 están descritas en el anexo 1 que es una ficha del fabricante entregada para proceder a fabricar.

2.1.2 Materiales para la fachaleta

Como se ha propuesto en la investigación el material para el modelo de la fachaleta a diseñar es el compuesto Policloruro de Vinilo (PVC) 100% virgen.

El PVC es un material termoplástico con un 57% del cloruro de sodio o sal común (ClNa), fuente inagotable - un 43% del petróleo, lo que permite que bajo la acción del calor que reblandezca y puede así moldearse fácilmente, sin embargo, al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la forma deseada. Los procesos para la inyección de plástico empleados en este estudio son: moldeo por inyección y extrusión [41].

Las principales características que presenta el PVC son:

- Muy buena procesabilidad, es decir, se procesa mediante métodos de conformado que emplean para inyección de los termoplásticos,
- Es más flexible que el polietileno de alta densidad.
- Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Densidad en el entorno de 0.910 - 0.940 g/cm³.
- Buena resistencia térmica y química. Puede soportar temperaturas de 80 °C de forma continua y 95 °C durante un corto período de tiempo [42].

A continuación, se puede evidenciar las especificaciones del compuesto de PVC a utilizar dentro de la presente investigación, como se puede verificar en la Tabla 3.

Tabla 3: Especificaciones del compuesto de PVC [43]

PROPIEDADES FÍSICAS		UNIDAD	MÉTODO INTERNO	NORMA DE REFERENCIA
Color	Blanco 18	Patrón	MLP-CLD-NST-04	N/A
Densidad	1,38 ± 0,02	g/cm ³	MLP-CLD-NST-04	ASTM D792
Índice de fluidez	≥ 7,00	g/10min	MLP-CLD-NST-05	ASTM D3364
Acabado Superficial	Bueno	N/A	MLP-CLD-NST-04	N/A

N/A = No aplica

Todas las características físicas del compuesto de PVC están descritas en el anexo 2. Cabe indicar que dentro de este compuesto de PVC existen gradaciones de colores

generando variedad de posibilidades e ideas para decorar espacios, de acuerdo a las tendencias de mercado en la Figura 5 se presenta el material PVC [43].

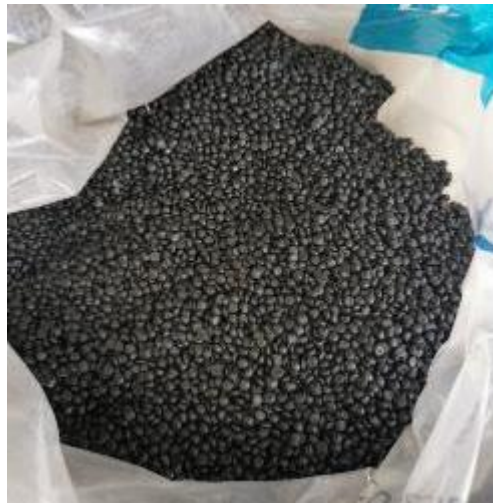


Figura 5: Material plástico PVC.

2.1.3 Equipos

2.1.3.1 Centro de Mecanizado

En la industria manufacturera, se utilizan para la fabricación de matrices, moldes de inyección, piezas, también tienen diversas aplicaciones en la industria dedicada a la joyería, en la de grabado, maderera, del calzado y en la relacionada con todo tipo de creaciones artísticas.

En la presente investigación se procederá a utilizar el centro de mecanizado vertical FADAL CNC 88, como se indica en la Figura 6; es máquina de gran automatización capaz de realizar diferentes operaciones de mecanizado dentro de una sola instalación bajo CNC (Control Numérico Computarizado); y debido a su velocidad de producción aumenta considerablemente, ya que la intervención humana es mínima. De igual forma, provoca una mayor flexibilidad y precisión de trabajo.

Por su flexibilidad y reconfigurabilidad, este centro de mecanizado permite el cambio automático de herramientas, el uso de paletas transportadoras y el posicionamiento automático de la pieza de trabajo. Ofreciendo un acabado superficial impecable, que le hace indicado para dar forma final al molde a fabricar.



Figura 6: Centro de Mecanizado FADAL CNC 88 VMC 4020.

Entre las operaciones más comunes en las que son usadas, destacan las que requieren herramientas de corte rotativas.

2.1.3.2 Herramientas de corte rotativas

Para la selección de la herramienta de trabajo no hay un proceso estándar que indique el tipo de herramienta a usarse siendo herramientas compuestas por pastillas o la herramienta entera como se indica en la Figura 7.



Figura 7: Herramientas formadas por placas. [39]

Mediante este análisis se realiza la selección de la herramienta basados en la experiencia en el sector de producción de productos con nuevos modelos y diseños personalizados, Existe diversos tipos y modelos del diseño de moldes, también se debe tomar en cuenta que deben ser reciclados y reutilizados, por lo que el aluminio presentan buenas propiedades mecánicas para este proceso, cada modelo de diseño de la fachaleta presenta diferentes métodos para el mecanizado, es necesario seleccionar de una gran librería de herramientas las dimensiones, tamaños, y durabilidad de la

herramienta para el proceso de mecanizado en la Figura 8 se presenta las herramientas enterizadas.



Figura 8:Herramientas enterizadas. [39]

Es indispensable normalizar las operaciones de mecanizado, Para el caso de estudio, las operaciones comunes observadas para diferentes moldes son: perfilado con herramientas planas de 50 mm, y mecanizado de desbaste con herramientas redondas de 50 mm y 25 mm. Estas herramientas se consideran moldes de fabricación con las siguientes características Muy útiles en: formado a partir de placas de metal duro.

Se pueden utilizar herramientas enterizadas bastante comunes para operaciones de fundición 3D en varios tipos de moldes. Estos moldes no están diseñados con ranuras y / o grabado en un área pequeña de cobertura, ni consideran la operación de perfilado de la cavidad del molde.

Para detalles muy pequeños se requieren herramientas con secciones pequeñas que al procesar, las herramientas con un diámetro de no más de 1 mm no se clasifican como herramientas formadas por placas. Para herramientas integrales, el diámetro máximo es de 1 mm, pero no tienen la longitud suficiente para el procesamiento debido al gran diámetro del cuello. o vástago Por lo tanto, estas herramientas no pueden frotarse contra la pared lateral del molde, y estas herramientas no pueden utilizarse. En este caso, para el mecanizado específico de cada diseño de revestimiento, se recomienda utilizar la cabeza avellanada HSS como se muestra en la Figura 9. Se pueden ajustar de acuerdo con los requisitos de procesamiento, afilar y dar forma.



Figura 9: Buriles redondos HSS. [44]

En la Tabla 4 se realiza un resumen de las herramientas del mecanizado del molde para la elaboración de fachaletas.

Tabla 4: Herramientas para fabricación de molde en aluminio

Tipo	Detalle	Referencia	Características
Placa	Fresa CoroMill R290-A16-50 Placa R290- 12T308M-KL 1030 ANEXO 3		Cono BT 40 Anclaje al eje Placas de metal duro Código N 12x12x5mm
Enteriza	Redonda de 12mm dos canales o filos ANEXO 3		Cono BT=40 Boquilla 12-13mm Fresa enteriza Carburo Punta esférica

Tipo	Detalle	Referencia	Características
	Plana 12mm de 2 canales o filos ANEXO 3		Cono BT=40 Boquilla 12-13mm Fresa enteriza Carburo Punta plana

2.1.3.3 Máquina inyectora

La inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible, que ha permitido el desarrollo de la industria con un nivel de competitividad en calidad y economía. Por esta razón dentro del presente estudio se procederá a realizar el moldeo por inyección de termoplásticos con una determinada presión velocidad y temperatura, considerando las características de la inyectora Engel CC 90 con un sistema de procesamiento A02, que se muestra a continuación en la Figura 10, que va a ser parte de este proceso tecnológico [45].



Figura 10: Inyectora Engel CC90

La tecnología de accionamiento de esta inyectora es totalmente eléctrica y contribuye en gran medida a su extraordinaria eficiencia energética. Además, se recupera la energía de frenado, evitando de forma fiable la necesidad de una costosa potencia máxima. Gracias a la alta eficiencia de los accionamientos utilizados, la máquina requiere también un mínimo de refrigerante.

Por ejemplo, funciona a alta velocidad con un consumo específico de energía de 0,37 kWh por kilogramo de pellets procesados. El peso del disparo es de 0.97 gramos por cavidad con un tiempo de ciclo de menos de 2,5 a 3 segundos [45].

Los movimientos de apertura y cierre del molde son rápidos y está diseñado con una bancada de máquina estable para ciclos de carga más frecuentes. Presión de inyección 1500 bar que incluye una fuerza de cierre de molde 250 kN [45].

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de investigación

2.1.1.1 Bibliográfica

En la presente investigación se utiliza el método bibliográfico mediante la recopilación y análisis de la información proveniente de libros, tesis, investigaciones científicas, manuales, fichas técnicas, planos, normas y especificaciones sobre el proceso de obtención de baldosas que será fundamental para establecer parámetros y lineamientos de la tecnología de manufactura de la fachaleta con material PVC.

2.1.1.2 Descriptiva

Se analiza las propiedades mecánicas del policloruro de vinilo (PVC) mediante ensayos de resistencia de materiales de impacto con normativa ASTM D 5628 - 10, dureza con normativa INEN ISO 868, compresión con normativa ASTM D 695, inflamabilidad con normativa INEN ISO 3795 y ensayo a la reacción de rayos UV mediante generación de un ambiente externo en condiciones críticas.

2.2.2 Nivel de investigación

2.2.2.1 Exploratorio

El nivel exploratorio permitirá analizar la incidencia de la fractura de fachaletas cerámicas mediante los procesos preliminares como son la carga, transporte y manipulación, debido a que no ha sido estudiado a profundidad y su repercusión en las variables de la presente investigación.

2.2.2.2 Aplicativo

En la presente investigación es de nivel aplicativo debido a que se solucionara el problema de fractura de las fachaletas de origen cerámico mediante la propuesta del proceso tecnológico para la fabricación de fachaletas de policloruro de vinilo como material alternativo.

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

En la presente investigación se analiza como población la diversidad de fachaletas comerciales ecuatorianas en distintos formatos, y se implementará el material plástico PVC para la fabricación de fachaletas por medio de un molde de inyección.

2.3.2 Muestra

En este proyecto de investigación se manejan varias variables que pueden ser controladas y manipuladas por el investigador, se analiza parámetros de diseño para un molde estándar de dos placas por facilidad de desmoldeo de las piezas de fachaleta también se evalúa las propiedades mecánicas del material PVC mediante probetas por cada ensayo de acuerdo a la normativa correspondiente, para impacto ASTM D 5628-10, ensayo de dureza INEN ISO 868, inflamabilidad INEN ISO 3795, y compresión ASTM D 695 de igual manera se realiza un análisis del comportamiento de fachaletas a condiciones externas críticas, simulando el desgaste por radiación UV, la geometría de la fachaleta de PVC tiene un promedio de 30 mm de largo, 30 mm de ancho con un espesor de 2 mm, de esta forma se verifica en base a la normas que regula los diseños y tamaños en el país.

2.4 Operacionalización de variables

2.4.1 Variable Dependiente

Tabla 5: V.D: Las propiedades del policloruro de vinilo

Conceptualización	Categorías	Indicador	Índice	Técnicas e instrumentos
Propiedades del policloruro de vinilo (PVC) (C ₂ H ₃ Cl)	Geometría y calidad superficial	Control dimensional	Método Experimental	Observación directa Calibrador
		Textura de acabado superficial		
	Propiedades mecánicas	Resistencia de dureza	INEN ISO 868	Medición directa
		Resistencia a compresión	ASTM D695	Medición directa
		Resistencia al impacto	ASTM D 5628-10	Medición directa
Flamabilidad	INEN ISO 3795	Medición directa		
Radiación UV	Método experimental	Observación directa		

Tabla 6: Proceso Tecnológico para la fabricación de fachaletas

Conceptualización	Categorías	Indicador	Índice	Técnicas e instrumentos
La elaboración de fachaletas mediante un proceso de moldeo por inyección es un proceso mediante el cual trabaja con temperatura velocidad y presión de cierre de molde	Uniformidad de espesores en la fachaleta	Presión de cierre de moldeo	Aplicación (100-110 PSI)	Observación Instrumentos de medición
	Tiempo de llenado molde	Temperatura de inyección boquilla	Aplicación Min 185 °C Max 195 °C	Bibliografía Observación Instrumentos de medición

2.5 Recolección de la información

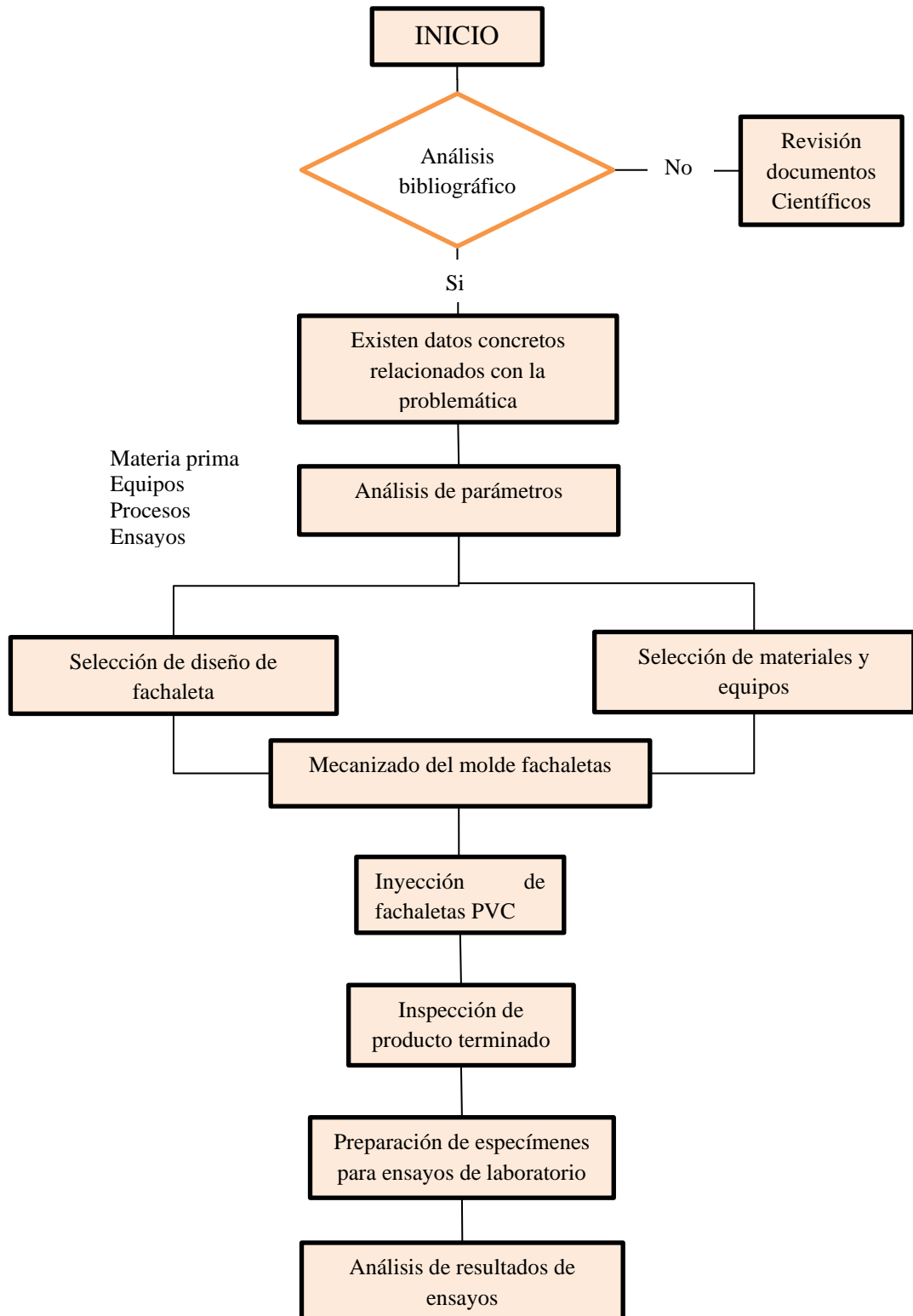


Figura 11: Flujograma del plan de recolección de información.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis e interpretación de resultados

En la presente investigación se establece el siguiente flujograma de procesos para el desarrollo y análisis de resultados ver Figura 12.

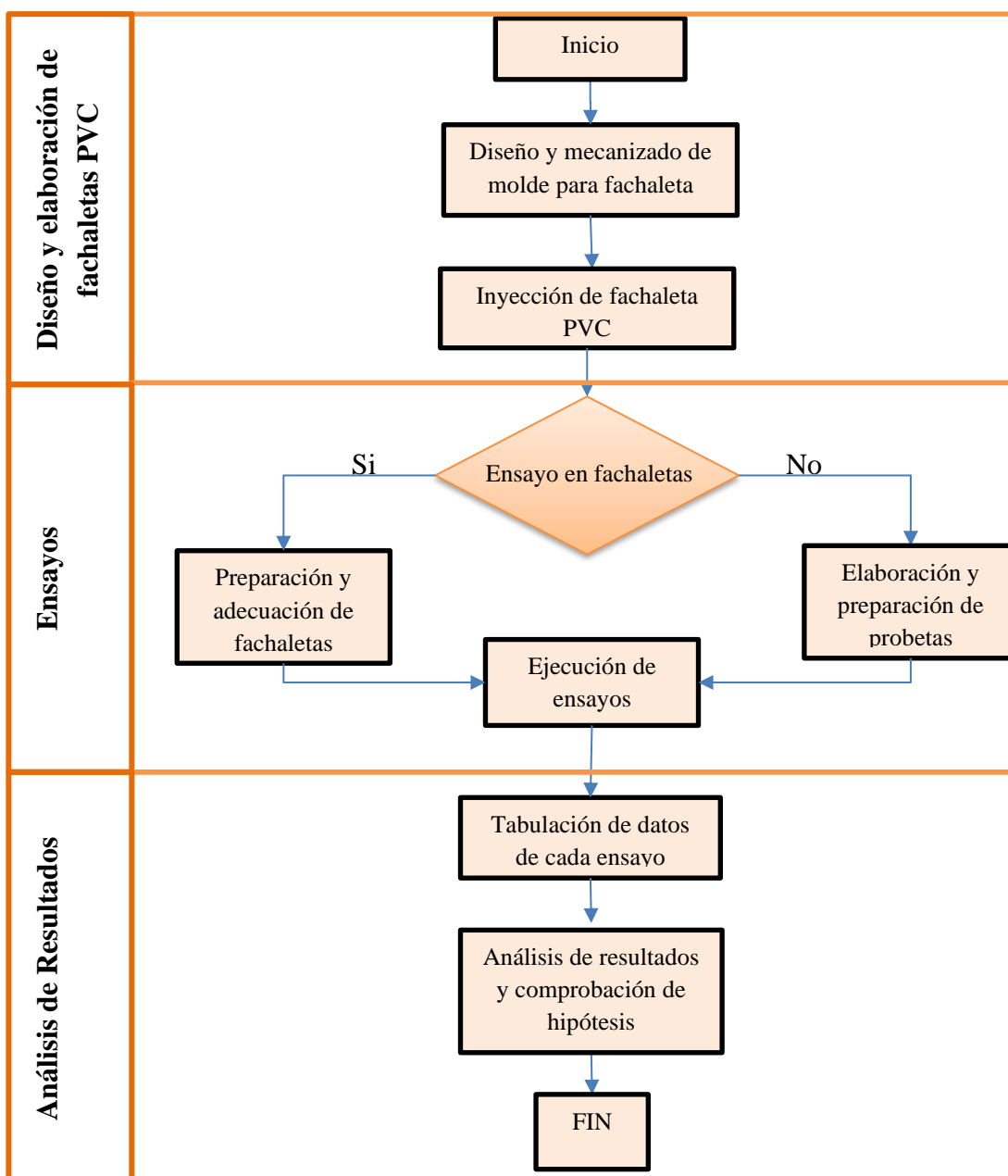


Figura 12: Flujograma de análisis y recolección de información.

3.2 Diseño y elaboración de fachaleta

Para diseñar la fachaleta se identificó parámetros de viscosidad, densidad ajustes, colores y modelos actuales basados en estos ítems se realiza una investigación de los modelos comerciales un ejemplo se muestra en la Figura 13.



Figura 13: Modelo de Fachaleta comercial [46]

En base al modelo comercial se diseña la fachaleta de esta investigación con medidas estándar y se considera que la fachaleta es una sola pieza, el espesor de la fachaleta se establece en 2 mm, en la Figura 14 se presenta una vista isométrica del modelo diseñado mediante Software.

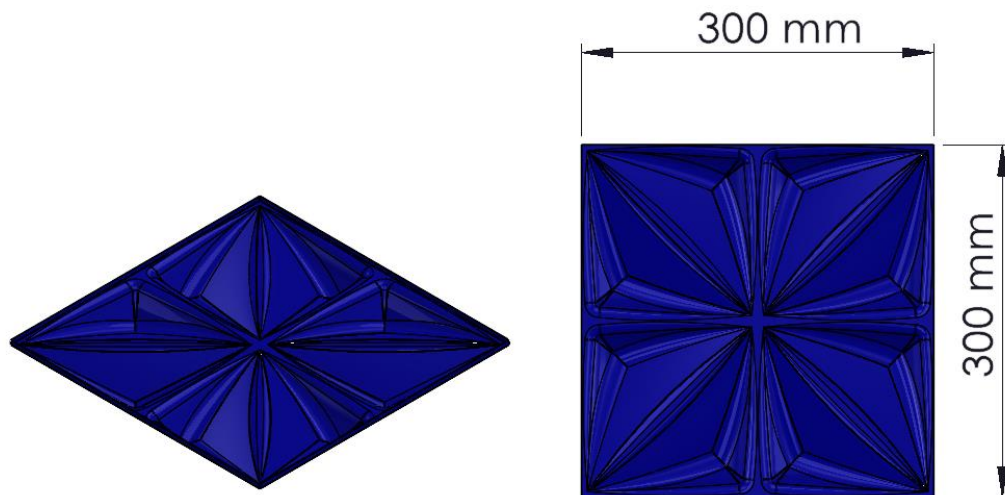


Figura 14: Modelo y medidas de fachaleta propuesto.

3.2.1 Diseño del molde de la fachaleta

El diseño asistido por computador juega un papel importante en el proceso de manufactura de moldes de inyección, mediante el modelo tipo nurbs se exportar el

modelo geométrico a otro software de diseño CAD y realizar animaciones o render del modelo y simulaciones de análisis. Es importante instalar plug-ins que aportan en el diseño y análisis estructurales, La simulación está estrechamente relacionada incluso con la fabricación, la impresión 3D y la creación rápida de prototipos en el proceso de fabricación robótica.

Con los datos obtenidos de todas las curvas se procede a diseñar la fachaleta, el diseño se empieza en la parte superior de la fachaleta, el área que servirá como área de contacto con el exterior, para realizar la superficie en contacto con la pared es importante considerar el tipo de diseño permitiendo tener paredes rígidas evitando deformaciones en la fachaleta ver Figura 15.

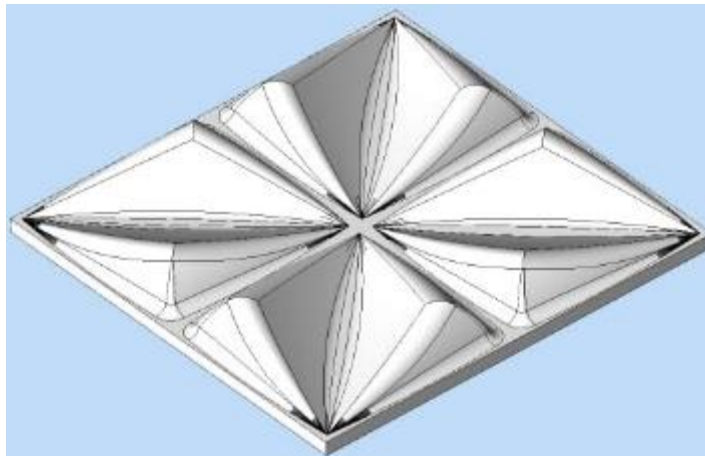


Figura 15 : Diseño del molde de fachaleta PVC

El modelo diseñado debe quedar dividido en dos componentes: el interno mediante el lateral y el externo con el lateral, de esta forma el cierre del molde quedará en los partes laterales, el diseño es un conjunto de dos piezas macho o tapa del molde y la hembra o cavidad del molde). Por lo que en el diseño del molde se determina la fuerza de cierre del molde mediante la ecuación 1 [47].

$$F_C = \frac{P \times (A_P \times N + A_R)}{1000} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

FC= Fuerza de cierre del molde.

P= Presión teórica media del material plástico.

A_P= Área de proyección.

N= el número de cavidades.

A_R = Área proyectada de los canales.

1000= Factor de conversión a [Tn].

La presión teórica del material PVC rígido se estima 145.82 Kg/cm² ver anexo 2, para el área proyectada se obtiene del diseño CAD de la fachaleta con un valor de 900 cm², el número de cavidades en el molde es 4, el área proyectada para canales es 2, y se obtiene un valor para la fuerza de cierre de:

$$F_C = 525.24 \text{ Ton}$$

La presión interna que el PVC rígido en su estado cremosa genera contra las paredes del molde se determina con la siguiente expresión:

$$P_i = \frac{F_i}{A} \quad \text{Ec. 2}$$

En el anexo 3 el PVC rígido tiene un esfuerzo de compresión del 3.10 % y la fuerza interna sobre las paredes del molde se ve reducida a un 96.9 % durante la aplicación de la fuerza de cierre.

Además se considera el área de las paredes laterales verticales que son las que no cuentan con ningún otro soporte, para este caso se determina las partes inferior y superior del molde de fachaleta y que son soportadas por los platos de la prensa como base y se pueden obtener del modelo de diseño CAD siendo el valor de 199.11 cm²[47].

$$P_i = 255.62 \text{ kgf/cm}^2$$

Mediante el avance de elaboración de la investigación se puede evidenciar que es necesario realizar un análisis de los esfuerzos producidos por la presión interna permite establecer el espesor de pared, ya que la presión soporta un esfuerzo axio-simétrico, y como se indicó únicamente se consideran las paredes laterales del molde que se ha propuesto para esta investigación [47].

Debido al modelo no existen esfuerzos tangenciales cortantes, y los esfuerzos longitudinal y transversal son constantes a través de toda la pared lateral.

$$\frac{P}{t} = \frac{\sigma_t}{R_t} + \frac{\sigma_L}{R_L} \quad \text{Ec. 3}$$

El molde es completamente vertical se determina que va al infinito por lo que la expresión queda definida mediante la ecuación (4)

$$\frac{P}{t} = \frac{\sigma_L}{R_L} \quad \text{Ec. 4}$$

Para calcular el espesor de pared lateral mínimo se utiliza la ecuación 5 que resulta de despejar t en la ecuación 4.

$$t = \frac{P_i \times R_L}{\sigma_L} \quad \text{Ec. 5}$$

Los esfuerzos que presenta el Alume 89 está detallado en el anexo 1 en la Tabla de esfuerzos, y tiene valor de 430N/mm^2 . El radio longitudinal interno se calcula un promedio mediante el modelo CAD y la ayuda del software, obteniendo un valor de 15 cm, mientras que el espesor mínimo es:

$$t = 0.90927\text{cm}$$

Por lo tanto, el espesor de la pared se calcula para la temperatura ambiente de trabajo, e inyección de PVC se requiere de 160 a 190 °C, con el sistema para enfriar que viene incorporado por lo que no es indispensable realizar este análisis.

- El espesor de pared se determina en 10 mm.

Con el perfil del molde para la fachaleta empezamos en cavidad y tapa se procede modelar el molde en 3D mediante el software CAD y se muestra en la Figura 16.

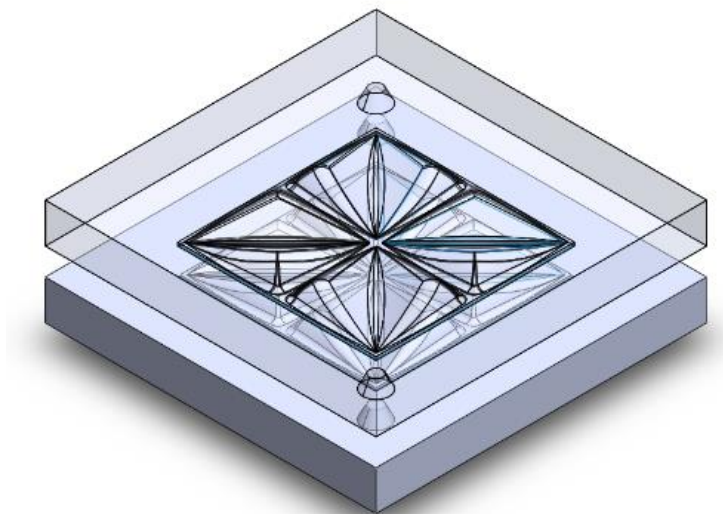


Figura 16: Diseño del molde de fachaleta PVC.

En el diseño de la cavidad del molde se evalúa la curva de la fachaleta con un acabado fino, evitándose al momento de la inyección una superficie con ranuras, en la Figura 17 se muestra un corte en isométrica de la cavidad del molde.

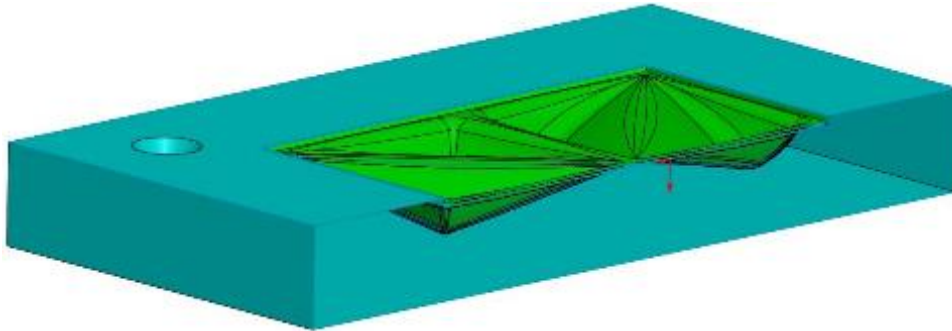


Figura 17: Corte en isométrica de la cavidad del molde.

Para el diseño de la tapa del molde de la fachaleta es importante realizar mediante la curvatura con la que se realizó la cavidad, y se le conoce como curva de cierre, pues es donde el molde se cierra por completo dejando la cavidad en su interior donde se debe formar la fachaleta completamente, evitando fugas del PVC, en la Figura 18 se muestra el corte de la tapa del molde.

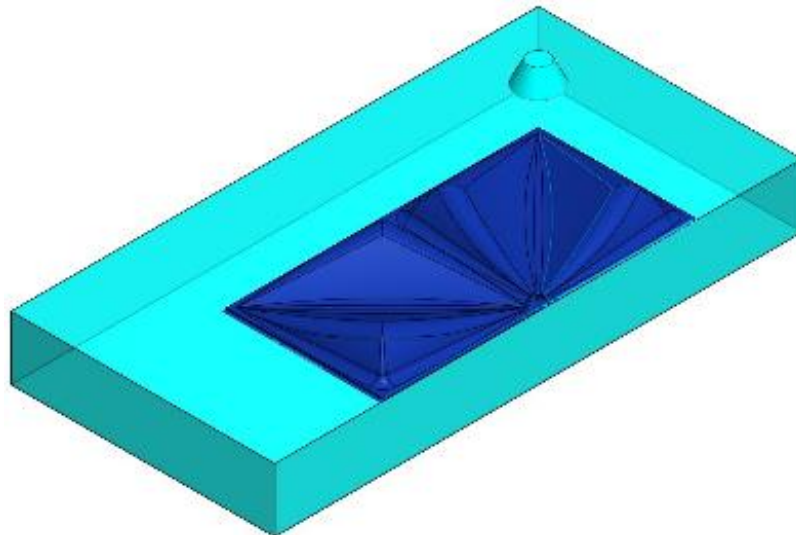


Figura 18: Corte en isométrica de la cavidad del molde.

En la Figura 19 se muestra el molde de dos placas diseñado mediante herramientas CAD realizado a partir del diseño de modelado de la fachaleta, constando las dos piezas una tapa y una cavidad.

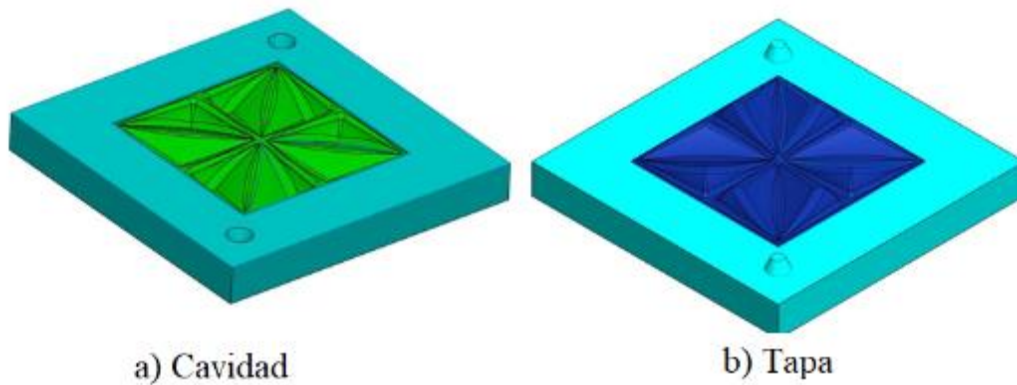


Figura 19: Partes del molde.

En la Tabla 7 se detalla el tiempo que conlleva realizar el molde para la fachaleta

Tabla 7: Tiempos empleados en el diseño de molde

Molde	Tiempo empleado	
	Fachaleta	Cavidad
Tapa		17 min


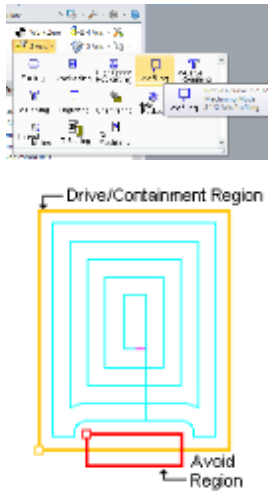
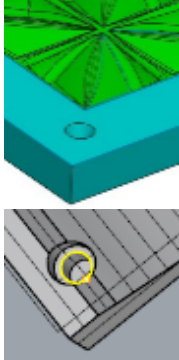
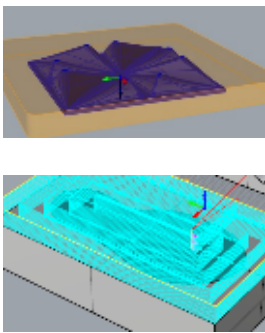
3.2.2 Parametrización de molde

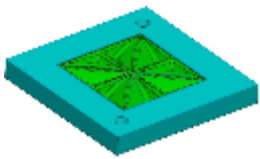
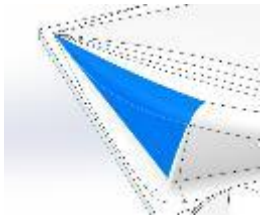
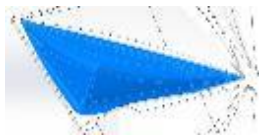
Para el proceso de manufactura mediante la utilización de los sistemas CAD/CAM se ha reducido tiempos de fabricación de piezas, moldes y modelos complejos, también ayudan a definir buenos acabados, mediante el software de modelación antes descrito.

Una vez que se ha obtenido el diseño del molde se da inicio a la configuración de las técnicas de mecanizado para el proceso de fabricación de piezas y moldes por lo que se requiere de exactitud y así disminuir los tiempos de mecanizado, evitando paros o fallas incluso a romper la herramienta de trabajo, o el choque del husillo con la mesa de trabajo, es importante que las técnicas y métodos así como las herramientas siempre tengan una secuencia que garantice el corte del material en forma correcta sin exceder la capacidad máxima de corte de la herramienta y del husillo [47].

En la Tabla 8 se procede a describir el método para parametrización de la manufactura del molde

Tabla 8: Proceso de parametrización de la manufactura

Nº	Ilustración	Operación	Trabajo
1		Bloque de Material	Material en el que se realiza el proceso de mecanizado en la mayoría de softwares CAM es llamado como Stock. Se crear el material en la misma posición cero donde va la máquina
2		Perfilado	Se realiza un desbaste del molde para obtener las dos piezas de igual medida en el conjunto del molde. Se concreta la inspección de geometría (perfil que este debe seguir) con los mismos perfiles con los que fueron creados los bloques de alumec. Se usa una fresa de diámetro 50 mm con placas cuadradas con una pasada de un corte de 3mm, velocidad y avance 5100 RPM, velocidad de corte 4080 mm/min para este tipo de material [47].
3		Perforado o drill	La broca tendrá un diámetro de $\frac{3}{4}$ " , 1528 rpm del husillo obtenido mediante cálculo. Esto se realiza mediante la operación drill o perforado que viene en el programa de mecanizado [47].
4		Desbaste Horizontal	Para el corte del material aluminio se realiza un desbaste que se aproxima a la forma del molde, se utiliza la herramienta de placas redondas con diámetro de 50mm cada placa tiene 12mm de diámetro, cada pasada corta 2mm de material, la placa realiza cortes de hasta 5mm.

N°	Ilustración	Operación	Trabajo
5		Terminado Paralelo	Esta operación se realiza con una herramienta promedio de las herramientas inicial y final siendo de 25 mm para no ocasionar daños a las herramientas de la máquina.
6		Vaciado del modelo	Retira el exceso de material de esta forma llega a todas las direcciones sobre las superficies del molde, se recomienda realizar esta operación con la herramienta promedio con un diámetro de 12 mm y de preferencia de forma redonda por facilidad de maquinado.
		Mecanizado de Curva	Para el mecanizado de curva se utiliza una herramienta que retire el material en todo el contorno de la fachaleta, por lo que la herramienta tiene un diámetro de 3mm para alcanzar las esquinas y borde que tiene ángulos rectos de esta forma se da el modelo que se ha diseñado de la fachaleta.

El mismo proceso se realiza para el mecanizado de la tapa del molde, por lo que se guardar esta parametrización como plantilla de trabajo como se indica en la Tabla 9.

Tabla 9: Tiempos empleados en la parametrización

Operación	Tiempo(min)
Perfilado	3
Perforado	3
Desbaste horizontal	4
Terminado Paralelo	4
Vaciado 3D	4
Total operaciones	18 min




3.2.3 Mecanizado de molde





Ahora se procede a realizar el mecanizado con una configuración especial en cada centro de mecanizado que debe ser ajustado para dar inicio al mecanizado del molde. Estos métodos y parámetros de mecanizado del molde permite definir calidad, velocidad, exactitud y la transparencia del modelo, para obtener un mecanizado de por medio de operaciones [47].

Para obtener el Post Procesado de las operaciones de mecanizado, se genera los códigos G y M, que son los más utilizados para la mayoría de máquinas pero siempre existen diferencias de una máquina a otra esto principalmente para los códigos de configuración y lectura. Después de haber generado el código G este se carga a la memoria de almacenamiento de la máquina [47].

En la Tabla 10 se puede evidenciar el proceso de mecanizado del molde completo, mismo que se divide en dos sub procesos, para la cavidad y la tapa del molde.

Tabla 10: Proceso de mecanizado del molde

Nº	Ilustración	Proceso	Herramienta	Maquinaria	tiempo
1		Adquirir material	Bloque de aluminio.		
2		Colocar herramientas	Para proceso de perfilado, perforado, desbaste, terminado y vaciado		5 min
2		Perfilado	D=50mm #placas=4 Plana D=12mm #filos=2	Centro de mecanizado CNC	30 min

N°	Ilustración	Proceso	Herramienta	Maquinaria	tiempo
3		Perforado	Broca de 3/4"	Centro de mecanizado CNC	10 min
4		Desbaste horizontal	D=50mm #placas=5 Dp=12mm D=25mm #placas=3 Dp=10mm	Centro de mecanizado CNC	45 min
5		Terminado Paralelo	D=25mm #placas=3 Dp=10mm	Centro de mecanizado CNC	35 min
6		Vaciado 3D	D=12mm #filos=2 D=6mm #filos=2 D=3 #filos=1	Centro de mecanizado CNC	40 min

En la Tabla 11 se muestra un resumen de las medidas que se configuraron en cada uno de los métodos y procesos y de las herramientas usadas en el mecanizado de los moldes.

Tabla 11: Parámetros de velocidades para herramientas usadas

Operación	Herramienta	Vc(m/min)	rpm	Vf
Perfilado	D=50mm #placas=4 plana	800m/min	5100	4080mm/min
	D=12mm #filos=2	800m/min	21220	8488mm/min
Perforado	Broca de 3/4"	200ft/min	1528	60960mm/min

Operación	Herramienta	Vc(m/min)	rpm	Vf
Desbaste Horizontal	D=50mm #placas=5 Dp=12mm	800m/min	5425	5425mm/min
	D=25mm #placas=3 Dp=10mm	800m/min	11072	6643mm/min
Terminado Paralelo	D=25mm #placas=3 Dp=10mm	1000m/min	16450	9870mm/min
Vaciado 3D	D=12mm #filos=2	1000m/min	48229	19291mm/min
	D=6mm #filos=2	1000m/min	96166	38466mm/min
	D=3 #filos=1	1000m/min	143912	28782mm/min

También, en la Tabla 12 se calculó los tiempos para el mecanizado del molde de dos piezas cavidad y base.

Tabla 12: Tiempos empleados en el mecanizado del molde

Operación	Tiempo	Total
Cavidad		3.17 horas
Perfilado de pieza	60 min	
Perforado de pieza	10 min	
Desbaste horizontal	45 min	
Terminado Paralelo	35 min	
Vaciado 3D	40 min	
Tapa		2.83 horas
Perfilado del molde	60 min	
Perforado del molde	10 min	
Desbaste horizontal	45 min	
Terminado Paralelo	35 min	
Vaciado 3D	20 min	

3.2.4 Inyección por moldeo de la fachaleta

El proceso de inyección por moldeo es un proceso relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad, dando de manera idónea el proceso al diseño de la fachaleta además de ello este proceso sirve para la unir las cadenas moleculares entre sí, y este proceso tiene un costo de producción bajo, por lo que exige rapidez en la inyección, temperaturas bajas, y el ciclo de moldeo en poco tiempo. Como función principal de inyección es fundir, mezclar e inyectar el PVC. El proceso para la inyección del material PVC rígido sigue el flujograma que se muestra en la Figura 20.

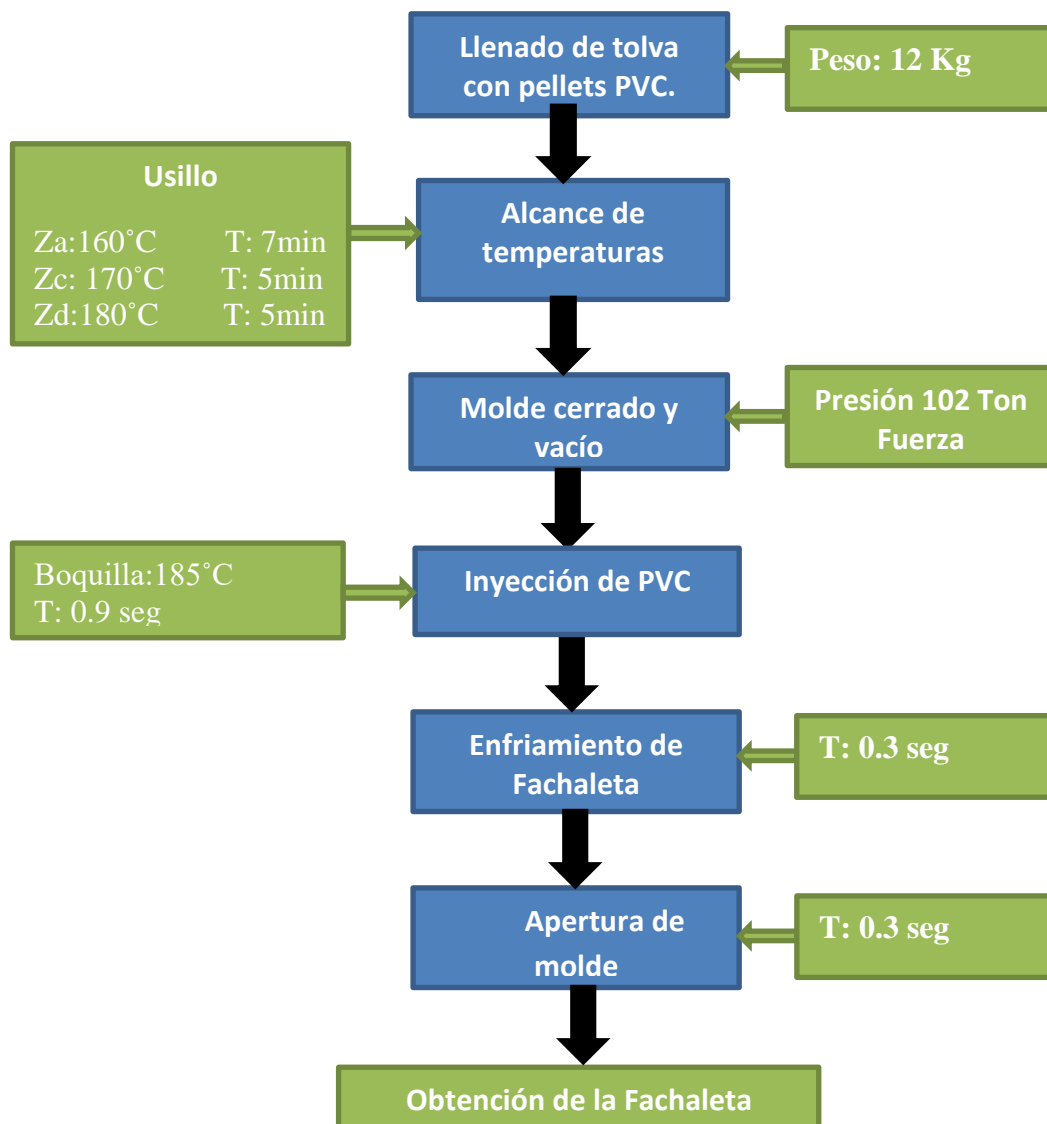


Figura 20: Flujograma para inyección de fachaleta

Una vez que se ha finalizado el proceso de mecanizado del molde se procede al siguiente paso que es su instalación en el molde, considerándose:

- Poner velocidad y presión a un mínimo, activando el modo set up en el panel de selección.
- Asegurar que los pernos expulsores no obstruyan el movimiento.
- Abrir la unidad de cierre para disponer espacio suficiente para la instalación del molde.
- Bajar el molde a su posición e insertar el anillo de centrado, localizado en el molde en el agujero de la platina fija.
- Apagar los motores y el voltaje de control y accionar paro forzoso, para asegurar que la máquina esté fuera de servicio.
- Fijar molde en las platinas usando ocho pernos de acero bajo en carbón, con secciones de 3/4" x 16mm.
- Restablecer el paro forzoso de la máquina.



Figura 21: Colocación del molde en la inyectora

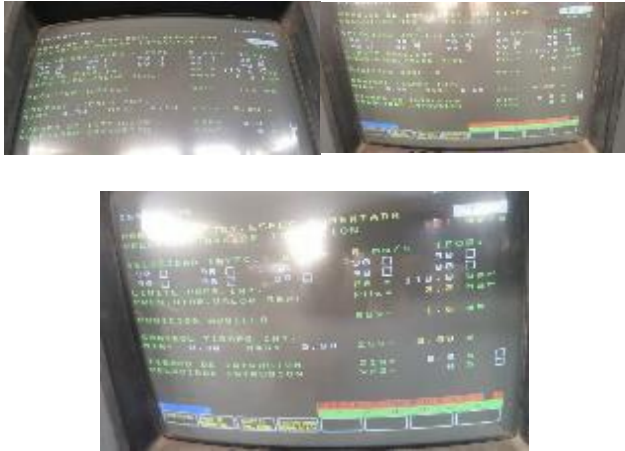
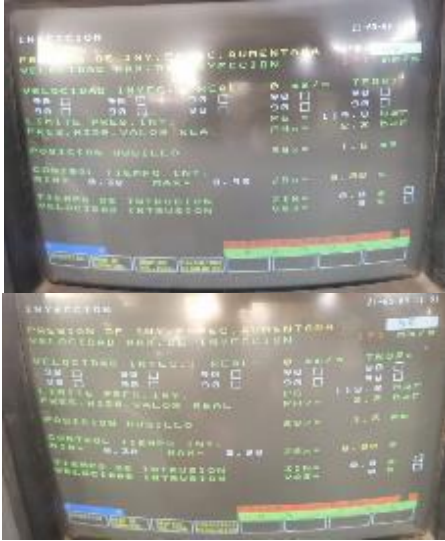

Después de colocar las placas de cierre y el molde en la unidad de inyección por presión a través de la boquilla, la máquina debe inyectar el material a la presión justa, de tal manera que el llenado del molde se realice adecuadamente en la Figura 21 se presenta los parámetros para inyección del material pues se debe controlar velocidad de inyección, presión, tiempo de mantenimiento, velocidad de enfriamiento.

El tipo de ajuste mostrado en la Tabla 13 fueron establecidos para la inyección del material PVC rígido, dentro de estos ajustes se encuentra la temperatura de inyección y enfriamiento, estos datos son obtenidos por fichas técnicas del fabricante de la materia prima a utilizar, también se evalúa la velocidad de inyección, el diámetro de pellet y la boquilla a utilizar son características principales de la inyectora.

El acabado de la fachaleta influye directamente en la superficie del molde en especial de la cavidad ya que es la parte que será visible, por este motivo es necesario escoger a detalle la herramienta que dará la última pasada a la cavidad. La inyectora ofrece algunos modos de vista en pantalla que permiten ingresar los parámetros de inyección.

Tabla 13: Proceso de inyección por moldeo de fachaletas

	<p>Encendido</p> <ul style="list-style-type: none"> -Enciende voltaje de presión. -Verificar rejillas y cubiertas estén cerradas -Apertura de alimentación para enfriamiento -Restablecer los controles en manual.
	<p>Selector de temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> -Seleccionar de modo manual -Colocación de la temperatura conforme a ficha técnica del material. <p>Normalmente toma entre 15 y 20 minutos hasta que el usillo y cilindro alcance la temperatura de operación.</p>
	<p>Ajuste de la fuerza de cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> -Seleccionar modo manual. -Poner presión de cierre al 100% -Abrir y cerrar el molde para que aparezca un valor real de la fuerza de cierre y el programa automático se ajusta a la altura del molde.
	<p>Ajuste de la unidad de cierre y el expulsor</p> <p>Dentro de este parámetro se realiza ajustes de posicionamiento.</p>

	<p>Ajuste de carrera y presión de boquilla</p> <ul style="list-style-type: none"> -Asegurar que el orificio de la boquilla este alineado con el buje del bebedero. -Fijar la velocidad de retroceso de la boquilla y las dos velocidades de avance permitiendo una presión suave. -Fijar la presión de boquilla contra el buje del bebedero durante la inyección. -Poner cronómetro con suficiente tiempo para generar la presión para adelantar la boquilla a nivel deseado
	<p>Inyección de pellets PVC</p> <ul style="list-style-type: none"> -La capacidad de inyección para material con gravedad específica de $1 = 4.97$ onzas. -El PVC tiene un peso específico de 1.38 -La capacidad de inyección será de 6.85 onzas = 194.20gr por producto. -La pieza moldeada es de 30x30 cm entonces el área es de 900 cm² -Con una presión de cierre igual 102 toneladas de fuerza o 1000 kN -Encender modo automático <p>Iniciar producción</p>
	<p>Procedimiento de paro</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mover la tolva hacia atrás evitando el paso de material -Apagar refrigeración -Activar modo manual -Reducir presiones de inyección y purgar hasta que el material sea removido del cilindro. -Examinar la cavidad del molde -Apague interruptor de moldeo

Finalmente, una vez concluido el tiempo de enfriamiento se considera que el material de la fachaleta ha alcanzado la temperatura denominada de extracción, el molde se abre y se expulsa la pieza de su interior para reiniciar el nuevo ciclo de inyección.

La fase de nuevo ciclo comienza simultáneamente con la de llenado (inyección), dado que el material empieza a enfriarse tan pronto y toca la pared del molde. Finaliza cuando la pieza alcanza la temperatura adecuada para su extracción.

En ocasiones es necesario esperar un tiempo, entre la etapa de plastificación y la de apertura de molde, para que se produzca el enfriamiento requerido de la pieza. El objetivo de ello es conseguir una consistencia tal, que impida su deformación al ser expulsada en la Figura 22 se presenta la fachaleta obtenida del proceso de inyección.



Figura 22: Fachaleta PVC rígida

3.3 Proceso para obtener probetas

3.3.1 Probetas para ensayo de dureza SHORE D

Las dimensiones de la probeta se realizaron de conformidad a la norma UNE-EN-ISO 868, para lo cual se entregó 4 fachaletas de dimensiones 300 x 300 x 2 mm, y posterior la realización del ensayo de dureza en el laboratorio del Centro de Transferencia y Tecnología de la facultad de ingeniería Civil y Mecánica en la Figura 23, se presenta el modelo de la fachaleta para el ensayo de dureza SHORE D.



Figura 23: Probeta para ensayo de dureza

3.3.2 Probetas para ensayo de impacto

Las probetas del ensayo de impacto deben cumplir las indicaciones de la norma ASTM D5628-10 para el ensayo se realizó 10 probetas de 58 x 58 mm y espesores que varían de 4 a 5mm con material PVC como se indica en la Figura 24.

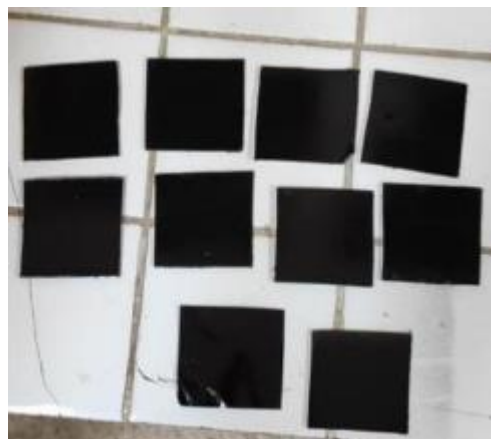


Figura 24: Probeta para ensayo de impacto

En la Tabla 14 se detalla los grupos de probetas que se enviaron al Centro de Transferencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para el ensayo de impacto.

Tabla 14: Probetas de PVC

Grupo 1			
Codificación	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)
Fach-01	57,51	58,01	2,00
Fach-02	57,42	58,07	2,00

Codificación	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)
Fach-03	57,52	58,21	2,00
Fach-04	57,99	58,15	2,00
Fach-05	57,95	58,22	2,00
Grupo 2 probetas			
Fach-01	58,11	57,65	2,00
Fach-02	58,44	57,69	2,00
Fach-03	58,02	57,37	2,00
Fach-04	58,99	57,54	2,00
Fach-05	58,15	57,67	2,00

3.3.3 Ensayo de inflamabilidad

Este ensayo se realiza bajo la norma ISO 3795, las dimensiones son de 293 x 100 x 2 mm se realiza 5 probetas de cada material y se mide la velocidad de quemado en mm/min determinando el índice de combustión de cada material en la Figura 25, se presenta las probetas para los ensayos de retardancia al fuego de la fachaleta con material PVC.

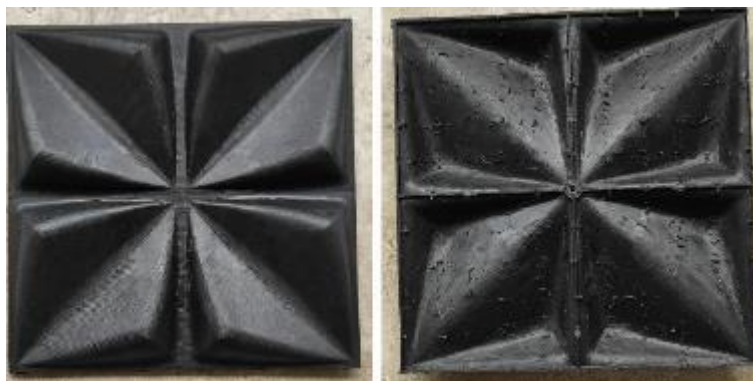


Figura 25: Probetas para ensayo de inflamabilidad

3.3.4 Probeta ensayo de compresión

Las probetas para la realización del ensayo de compresión fueron obtenidas por inyección de acuerdo a la norma ASTM D695-15 las medidas de la probeta se presentan en la siguiente Figura 26.

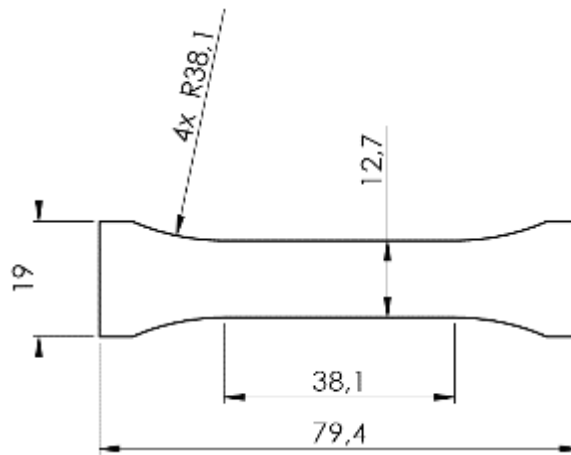


Figura 26: Probeta para compresión [36]

Las probetas del material PVC se fabricaron en espesores de 2mm, esto con el fin de someterlas a carga en la máquina de compresión hasta obtener el comportamiento del material en la Figura 27 se presenta la probeta de PVC construida.



Figura 27: Probetas de PVC

3.3.5 Probeta experimento resistencia a la radiación UV

Las probetas del material PVC se fabricaron en espesores de 2mm, esto con el fin de someterlas a un ensayo experimental, en el que consta que una fachaleta va a estar expuesta a condiciones climáticas y otros parámetros que detallan a continuación:

- Expuesto a una luz constante de reflector de luz halógena con una potencia de 220 amperios
- Expuesto a un chorro de agua de manera constante

En la Tabla 15 se muestra las probetas de PVC para realizar el experimento de radiación de la fachaleta.

Tabla 15: Probetas de PVC

Probeta para experimento a radiación UV		
1		Fachaleta de 300x300x2mm
2		Fachaleta a condiciones antes mencionadas
3		Fachaleta después de 7 semanas expuesta a condiciones extremas

3.4 Análisis de resultados obtenidos

A continuación, se presentan los resultados de todos los ensayos realizados en el laboratorio del Centro de Transferencia y Tecnología de la facultad de ingeniería Civil y Mecánica de la provincia de Tungurahua.

3.4.1 Análisis de resultados del ensayo de dureza

Tabla 16: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 1




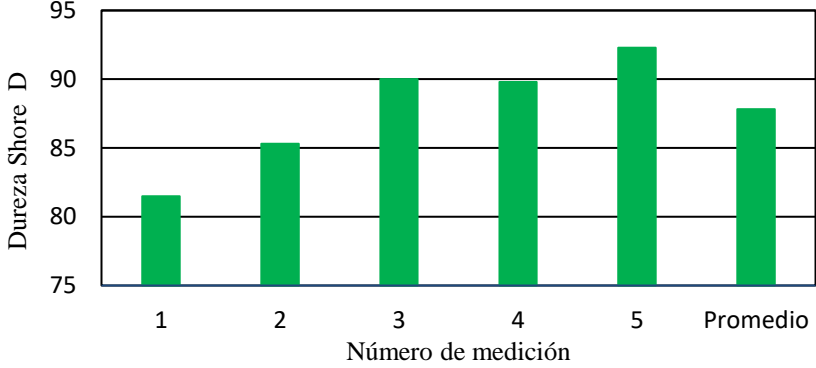
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo Dureza		
Información del ensayo				
Fecha:	09/04/2021	Revisión: 01	Pág. 1 de 4	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	SHORE D Ensayos en gomas y plásticos duros			
Dimensiones:	Promedio 30 x 30 cm y espesor de 2mm			
Equipo:	Durómetro para metales	Iluminación:	Luz Natural	
Temperatura	18,60 °C	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probeta	Número de medición	Dureza SHORE D		
Fachaleta 1	1	81,5		
	2	85,3		
	3	90,0		
	4	89,8		
	5	92,3		
Promedio		87,82		
PROBETAS ENSAYADAS				
Ensayo dureza 1				
				
OBSERVACIONES:				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastián Villegas	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	09/02/2021	09/04/2021	15/04/2021	

Tabla 17: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 2




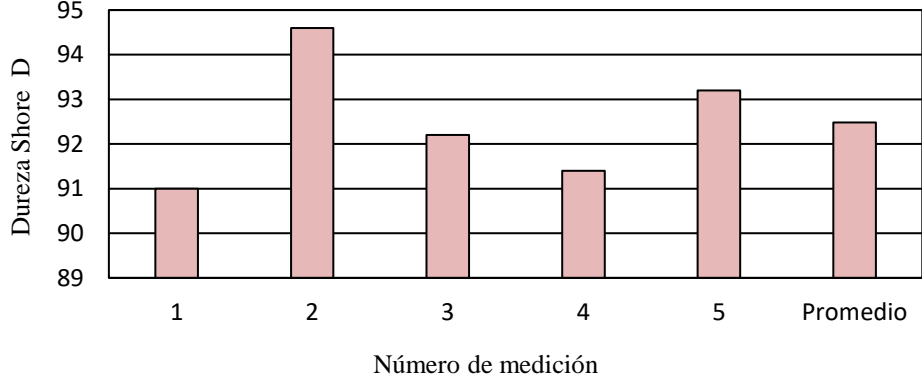
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo Dureza		
información del ensayo				
Fecha:	09/04/2021	Revisión: 01	Pág. 2 de 4	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	SHORE D Ensayos en gomas y plásticos duros			
Dimensiones:	Promedio 30x 30cm y espesor de 2 mm			
Equipo:	Durómetro para metales	Iluminación:	Luz Natural	
Temperatura	18,60 °C	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probeta	Número de medición	Dureza SHORE D		
Fachaleta 1	1	91,0		
	2	94,6		
	3	92,2		
	4	91,4		
	5	93,2		
Promedio		92,48		
PROBETAS ENSAYADAS				
Ensayo de dureza 2				
				
OBSERVACIONES:				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastian Villegas	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	09/02/2021	09/04/2021	15/04/2021	

Tabla 18: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 3




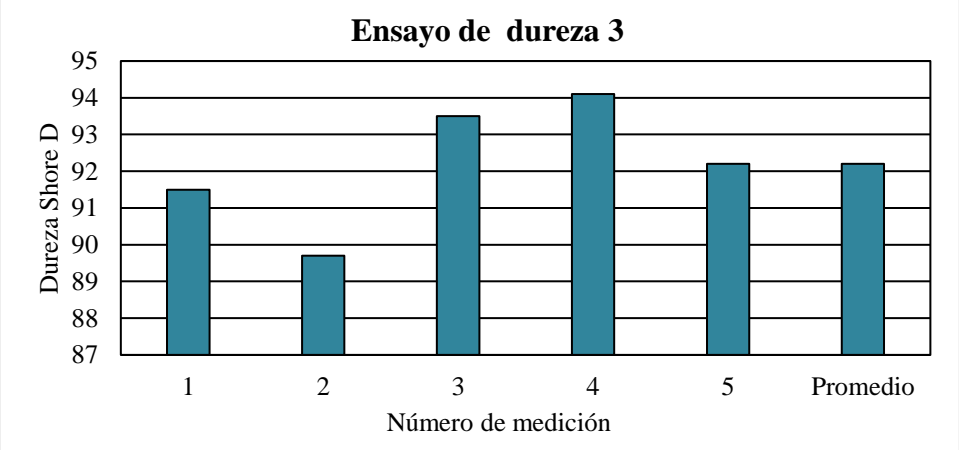



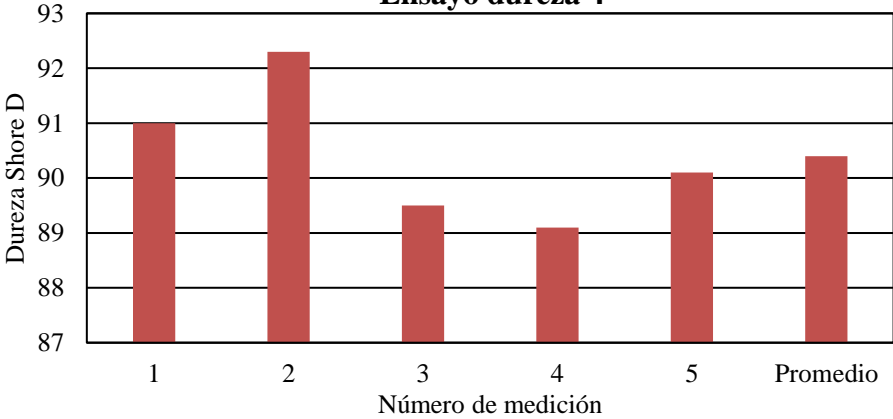
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo Dureza		
información del ensayo				
Fecha:	09/04/2021	Revisión: 01	Pág. 3 de 4	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	SHORE D Ensayos en gomas y plásticos duros			
Dimensiones:	Promedio 30x 30 cm y espesor de 2mm			
Equipo:	Durómetro para metales	Iluminación:	Luz Natural	
Temperatura	18,60 °C	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probeta	Número de medición	Dureza SHORE D		
Fachaleta 1	1	91,5		
	2	89,7		
	3	93,5		
	4	94,1		
	5	92,2		
Promedio		92,2		
PROBETAS ENSAYADAS				
Ensayo de dureza 3				
				
OBSERVACIONES:				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastián Villegas	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	09/02/2021	09/04/2021	15/04/2021	

Tabla 19: Ensayo de dureza fachaleta de PVC probeta 4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo Dureza		
información del ensayo				
Fecha:	09/04/2021	Revisión: 01	Pág. 4 de 4	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	SHORE D Ensayos en gomas y plásticos duros			
Dimensiones:	Promedio 30x 30cm y espesor de 2mm			
Equipo:	Durómetro para metales	Iluminación:	Luz Natural	
Temperatura	18,60 °C	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probeta	Número de medición	Dureza SHORE D		
Fachaleta 1	1	91,5		
	2	89,7		
	3	93,5		
	4	94,1		
	5	92,2		
Promedio		92,2		
PROBETAS ENSAYADAS				
Ensayo dureza 4				
				
OBSERVACIONES:				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastián Villegas	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	09/02/2021	09/04/2021	15/04/2021	

3.4.1.1 Análisis de resultados ensayo de impacto

Tabla 20: Ensayo de Impacto por dardo en polímeros



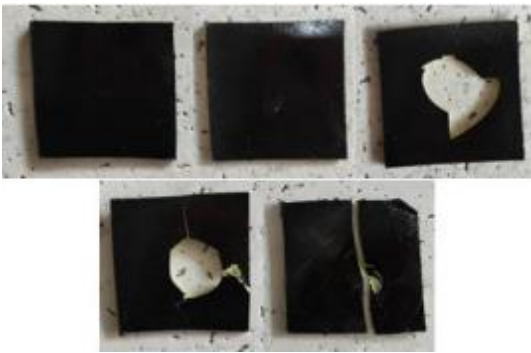
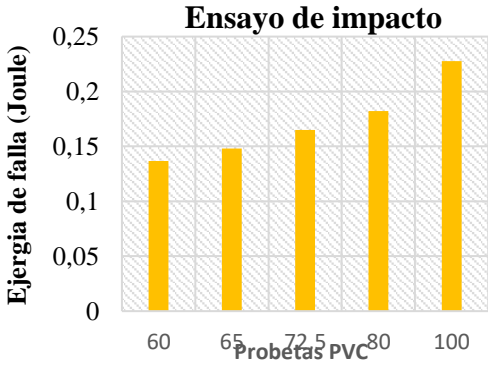


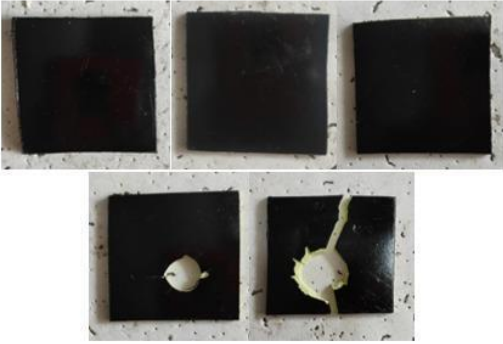
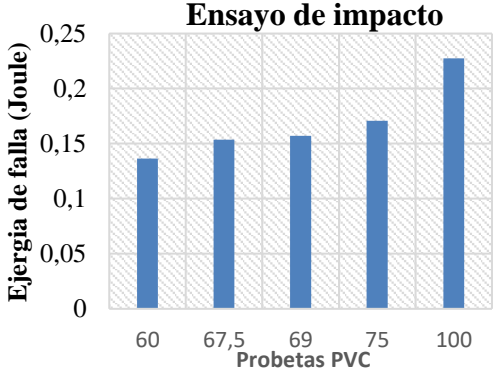



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura						
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC					
	Tipo de prueba:	Ensayo de impacto fachaleta					
información del ensayo							
Fecha:	07/04/2021	Revisión: 01	Pag. 1 de 2				
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.						
Norma:	ASTM D5628-10						
Dimensiones:	Promedio 58 x 58 mm y espesor de 2 mm						
Equipo:	Máquina tipo caída de masas de impacto						
Altura	Variable	Tipo de material	PVC				
RESULTADO DEL ENSAYO							
Probetas	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Masa (kg)	Altura (mm)	Energía (J)	Falla
1	57.51	58.01	2.00	0.232	60	0.1366	No
2	57.42	58.07	2.00	0.232	65	0.148	No
3	57.52	58.21	2.00	0.232	72.5	0.165	Si
4	57.99	58.15	2.00	0.232	80	0.1821	Si
5	57.95	58.22	2.00	0.232	100	0.2276	Si
PROBETAS ENSAYADAS							
							
OBSERVACIONES:							
Todas las probetas se realizaron con el método de prueba E, según la norma ASTM D 5628-10 y su fallo a una altura 72.5mm, energía 0.165 J							
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:				
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastián Villegas	Ing. Mauricio Carrillo				
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis				
Fecha:	07/02/2021	07/04/2021	15/04/2021				

Tabla 21: Ensayo de Impacto por dardo en polímeros

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura						
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC					
	Tipo de prueba:	Ensayo de impacto fachaleta					
información del ensayo							
Fecha:	07/04/2021	Revisión: 01	Pág. 2 de 2				
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.						
Norma:	ASTM D5628-10						
Dimensiones:	Promedio 58x 58 mm y espesor de 2mm						
Equipo:	Máquina tipo caída de masas de impacto						
Altura	Variable	Tipo de material		PVC			
RESULTADO DEL ENSAYO							
Probetas	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Masa (kg)	Altura (mm)	Energía (J)	Falla
6	58.11	57.65	2.00	0.232	60	0.1366	No
7	58.44	57.69	2.00	0.232	67.5	0.1536	No
8	58.02	57.37	2.00	0.232	69	0.157	No
9	58.99	57.54	2.00	0.232	75	0.1707	Si
10	58.15	57.67	2.00	0.232	100	0.2276	Si
PROBETAS ENSAYADAS							
							
OBSERVACIONES:							
Todas las probetas se realizaron con el método de prueba E, según la norma ASTM D 5628-10 la altura máxima a la cual falla es de 75mm, energía 0.1707 J							
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:				
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Sebastián Villegas	Ing. Mauricio Carrillo				
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis				
Fecha:	07/02/2021	07/04/2021	15/04/2021				




3.4.1.2 Análisis de ensayo de inflamabilidad

Tabla 22: Ensayo de inflamabilidad

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo de inflamabilidad		
información del ensayo				
Fecha:	09/04/2021	Revisión: 01	Pág. 1 de 2	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	ISO 3795			
Dimensiones:	Promedio 100 x 293 y espesor de 2mm			
Equipo:	Cámara de combustión tipo horizontal			
Temperatura	Variable	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probetas	distancia	Tiempo(s)	Tasa de combustión	
1	0	0	0	
2	0	0	0	
3	0	0	0	
4	0	0	0	
5	0	0	0	
Observaciones: La incertidumbre expandida es $K=2$				
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIONES:				
Se observó que la tasa de combustión del material es inherente el índice de llama es 0mm/min en las 5 probetas por lo que se considera auto extinguido.				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Gonzalo Naranjo	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	07/02/2021	07/04/2021	15/04/2021	

3.4.1.3 Análisis de ensayo de Compresión

Tabla 23: Ensayo compresión

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	Maestría: Mecánica Mención: Manufactura			
	Tipo de estudio:	Diseño fachaleta PVC		
	Tipo de prueba:	Ensayo de Compresión		
información del ensayo				
Fecha:	28/04/2021	Revisión: 01	Pág. 1 de 1	
Laboratorio:	Centro de Transferencia y Tecnología UTA.			
Norma:	ASTM D 695-15			
Dimensiones:	Probetas en base a la norma			
Equipo:	Máquina de compresión			
Temperatura	Variable	Tipo de material	PVC	
RESULTADO DEL ENSAYO				
Probetas	Distancia (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión (MPa)	Desplazamiento
1	0,2	1,59	3,14	3,72
2	0,2	1,59	4,7	2,78
3	0,2	1,59	5,01	1,92
4	0,2	1,59	2,97	6,18
5	0,2	1,59	5,21	2,32
6	0,2	1,59	5,12	2,26
7	0,2	1,59	4,19	2,53
8	0,2	1,59	4,17	2,18
9	0,2	1,59	2,87	5,92
10	0,2	1,59	2,82	6,1
Promedio	0,2	1,59	4,02	3,591
Observaciones: La incertidumbre expandida es K= 2				
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIONES:				
Se observo que la tasa de combustión el material es inherente el índice de llama es 0mm/min en las 5 probetas por lo que se considera auto extingible.				
	Registrado por:	Realizado por:	Aprobado por:	
Nombre	Ing. Tannia Solís	Ing. Gonzalo Naranjo	Ing. Mauricio Carrillo	
Cargo	Investigador	Encargado CTT-FICM	Director tesis	
Fecha:	20/04/2021	28/04/2021	05/05/2021	

3.4.2 Interpretación de resultados de los ensayos

Del análisis realizado las fichas descritas en los ensayos de dureza, impacto, inflamabilidad y compresión utilizados para obtener las propiedades mecánicas se expone la Tabla 24 de resumen los promedios de las propiedades mecánicas al que fue sometido el material en los diferentes ensayos.

Tabla 24: Resultados de ensayos

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PVC				
Tipo de propiedad	SHORE D	Energía de fallo	Combustión (mm/min)	Resistencia compresión
Dureza	90,725			
Energía de Impacto		0,1707 (J)		
Inflamabilidad			0	
Compresión				4,02 (MPa)

De lo evaluado en la Tabla 24, se establece los parámetros del comportamiento de las propiedades mecánicas obteniendo los valores de todos los ensayos que garantizan la resistencia de la fachaleta a diferentes estados de carga.

3.4.3 Verificación de hipótesis

El proceso tecnológico para la elaboración de fachaletas mediante la utilización de policloruro de vinilo (PVC) 100% virgen servirá como material opcional en la construcción de viviendas.

Hi: Hipótesis: El proceso tecnológico para la elaboración de fachaletas mediante la utilización de policloruro de vinilo (PVC) 100% virgen servirá como material opcional en la construcción de viviendas.

H0: Hipótesis nula: El proceso tecnológico para la elaboración de fachaletas mediante la utilización de policloruro de vinilo (PVC) 100% virgen no servirá como material opcional en la construcción de viviendas.

En esta parte de la investigación en donde se verifica la hipótesis se realiza un estudio acerca del proceso de inyección de material PVC tomando en cuenta el modelo de la fachaleta que presenta una alternativa de producción la inyección por moldeo es así que a continuación se presenta detalles de las propiedades mecánicas que se toman en

cuenta el momento de realizar la construcción del molde de inyección plástica estos factores son:

- Dimensiones de fachaleta
- Diseños de la fachaleta
- Peso de la fachaleta
- Costos del producto final fachaleta
- Número de producción de fachaletas por día

Al finalizar la investigación del proceso tecnológico de producción de fachaletas con material PVC como alternativo en la construcción de viviendas se analiza las propiedades mecánicas del PVC y de la cerámica como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25: Comparación entre fachaleta de cerámica comercial y PVC

Propiedades	Fachaletas cerámicas	Fachaletas PVC
Peso	297 gr	25 gr
Espesor	14 mm	2 mm
Fachaletas/m ²	11 U	11 u
Peso/m ²	33000 gr	275 gr
Energía de impacto	0.13 J	0,1707 (J)
Dureza	85,5 SHORE D	90,73 SHORE D
Inflamabilidad	No es inflamable	No es inflamable
Resistencia a compresión	6.1 MPa	4.05 MPa
Costo	\$ 9.50	\$ 3.73

La Tabla 25 describe los parámetros evaluados entre la fachaleta cerámica comercial y la propuesta con material alternativo PVC se puede verificar que los resultados obtenidos de los diferentes ensayos al que fue sometida la fachaleta son similares y en ciertas propiedades superiores al material cerámico.

Además, el costo de la fachaleta de PVC se estima la comercialización en 3,73 dólares americanos reduciendo significativamente el precio por metro cuadrado.

Finalmente se obtiene el promedio de producción diaria de la fachaleta de material PVC en la Tabla 26 se presenta el número de obtenido.

Tabla 26: Producción diaria de fachaletas

Producción diaria de fachaleta			
Descripción	1.5 seg	hora	día
Fachaleta	1	112	896
Número de fachaleta por día			896
Nota: se debe tomar en cuenta el número de fachaletas producidas por hora al momento de validar la eficiencia en producción de fachaletas de PVC			

Por lo tanto, con los ensayos realizados con el peso comparado entre fachaletas de cerámica vs PVC, capacidad de producción diaria y el costo por metro cuadrado de la fachaleta se establece que el producto final está listo para ser producido y comercializado.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 DESCRIPCIÓN

DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE FACHALETAS CON MATERIAL PVC.

Con el estudio finalizado de producción y fabricación de un nuevo modelo de fachaleta se determinaron varios parámetros necesarios para mejorar en eficiencia y productividad el proceso de obtención de fachaletas. Se pretende mejorar la productividad y manejo de procesos con una operatividad y capacidad de oferta. La investigación pretende dar un valor agregado a la industria cumpliendo con índices de calidad y optimización de proceso.

4.2 Antecedentes de la propuesta

La presente investigación tiene como objetivo fundamental fabricar y comercializar un nuevo modelo de fachaleta decorativa mediante la inyección de material PVC 100% puro que garantice mejores propiedades en resistencia respecto de las fachaletas cerámicas que actualmente se comercializan en el país.

En Ecuador existen varios estudios en el campo de la aplicación del material PVC como un material alternativo enfocados en la construcción de viviendas. Sin embargo, no se ha realizado proyectos de investigación con material plástico 100% puro pues lo han combinado con otros materiales o usan el material reciclado para hacer combinaciones en la fabricación de diferentes aplicaciones en la construcción de viviendas

Es así que en el 2016 una investigación desarrolla un material constructivo con plástico reciclado aplicado en la construcción de viviendas en la ciudad de Loja el cual fue ejecutado por Marco Jiménez, donde plantea el diseño de un eco material con plásticos

reciclados que permita disminuir el impacto ambiental reduciendo la cantidad de residuos que van a parar en rellenos sanitarios.

De la misma manera en el 2013 se realizó un estudio donde se propone al plástico reciclado como elemento en la construcción de viviendas en la ciudad de Cuenca el plástico se ha venido utilizando en diversas obras de construcción mediante ensayos de laboratorio los resultados indicaron que el plástico reciclado favorece en la aplicación como material alternativo en el sistema de constructivo de viviendas.

4.3 Justificación

En el Ecuador se han desarrollado varios estudios sobre el uso de material alternativos en la construcción de viviendas sin embargo la mayoría se han enfocado en la fabricación de bloques ladrillos y fachaletas donde se mezclan cantidades de plástico reciclado con cemento u otro material pero no se ha fabricado un modelo que sea con material plástico 100% puro obteniendo varias ventajas sobre el actual material utilizado en las fachaletas decorativas por lo que se realiza el diseño de un molde para elaboración de fachaletas que se utilizaran en la industria de la construcción para recubrimientos en interiores y exteriores de las viviendas.

Finalmente se determinan las propiedades del material plástico PVC con la finalidad de comparar la resistencia de la fachaleta propuesta en este estudio, también se analiza los costos y procesos de producción de fachaletas para determinar la viabilidad de fabricar fachaletas con material 100% plástico.

4.4 Objetivos

4.4.1 Objetivo general

Establecer el proceso tecnológico para la elaboración de fachaletas mediante la inyección por moldeo de material PVC como material alternativo.

4.4.2 Objetivo específico

- Determinar la temperatura de moldeo para la elaboración de fachaletas con material PVC.
- Establecer parámetros apropiados en el proceso de producción de fachaletas con material PVC.

- Determinar los costos de fabricación de fachaletas como material alternativo en la construcción de viviendas.

4.5 Análisis de factibilidad

Es factible realizar la propuesta pues se cuenta con toda la información necesaria para la fabricación de fachaletas y se tiene el recurso técnico como las normas ISO 3795 para ensayos de inflamabilidad, INEN ISO 868 para ensayo de dureza SHORE D y la norma ASTM D695-15 para ensayo de compresión, Además se cuenta con el recurso tecnológico, técnico, humano, materiales e instrumentos que facilitan el desarrollo del presente proyecto, tomado en cuenta que los materiales son de fácil adquisición dentro del país.

Los costos en el desarrollo de la investigación no son elevados por lo tanto el estudio investigativo es factible para la fabricación de la fachaleta.

4.6 Fundamentación

La presente investigación se fundamenta en la bibliografía y los diferentes estudios analizados en el capítulo I además en el capítulo II se determina las propiedades mecánicas mediante los ensayos realizados en las probetas de la fachaleta con material PVC como material alternativo en la construcción de viviendas

4.7 Metodología

Para el desarrollo de la propuesta se sigue el siguiente diagrama de procesos donde se evalúan los tiempos propuestos por cada actividad, distancias y recorridos hasta almacenar el producto final.

Tabla 27: Diagrama de proceso del molde (tapa y cavidad)

CURSOGRAMA ANALÍTICO								
PRODUCCIÓN: Fachaleta de material PVC								
PROCESO: Molde de inyección		ACTIVIDAD		Proceso actual				
		Operación	○	4	372,20			
Operador:		Transporte	⇒	2	6			
Tipo:		Inspección	□	3	4.5			
Anotación:		Almacén	▽	1	2			
Elaborado:		Demora	D	0	0			
Revisado:		Total		10	384.7			
Descripción de Actividades	SÍMBOLOS					Tiempo (min)	Distancia (m)	Recomendación
	○	⇒	□	▽	D			
Pedido de placas para molde	●					4		De acuerdo al diseño y medidas
Recepción de materia prima	●					10		
Transporte al área de mecanizado		●				3	3	
Inspección medidas de cada placa según el diseño del producto			●			1,5		Verificar que no existan rebabas en el molde
Mecanizado de los bordes y planeado de superficie de placas macho y cavidad	●					325		Siempre verificar que la máquina trabaje de forma correcta
Inspeccionar dimensiones de las placas			●			1,5		Verificar las dimensiones del molde
Perforado de placas para guiado	●					33.2		
Inspeccionar diámetros, ajustes y tolerancias				●		1.5		Verificar las tolerancias de los diámetros y ajustes
Trasporte de placas área de perforado		●				3	4,5	Evitar sufrir alguna lesión al transportar el molde
Almacenado de placas del molde				●		2		Hacerlo en un lugar adecuado

Tabla 28: Proceso de inyección de plástico

CURSOGRAMA ANALÍTICO								
PRODUCCIÓN: Molde de inyección plástica								
PROCESO: Fabricación del molde		ACTIVIDAD		Proceso actual				
		Operación	○	6	3.25			
Operador:		Transporte	⇒	1	2			
Tipo:		Inspección	□	4	3.3			
Anotación:		Almacén	▽	1	1.5			
Elaborado:		Demora	D	0	0			
Revisado:		Tiempo total		12	10.05			
Descripción de Actividades	SÍMBOLOS					tiempo (min)	Distancia (m)	Recomendación
	○	⇒	□	▽	D			
Recepción de materia prima	●					1		
Traslado del material hacia la inyectora		●				2	1.5	
Preparación del material para inyectar	●					0.5		
Verificar alineación del molde			●			0.8		
Verificar temperatura de trabajo			●			0.5		
Colocar material en la tolva de alimentación	●					1		
Verificar velocidad de inyección			●			0.5		
Inspeccionar sistema de refrigeración			●			0.5		
Inyectar el material en el molde	●					0.15		
Expulsar el molde	●					0.10		
Retirar el producto moldeado	●					0.5		
Inspeccionar el producto final			●			1		
Almacén del producto final				●		1.5	2	

Con estos diagramas analíticos se determina el tiempo total de producción es de 10,05 minutos y la distancia máxima de recorrido es 3,5 metros para la inyección del material PVC en el molde construido para ese tipo de producto.

4.7.1 Montaje del molde en la máquina inyectora

Se Realiza el montaje del molde en la máquina inyectora siendo este proceso el más importante pues aquí se asegura las placas de sujeción del molde la base y cavidad deben tener un agarre perfecto como se muestra en la Figura 28.



Figura 28: Montaje del molde en la inyectora

De esta manera quedan fijados la base y cavidad para realizar una prueba de vacío para verificar el guiado del molde esto se realiza con movimientos leves en la Figura 29 se presenta el molde listo para la prueba de vacío.



Figura 29: Prueba en vacío del molde

Las pruebas de funcionamiento se realizan en vacío controlando manualmente los movimientos de cierre y apertura del molde terminado esta prueba se procede a calibrar la máquina de inyección.

4.7.2 Tiempo de enfriamiento

Para calcular el tiempo de enfriamiento se evalúa los rangos de temperatura no estacionario y conductividad térmica unidimensional donde varios factores aparecen:

θ_M = Temperatura de masa

θ_W = Temperatura de molde dedos piezas

θ_E = Temperatura para desmolde

α = Conductividad del material a inyectar

e = Espesor de la pieza

$$T = \frac{\theta_M - \theta_W}{\theta_E - \theta_W} \quad \text{Ec. 6}$$

En la Tabla 29 se presenta la temperatura del molde y del material para la elaboración de fachaletas de PVC.

Tabla 29: Temperatura molde y material

Material	Temperatura de elaboración (°C)	Temperatura del moldeo (°C)	Temperatura de extracción (°C)
Cloruro de polivinilo (PVC)	160 - 190	20 - 80	60

$$T = \frac{160 - 60}{70 - 60}$$

$$T = 10$$

4.7.2.1 Tiempo de inyección

Con este tiempo se verifica que el material llene las cavidades del molde y se realiza mediante la ecuación.

$$t_i = \frac{m_t}{v_i}$$

$m_{pieza} =$ peso total(gr)

$v_i =$ capacidad de inyeccion

$$t_i = \frac{30 \text{ gr/s}}{55 \text{ gr}}$$

$$t_i = 0,545 \text{ s}$$

4.7.2.2 Ciclo de inyección

En la transformación de plásticos se denomina ciclo a los movimientos de máquina sucesivos, los cuales corresponden a determinadas técnicas de proceso, las cuales incluyen los procesos de trabajo necesarios para la producción de la pieza moldeada.

El ciclo viene denominado según el tiempo que exige, lo que suele llamarse tiempo de ciclo. A menor tiempo de ciclo, mayor cantidad de unidades se moldearán por unidad de tiempo. Reducir este tiempo optimizando el proceso de inyección resulta generalmente en un cambio significativo en la producción de fachaletas las fases dentro de un ciclo de inyección son las correspondientes:

- Cierre de molde
- Apoyo de la unidad de inyección

- Inyección, postpresión
- Dosificación
- Retroceso de unidad
- Apertura de molde y expulsión

4.7.3 Tiempo de montaje en la máquina de inyección

En la Tabla 30 se presenta el montaje del molde y el tiempo empleado.

Tabla 30: Montaje del molde

Nº	Actividad	Instrumentos	Persona a cargo	Tiempo (segundos)
1	Inspeccionar ajustes del molde y engrasado	Llaves	Ayudante de matricería	120
2	Colocar el molde en la placa fija de la inyectora	Manual	Ayudante de matricería	60
3	Fijar el molde con las bridas de sujeción de la inyectora	Manual	Ayudante de matricería	30
4	Realizar pruebas de desplazamiento de la placa móvil	Manual	Ayudante de matricería	25
5	Realizar el ajuste del conjunto móvil cuando las placas están en contacto	Manual	Ayudante de matricería	60
6	Calibrar parámetros de la máquina	Manual	Ayudante de matricería	850
7	Cargar material en la tolva	Manual	Ayudante de matricería	300
TIEMPO TOTAL				1445
<p>Nota: Se debe tener en cuenta que el proceso o ciclo de trabajo se realiza una sola vez a excepción del literal 7 donde se debe recargar el material a inyectar</p>				

4.7.4 Ciclo y tiempo de inyección

Es importante determinar el ciclo de inyección del material PVC para lo cual se toman los tiempos del proceso de obtención de la fachaleta esto se indica en la Tabla 31.

Tabla 31: Ciclo de inyección

Ciclo del Proceso de inyección		
Proceso		Tiempo (segundos)
1	Cierre del molde de inyección	0.10
2	Avance de unidad de llenado	0.50
3	Tiempo de inyección o de llenado	0.40
4	Tiempo de enfriamiento del material	0.20
5	Tiempo de apertura del molde	0.10
6	Extracción de la pieza o fachaleta	0.10
7	Molde abierto	0.10
Tiempo total		1.5
Este proceso es repetitivo hasta culminar la capacidad de almacenamiento de la tolva con capacidad de 6.85 onzas, el proceso de recargar materia prima PVC tiene una duración de aproximada de 5 min		

4.7.5 Costos de producción

Se determina el análisis económico para el proceso de la tecnología de fabricación de fachaletas con material PVC por lo tanto se consideran todos los costos que implica la construcción del molde, materiales, recurso humano, etc. Logrando así obtener el producto final.

4.7.6 Costos del molde

La Tabla 32 presenta el costo de la materia prima donde se detalla, el peso material y costo para la construcción de los moldes de la fachaleta.

Tabla 32: Materia prima

Costo materia prima molde				
Descripción	material	cantidad	costo x Kg	total
Placa base	Aluminio	200 kg	4,50	900
Placa cavidad	Aluminio	200 kg	4.50	900
Valor total				1800

4.7.7 Costo procesos de operación

Este rubro se considera los tiempos de operación para la obtención del molde en la Tabla 33 se indica los costos por cada componente del molde.

Tabla 33: Costo de producción

Operación	Tiempo	Costo por hora	Tiempo por pieza	Costo por pieza
Cavidad				
Perfilado material	60 min	40.00	3.17 horas	126.80
Perforado material	10 min			
Desbaste	45 min			
Terminado	35 min			
Vaciar 3D	41min			
Tapa				
Perfilado material	60 min	40.00	2.83 horas	113.2
Perforado material	10 min			
Desbaste horizontal	45 min			
Terminado Paralelo	35 min			
Vaciado 3D	20 min			
TOTAL	360 min		6.00 horas	240.00

4.7.8 Costos del producto final fachaleta

La Tabla 34 presenta el costo de producción de la fachaleta obteniendo el precio final para su comercialización.

Tabla 34: Costo producción por hora de fachaletas

Costo por hora de fachaletas			
Descripción	Cantidad	Costo/hora	Costo total
PVC	2,8kg	1.25	3.50
Mano de obra	1	3.72	3.72
Servicios básicos	1	0.77	0.77
Maquinaria	1	30	30
Precio final			37.99

Cabe indicar que la producción por hora es de 112 fachaletas con un peso equivalente a 25gr por unidad, obteniendo un costo por unitario de 0.339 centavos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con la selección, diseño, modelado y fabricación del molde mediante tecnología de software CAD/CAM se elaboró el proceso de manufactura del molde que consta de dos piezas (tapa y cavidad), permite reducir el tiempo de diseño hasta el 10% empleado frente al método tradicional, realizar un modelo CAD de la fachaleta que posteriormente permita el desarrollo del molde, para verificar la funcionalidad y el cumplimiento con los requerimientos técnicos, físicos de acuerdo a las velocidades de corte, tipo de herramienta, profundidad de corte y tiempos necesarios para la optimización del proceso de elaboración del molde.
- El proceso de inyección por moldeo del material PVC se realizó de forma correcta con la correcta fluidez del polímero sin ocasionar desperdicio de material ni fugas en el molde con un tiempo de 0,545s por inyección y la producción de fachaletas por hora es de 112 unidades con buenos acabados y diseño desde el punto de vista técnico y comercial.
- Con los resultados de los ensayos al que fue sometida las probetas de fachaleta de PVC se obtuvieron buena resistencia al impacto, es auto extingible y presenta buena resistencia a los rayos ultravioleta su peso es de 25 gramos comparado con el peso de la fachaleta comercial que es de 1203 gramos.
- El costo de la fachaleta PVC es de 0.339 centavos de dólar americano permitiendo el acceso al área comercial de manera competitiva con las fachaletas tradicionales que tienen un costos de 1,50 dólares americanos, por unidad además que los diseños puede ser personalizados a un costo bajo dependiendo de la cantidad de producción.
- El proceso tecnológico para la fabricación de fachaletas PVC como material opcional para la construcción de viviendas, es practico rápido, pero sobre todo permite reducir los tiempos de producción , equipo, herramienta, material e insumos, de esta manera se aplica una metodología de fabricación definida.

5.2 Recomendaciones

- Aplicar el proceso tecnológico propuesto en esta investigación para evitar problemas y errores para trabajar en óptimas condiciones sin pérdidas de tiempo o de material.
- Difundir mediante propaganda, exhibición den puntos de venta y atravez de las redes sociales el uso del material alternativo en la construcción de viviendas pues presenta características innovadoras en forma, diseño y modelo.
- Realizar estudios de factibilidad económica para la implementación de una empresa que comercialice el nuevo modelo.
- Aplicar los diagramas de procesos establecidos en la investigación para controlar la calidad del producto en cada proceso y así evitar pérdidas o daños de la máquina que se utilizan en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Tarazona, “Diseño de un molde para prensado de baldosas cerámicas,” Universidad Jaume I, Castellón, 2018.
- [2] V. Mingarro, P. Callejas, and J. Rincon, “Materiales vitrocerámicos: el proceso vitrocerámico,” *Boletín la Soc. Española Cerámica y Vidr*, vol. 32, no. 3, pp. 157–167, 1993.
- [3] J. Gilabert, E. Zumaquero, C. Machí, J. Toledo, and M. Gómez, “Caracterización mecánica y tribológica de recubrimientos aplicados por la técnica deposición química de vapor sobre baldosas cerámicas,” *Bol. la Soc. Esp. Ceram. y Vidr*, vol. 54, no. 5, pp. 209–218, Sep. 2015, doi: 10.1016/j.bsecv.2015.09.002.
- [4] B. Madrigal Torres, “El líder resonante crea más,” *El Líder Reson. Crea Más*, vol. 2, no. 2, pp. 75–76, 2016.
- [5] M. Quintero, Y. Pabón, L. Cely, and J. Cely, “Influence of wet milling on the structural and mechanical behavior of ceramic products formed by extruding clay at Zulia (North de Santander, Colombia),” *Bol. la Soc. Esp. Ceram. y Vidr*, vol. 58, no. 5, pp. 190–198, 2019, doi: 10.1016/j.bsecv.2019.01.001.
- [6] M. González and S. Chávez, “Análisis de la Industria Ecuatoriana de Cerámica Plana y Porcelanato ” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayas 2017.
- [7] G. M. Quiroga and E. Uruchima, “Caracterización y Análisis de la demanda de productos de Ceramica del Ecuador en el periodo 2015,” Universidad de Cuenca, Cuenca, 2016.
- [8] D. Alvarez, J. Sánchez, F. Corpas, and J. Gelves, “Characteristics of the raw materials used by the companies of the ceramic sector of the metropolitan area of Cúcuta (Colombia),” *Bol. la Soc. Esp. Ceram. y Vidr.*, vol. 57, no. 6, pp. 247–256, 2018, doi: 10.1016/j.bsecv.2018.04.002.
- [9] J. Prado, “Boletín Macroeconómico,” *Asobanca*, pp. 1–20, 2019.
- [10] J. Pinto, P. Carbonell, and C. Martín, “Novedad, calidad, velocidad y orden de entrada en el mercado. sinergias y trade-offs en el lanzamiento de nuevos productos,” *Rev. Española Investig. Mark. ESIC*, vol. 17, no. 2, pp. 53–78, Sep. 2013, doi: 10.1016/s1138-1442(14)60024-3.

- [11] F. Ricciardiello and D. Minichelli, “Tendencias y Problemas,” Italia, 2000.
- [12] E. Espinel, T. Velásquez, and C. Pallares, “Physical and mechanical properties of H10 ceramic blocks and their relation to temperature during the cooking process,” *Prospectiva*, vol.15, no. 2, pp. 74–84, Jul. 2017,doi: 10.15665/rp.v15i2.788.
- [13] L. Tonon, “Análisis de los impactos del Reglamento Técnico RTE INEN 033 en el sector cerámico,” Universidad de Cuenca, Cuenca, 2015.
- [14] M. Binhussain and M. Tonsy, “Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures,” *Constr. Build. Mater*, vol. 47, pp. 1431–1435, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.06.031.
- [15] M. Chacon, A. Pacheco, M. Cendejas, and F. Ortega, “Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclajes”, *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*,” vol. 2, no. 5, pp. 63–72, 2016.
- [16] F. Johannaber, "Máquinas de moldeo por inyección", 3ª ed. New York, 1994.
- [17] D. Bryce, (2021, May 22). plastic-injection molding-volume-i-manufacturing-process-fundamentals Casting (Metalworking)Welding. [En línea]. Available: https://www.brm-metal.ltd/index.html?gclid=CjwKCAjw-qeFBhAsEiwA2G7N11JK31MZTn3abxzxI0vUNK8oxPzNNS_q2q8rnqTzUk-zP9NVnDhPkhoCs2wQAvD_BwE.
- [18] Instituto Ecuatoriano Normalización, “Baldosas cerámicas,” Quito, 2013.
- [19] P. Delgado, B. Flores, S. Palomino, and M. Quispe, “Fabricación de baldosas a base de plástico reciclado,” Universidad San Ignacion de Loyola, Loyola, 2020.
- [20] W. Castillo, “Optimización mediante metodología de superficie de respuesta de los parámetros de fabricación de fachaletas mezclando concreto con triturado de tereftalato de polietileno reciclado y su incidencia en la resistencia mecánica,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [21] P. Angumba, “Ladrillos elaborados con plásticos reciclado (PET), para mampostería no portante,” Universidad de Cuenca, Cuenca, 2016.
- [22] S. Sánchez, I. Yáñez, O. Fernández, "Moldeo por inyección de termoplásticos" Limusa/Noriega, 2008.
- [23] R. Vidal, “Propuesta para la industrialización del proceso de decorado doble sobre jarros cerámicos en cerámica andina,” Universidad de Cuenca, Cuenca 2014.

- [24] E. Galán and P. Aparicio, “Materias primas para la industria cerámica,” Sevilla, 2016.
- [25] D. Sólis, “Evaluación del proceso productivo de la planta industrial ladrillera terraforte ubicado en el sector de Calacalí en el periodo 2012-2013,” Universidad Internacional SEK, Quito, 2014.
- [26] Instituto Ecuatoriano Normalización, “Baldosas cerámicas muestreo y bases para aceptación,” Quito, 2015.
- [27] S. metallic Components, (2021, May 22). Proceso de sinterizado Proceso de fabricación básico del sinterizado. [En línea]. Available: <https://www.ames-sintering.com/es/proceso-de-sinterizado/>.
- [28] D. Azulejos 3D. (2021, May 22). Modelos de cerámica y madera con el efecto de 3D, opciones para la chimenea. [En línea]. Available: <https://es.decorexpro.com/nastennye-pokrytiya/plitka/3d/>.
- [29] A. Maza, “Proyecto de factibilidad para la creacion de una empresa productora de fachaleta en base de piedra,” Universidad Nacional de Loja, Loja, 2013.
- [30] Alamy, (2021, May 22). Azulejos de cerámica plana con un aspecto tridimensional gracioso Fotografía de stock. [En línea]. Available: <https://www.alamy.es/azulejos-de-ceramica-plana-con-un-aspecto-tridimensional-gracioso-image311514150.html>
- [31] R. Casas, “Nuevos materiales y las nuevas tecnologías,” Elsevier Press, vol. 29, pp. 68–70, 2015.
- [32] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, “Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea Producción de Polímeros”, p. 290, España 2007.
- [33] Instituto Ecuatoriano Normalización, “Plásticos determinación de las propiedades en compresión ISO 604,” Quito, 2014.
- [34] American Society Material (2021, May 23). Road vehicles, tractors and machinery for agriculture and forestry Determination of burning behaviour materials. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/9328.html>.
- [35] Instituto Ecuatoriano Normalización, “Plásticos y ebonita. Determinación de la dureza de indentación por medio de un durómetro (dureza SHORE),” Quito 2014.
- [36] American Society for Testing Material, (2021, May 23). Standard Test Method

- for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimens by Means of a Falling Dart ASTM D5628. [En línea]. Available: <https://www.astm.org/Standards/D5628>.
- [37] V. Manopanta, “Caracterización térmica del Poli Vinil Cloruro (PVC) reciclado, a utilizarse en la fabricación de tapones para válvulas de neumáticos automotrices,” Universidad Internacional SEK, Quito, 2019.
- [38] J. Mariano. (2021, May 23) Tecnología de los plásticos. [En línea]. Available: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/201>.
- [39] J. Acosta Prado and R. Prada Ospina, “El Moldeo en el Proceso de Inyección para el Logro de Objetivos Empresariales Dimens. Empres, vol. 15, no. 1, pp. 157–168, 2017.
- [40] Voestalpine, (2021, May 23). Voestalpine Alumec 89 Global. [En línea]. Available: <https://www.uddeholm.com/es/products/alumec-89/>.
- [41] Society American Chemical, (2021, May 23). Substance details CAS Reistry number common chemistry. [En línea]. Available: <https://www.cas.org/cas-data/cas-registry>.
- [42] R. Bacon. (2021, May 23). El PVC (Policloruro de Vinilo). [En Línea]. Available: <https://estudiyensayo.files.wordpress.com/2008/11/pvc.pdf>.
- [43] Promotec Iberica. (2021, May 23). PVC GLASS [En línea]. Available: <http://www.promoteciberica.com/plasticos-tecnicos/pvc-glass/>.
- [44] A. Buri. (2021, May 23). Buri acero hss redondo. [En línea]. Available: <https://www.waymil.es/BURIL-ACERO-HSS-REDONDO-p/500-008-2.htm>.
- [45] S. Fadiplast. (2021, May 23). Inyección de plástico. [En Línea]. Available: <https://fadiplast.com/inyeccion-de-plastico/>.
- [46] Paneles 3D, (2021, May 23). Paneles 3D Pvc Diseño Piramide importadores directos. [En línea]. Available: <https://contiprint.com.ec/producto/paneles-3d-pvc-diseno-piramide/>.
- [47] S. Solís, “Fabricación de un prototipo de suela de calzado para personas con mal formación de pie mediante el uso de herramientas CAD-CAM,” Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Sangolquí, 2017.

ANEXOS

Anexo 1: Alumecc 89 material para molde

General

Alumecc 89 is a high strength aluminium alloy supplied in the form of hot rolled, heat treated plate. It undergoes a special cold stretching operation for maximum stress relieving.

Thanks to its high strength and good stability, Alumecc 89 has become widely used in the tooling industry.

Delivery condition: heat treated to 146–180 Brinell.

Alumecc 89 has the following characteristics which make it suitable for many types of tools especially plastics moulds:

- **Excellent machinability**
High cutting speeds, reduced machining time, lower tooling costs, quicker deliveries.
- **Low weight**
The low weight, which is approximately 1/3 of the weight of steel, allows easier and more convenient tool handling. Low inertia makes it possible to speed up closing and opening of moulds.
- **High thermal conductivity**
Cycle times are reduced and less complicated cooling systems may be used.
- **Good stability**
A special stress relieving operation guarantees minimal deformation during and after machining.
- **Good corrosion resistance**
Good resistance against all commonly used plastics materials.

- **Suitable for surface treatments**

Alumecc 89 can be hard anodized, hard chromium or nickel plated for increased hardness, wear resistance and corrosion resistance.

Application areas

The properties and characteristics which Alumecc 89 offers make it an ideal material for prototype tools and for moulding short and medium length production runs which are not subjected to high pressures or abrasive plastics.

Considerably shorter tool making times, lower tooling costs and shorter cycle times give valuable savings both for the tool maker and the tool user when using Alumecc 89.

Application areas	Tooling category			
	Proto- types	Short runs	Medium runs	Long runs
Blow moulding	X	X	X	X
Vacuum forming	X	X	X	X
Foam moulding	X	X	X	(X)
RIM-moulding	X	X	X	(X)
Injection moulding of thermoplastics	X	X	(X)	
Rubber moulding	X	X		
Holdere and support platee, jigge and fixturee				



Alumecc 89 tool.

Anexo 2: Ficha técnica de material PVC

Código: MLP-CLD-DCM-03	MILLPOLIMEROS	Revisión: 2019-05-09
Versión: 1.3	Ficha Técnica del Compuesto de PVC	Página: 1 de 1

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO:

Código:	MPRD02BLA18I
Descripción:	BLANCO 18/I RIGIDO (Sn)

II. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO:

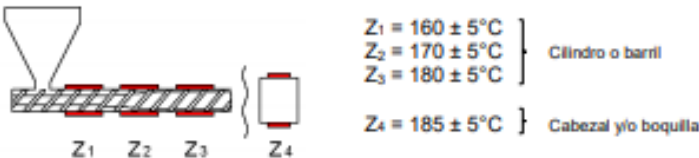
PROPIEDADES FÍSICAS		UNIDAD	MÉTODO INTERNO	NORMA DE REFERENCIA
Color	Blanco 18	Patrón	MLP-CLD-NST-04	N/A
Densidad	1,38 ± 0,02	g/cm ³	MLP-CLD-NST-04	ASTM D792
Índice de fluidez	≥ 7,00	g/10min	MLP-CLD-NST-05	ASTM D3364
Acabado Superficial	Bueno	N/A	MLP-CLD-NST-04	N/A

N/A = No aplica

APLICACIÓN	Por sus propiedades es ideal para la inyección de accesorios para tubería de desagüe. Además, posee una excelente estabilidad térmica, fluidez y resistencia al impacto; lo que garantiza un proceso estable obteniendo un buen acabado superficial.
-------------------	--

ENVASE	Sacos de PP laminado con un contenido neto de 25,00 kg.
---------------	---

ALMACENAMIENTO	Los sacos deben almacenarse en un lugar seco y ventilado cuya temperatura no supere los 40°C, deben mantenerse cerrados y sin contacto directo con el piso, las paredes o la luz del sol. El tiempo de almacenamiento máximo recomendado es de 2 años.
-----------------------	--

TEMPERATURAS DE TRABAJO	El perfil de temperaturas recomendado para el proceso de inyección es:
	 <p> $Z_1 = 160 \pm 5^\circ\text{C}$ $Z_2 = 170 \pm 5^\circ\text{C}$ $Z_3 = 180 \pm 5^\circ\text{C}$ } Cilindro o barril $Z_4 = 185 \pm 5^\circ\text{C}$ } Cabezal y/o boquilla </p>

Las temperaturas de trabajo dependen de las condiciones, modelo y origen de la extrusora. La información de esta Ficha Técnica es referencial, basándose en resultados de pruebas realizadas en nuestros laboratorios de control de calidad. MILLPOLIMEROS S.A. no se responsabiliza por el mal uso de este producto.

Para más información comunicarse a: acardenas@millpolimeros.com.ec

Actualización de la Ficha Técnica: Junio 2020

Elaborado por:



Técnico de Laboratorio

Revisado por:



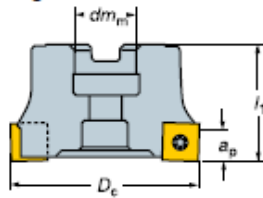
Supervisor de Laboratorios

Anexo 3: Fresa y montajes de ejes para maquinado

Fresa para planear y escuadrar CoroMill® R290

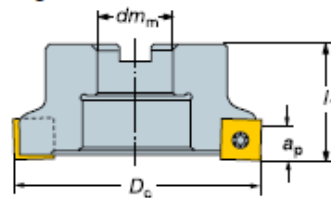
Plaquitas estándar
R290-12 T3 ..., Max $a_p = 10,7$ mm
Plaquitas sentido a izquierda disponible
como estándar

Montaje en el eje según ISO 6462



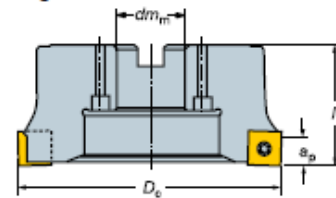
Tipo	D_c
A16	50-63
A22	50-105
A27	58-125
A32	73-160

Montaje en el eje según ISO 6462



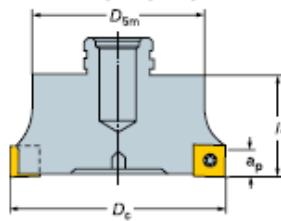
Tipo	D_c
B27	75-125
B32	82-160
B40	93-200

Montaje en el eje según ISO 6462



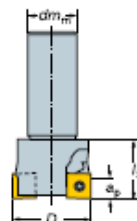
Tipo	D_c
C40	151-254
C60	191-254

Varilock; 50, 63, 80



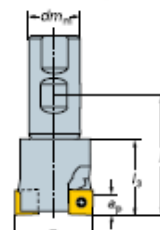
D_c 38,1-160

Cilindrico PC; 32, 42



D_c 38,1-101,6

Weldon; 32 40 50



D_c 38,1-101,6

Opciones

Nota: Para cualquier detalle específico sobre las opciones, contacte con su vendedor Sandvik Coromant habitual

D_c	38,1-254 mm — en incrementos de 0,1 mm
Diseño	Mano derecha o Mano izquierda
Placa de apoyo	Con o Sin ella
Tipo de paso	Uniforme o Diferencial
Nº de plaquita z_n	3-22
Montaje	Montaje en el eje, Varilock, Cilindrico, Weldon

D_{sm}/dm_m	Tamaño de montaje — ver arriba
l_1	Longitud de programación — Montaje en el eje tipo A y B — 38,3-100 mm, — Montaje en el eje tipo C — 50,8-68 mm, — Varilock — 40-100 mm, — Weldon — 65,9-119 mm
l_3	Longitud de alcance — Cilindrico PC y Weldon — 38,9-80 mm

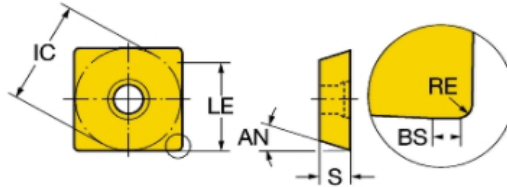
Anexo 4: Herramientas para proceso de mecanizado

R290-12T308M-PM 1030

CoroMill® 290, plaquita para fresado

Plaquita Herramientas aplicables (69)

Esta es una representación genérica y sólo debe usarse como una aproximación del modelo original.



Información sobre precios

- 1 + Añadir

Disponibilidad

Estado de ciclo de vida (LCS)

A la venta

Cantidad de paquetes
10

Código de pedido

ISO
**R290-12T308M-PM
1030**

ID. del material
5744205

EAN
12314676

Descargas

Información del producto

[Descargar](#)

Datos del producto

Tipo de operación (CTPT)
Medium

Diámetro de círculo inscrito (IC)
13,29 mm

Longitud efectiva del filo (LE)
10,7 mm

Radio de punta (RE)
0,8 mm

Mano (HAND)
R

Sustrato (SUBSTRATE)
HC

Grosor de plaquita (S)
3,969 mm

Estado de ciclo de vida (LCS)
A la venta

Tamaño y forma de plaquita (CUTINTSIZE/SHAPE)
CoroMill 290 -12T3

Código de forma de plaquita (SC)
S

Longitud filo Wiper (BS)
1,53 mm

Ángulo de filo principal (KRINS)
90 deg

Calidad (GRADE)
1030

Recubrimiento (COATING)
PVD (Ti,Al)N

Peso del elemento (WT)
0,003 kg

ID de paquete de emisión (RELEASE/PAK)
08.1

Valores iniciales

P fz 0.15 mm(0.1-0.2)
vc 265 m/min(270-260)

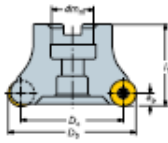
M fz 0.15 mm(0.1-0.2)
vc 285 m/min(290-275)

S fz 0.15 mm(0.1-0.2)
vc 40 m/min(40-40)

Fresa con plaquita redonda CoroMill® R200

Plaquita estándar:
RCKT 10 T3 ..., max. a_p 5 mm
RCKT 12 04 ..., max. a_p 6 mm
RCKT 16 06 ..., max. a_p 8 mm
RCKT 20 06 ..., max. a_p 10 mm

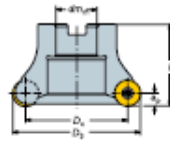
Montaje en el eje según ISO 6462



Tipo
A22
A27

D_3
50-68
63-100

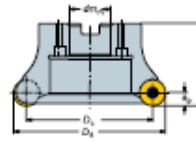
Montaje en el eje según ISO 6462



Tipo
B27
B32
B40

D_3
75-100
80-125
86-160

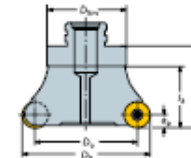
Montaje en el eje según ISO 6462



Tipo
C40
C60

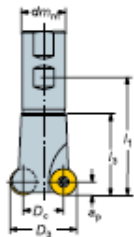
D_3
118,7-250
175,3-254

Varilock 50, 63, 80



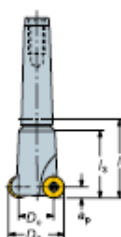
D_3 25-125

Weldon 20, 25, 32, 40



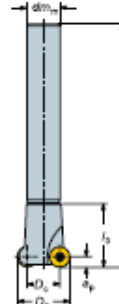
D_3 =25-50

Morse 02, 03, 04, 05



D_3 =25-50

Cilindrico 20, 25, 32



D_3 =25-50

Opciones

Nota: Para cualquier detalle específico sobre las opciones, contacte con su vendedor Sandvik Coromant habitual

Tamaño
plaquita 10, 12, 16, 20

D_3 Diámetro—25-254 mm

D_c Diámetro—15-234 mm

Placa de
apoyo Si o No

Tipo de paso Uniforme o Diferencial

No de
plaquitas 2-16

Tipo de
montaje Cilindrico, Weldon, como Morse,
Montaje en el eje, Varilock

dm_m/D_{5m} Tamaño montaje—ver arriba

l_3 Longitud de alcance—30-150 mm

l_2 Longitud total—81-240 mm

l_1 Longitud de programación—40-183 mm,

Agujero para
refrigerante Para Varilock— l_1 max 80 mm

Anexo 5: Flautas de corte largo con radio de punta



EM818 SERIE ZANCO RECTO

CARBURO, 2 FLAUTAS CORTE LARGO CON RADIO DE PUNTA CARBIDE, 2 FLUTE LONG LENGTH CORNER RADIUS

- ▶ Diseñado para maquinarse aceros herramienta, acero para moldes y otros materiales altamente endurecidos.
- ▶ Muy buen acabado superficial de pieza.
- ▶ Elevados niveles de avance.

- ▶ Designed to machine tool steels, alloy steels, mold steels and other hardened materials.
- ▶ Superior workpiece finishes.
- ▶ Increased feed rates.



Unid. : mm

EDP No.	Número de Herramienta	Radio de Punta R	Diámetro de Corte	Diámetro de Zanco	Longitud de Corte	Longitud Total
EM818030	EM818030	R0.3	3.0	6	12	50
EM818040	EM818040	R0.3	4.0	6	15	50
EM818911	EM818911	R0.5	4.0	6	15	50
EM818050	EM818050	R0.3	5.0	6	20	60
EM818912	EM818912	R0.5	5.0	6	20	60
EM818913	EM818913	R0.3	6.0	6	20	60
EM818060	EM818060	R0.5	6.0	6	20	60
EM818901	EM818901	R1.0	6.0	6	20	60
EM818914	EM818914	R0.3	8.0	8	25	70
EM818080	EM818080	R0.5	8.0	8	25	70
EM818902	EM818902	R1.0	8.0	8	25	70
EM818903	EM818903	R1.5	8.0	8	25	70
EM818904	EM818904	R2.0	8.0	8	25	70
EM818915	EM818915	R0.3	10.0	10	30	90
EM818100	EM818100	R0.5	10.0	10	30	90
EM818905	EM818905	R1.0	10.0	10	30	90
EM818906	EM818906	R1.5	10.0	10	30	90
EM818907	EM818907	R2.0	10.0	10	30	90
EM818120	EM818120	R0.5	12.0	12	30	90
EM818908	EM818908	R1.0	12.0	12	30	90
EM818909	EM818909	R1.5	12.0	12	30	90
EM818910	EM818910	R2.0	12.0	12	30	90
EM818160	EM818160	R0.5	16.0	16	50	110
EM818916	EM818916	R1.0	16.0	16	50	110
EM818917	EM818917	R1.5	16.0	16	50	110
EM818918	EM818918	R2.0	16.0	16	50	110
EM818200	EM818200	R0.5	20.0	20	55	110
EM818919	EM818919	R1.0	20.0	20	55	110
EM818920	EM818920	R1.5	20.0	20	55	110
EM818921	EM818921	R2.0	20.0	20	55	110

Tolerancia de Diámetro de Corte (mm)	Tolerancia de Diámetro de Zanco
0~-0.03	h8

○ : Excelente ○ : Bueno

Aceros al Carbon	Aceros Aleados	Aceros Pre-endurecidos	Aceros Endurecidos	Aceros Altamente Endurecidos	Cobre	Grafito	Fundición Gris	Aluminio	Aceros Inoxidables	Titanio	Inconel
~HB225	HB225~325	HRc30~40	HRc40~45 HRc45~55	HRc55~70							
○	○	○	○	○							

CARBURO, 2 FLAUTAS CORTE CORTO PUNTA ESFERICA
CARBIDE, 2 FLUTE SHORT LENGTH BALL NOSE

► Versión económica con longitud total reducida.
 ► Tolerancia de radio de $\pm 0.02\text{mm}$ y reducida longitud de corte.

► Economic type with short overall length.
 ► Radius tolerance $\pm 0.02\text{mm}$ & short length of cut.



Unid. : mm

EDP No.	Número de Herramienta	Radio de Punta Redonda	Diámetro de Corte	Diámetro de Zanco	Longitud de Corte	Longitud Total
		R (± 0.02)				
EM876010	EM876010	R0.5	1.0	3	3	38
EM876012	EM876012	R0.6	1.2	3	3	38
EM876015	EM876015	R0.75	1.5	3	3	38
EM876020	EM876020	R1.0	2.0	6	3	50
EM876025	EM876025	R1.25	2.5	6	4	50
EM876030	EM876030	R1.5	3.0	6	4	50
EM876040	EM876040	R2.0	4.0	6	5	54
EM876050	EM876050	R2.5	5.0	6	6	54
EM876060	EM876060	R3.0	6.0	6	7	54
EM876070	EM876070	R3.5	7.0	8	8	58
EM876080	EM876080	R4.0	8.0	8	9	58
EM876090	EM876090	R4.5	9.0	10	10	66
EM876100	EM876100	R5.0	10.0	10	11	66
EM876120	EM876120	R6.0	12.0	12	12	73
EM876140	EM876140	R7.0	14.0	14	14	75
EM876160	EM876160	R8.0	16.0	16	16	82
EM876180	EM876180	R9.0	18.0	18	18	84
EM876200	EM876200	R10.0	20.0	20	20	92
EM876250	EM876250	R12.5	25.0	25	25	104

Tolerancia de Diámetro de Corte (mm)	Tolerancia de Diámetro de Zanco
0~-0.03	h6

Anexo 6: Propiedades de los polímeros

Material	Tc (°C)	Tm (°C)	Tx (HDT)(°C)	Difusividad (cm ² . s ⁻¹)
ABS	240	60	95	1.7 x10 ⁻³
CA	210	50	98	1.04 x10 ⁻³
PA 6	260	90	180	0.98 x10 ⁻³
PA 66	285	90	180	1.01 x10 ⁻³
PC	300	90	130	1.47 x10 ⁻³
HDPE	240	20	92	0.74 x10 ⁻³
LDPE	220	20	45	1.15 x10 ⁻³
PMMA	240	50	102	1.09 x10 ⁻³
PP	240	40	107	0.85 x10 ⁻³
PS	220	20	85	1.6 x10 ⁻³
HIPS	220	20	85	1.6 x10 ⁻³
PVC Plastf.	180	20	85	1.16 x10 ⁻³

Material	Temperatura de elaboración (°C)	Temperatura del molde (°C)
Polietileno de baja densidad	170 - 260	0 - 70
Polietileno de alta densidad	220 - 320	0 - 70
Poliestireno normal	200 - 250	30 - 60
Poliestireno antichoque	200 - 250	30 - 60
Poliamida 6	240 - 290	60 - 100
Poliamida 6 + fibra de vidrio	260 - 310	80 - 120
Poliamida 6,6	260 - 300	40 - 120
Poliamida 6,6 + fibra de vidrio	280 - 320	60 - 120
Poliamida 6,10	230 - 260	80 - 120
Estireno – acrilonitrilo	230 - 260	50 - 80
Polimetacrilato	170 - 230	40 - 90
Policarbonato	280 - 310	85 - 120
Copolímero acetal	180 - 230	70 - 130
Cloruro de polivinilo blando	180	20 - 80
Cloruro de polivinilo duro	160 - 190	20 - 80
Polipropileno	180 - 280	0 - 80
Acetato de celulosa	180 - 230	40 - 80
Acetobutirato de celulosa	180 - 220	40 - 80
Propionato de celulosa	180 - 220	40 - 80
Acrilonitrilo - estireno – butadieno	180 - 240	50 - 80

Anexo 7: Ensayo de Resistencia de impacto



CENTRO DE TRANSFERENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA - UTA



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

RESISTENCIA DE IMPACTO SEGÚN ASTM D 5628-10

ABRIL DE 2021

AMBATO-ECUADOR

INFORME TÉCNICO

Lb1-0018-2021

Objetivo

- Establecer y mantener un método para evaluar la energía media de impacto en polímeros.

Alcance

Determinación de energía necesaria para el fallo de polímeros por impacto de dardo según las especificaciones señaladas en la norma ASTM D 5628-10.

ANTECEDENTES:

Con fecha 01 de abril de 2021, la Ingeniera Tannia Magally Solís Santamaría egresada de la Maestría de Mecánica Mención Manufactura de la Universidad Técnica de Ambato; domiciliada en la ciudad de Ambato, solicita al Centro de Transferencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, realizar ensayos de laboratorio para medir la energía media de impacto en muestras de material compuesto.

Se reciben 12 muestras o probetas, en dos grupos de probetas bajo las designaciones: (Fach) con la numeración de 01 al 05, y de las 06 a la 10 (Probetas para ensayo de Impacto en Material PVC virgen fabricado por proceso de inyección); se realizó un ensayo piloto de una probeta por cada grupo para comprobar la factibilidad de que las probetas puedan ser ensayadas. Posterior a ello se ensayó un total de 10 probetas, todas presentan superficies lisas.

PROBETAS PARA ENSAYO DE IMPACTO



PROCESO GENERAL:

- Determinación de número de especímenes para cada muestra.
- Mantener hermetizadas las muestras hasta el ensayo y marcarlas para su identificación.
- Preparación de la máquina de ensayos para la geometría preestablecida (FA, FB, FC, FD, FE) en este caso para el tipo FE dadas las dimensiones de la probeta.

Geometría	Diámetro de la Probeta mm	Probeta Cuadrada mm
FA	89	89
FB	51	51
FC	140	140
FD	89	89
FE	58	58




- Medición y registro del espesor de cada muestra, el cual se muestra en los resultados del ensayo.
- Realizar la prueba de impacto con probetas de calibración, fuera de los grupos mostrados anteriormente y localizamos el rango de falla del material.
- Se colocan las mordazas utilizando una fuerza que permita la inmovilidad de la probeta al momento del impacto.



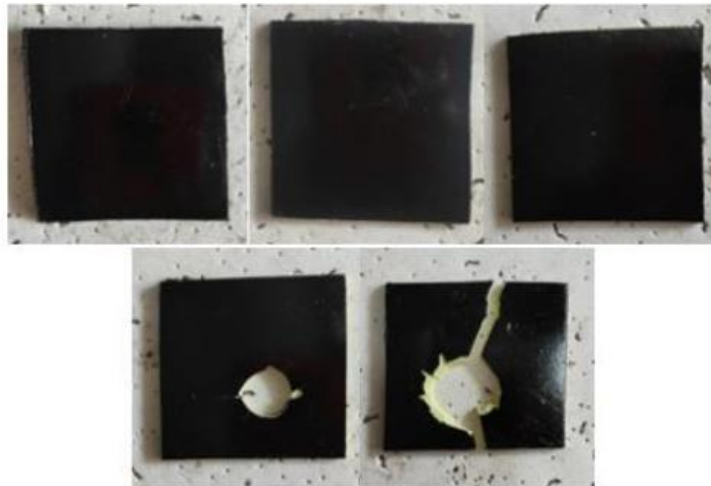
- Colocar la masa a la altura preestablecida, según el método de prueba seleccionado.



- Se libera el dardo asegurándonos que golpee justo en el centro de la muestra, impidiendo cualquier rebote del dardo.
- Retirar la muestra y revisar si ha fallado o no. Considerando que una falla es cualquier grieta o ruptura generado por el impacto el cual pueda ser distinguido por el ojo humano bajo luz normal en condiciones normales.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
Centro de Transferencia y Tecnología								
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS:								
Fecha:	07/04/2021			Ciudad:	Ambato			
Lugar:	Laboratorios de Materiales				Campus Huachi			
Equipo:	Maquina tipo caída de masas de Impacto							
Realizado por:	Ing. Sebastián Villegas S.							
Tipo de material:						Orden:		
PARÁMETROS DE ENSAYO								
Tipo de Medición:	Energía Media de Impacto (J)			Norma:	ASTM D5628-10			
Dimensiones (mm):	58mm x 58mm			No. de probetas:	5			
								
CODIFICACIÓN	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor(mm)	Masa aplicada (kg)	Incremento de masa (kg)	Altura media de fallo (mm)	Energía media de fallo (J)	Criterio de falla
Fach-01	57,51	58,01	4,93	0,232	-	60	0,1366	No falla
Fach-02	57,42	58,07	4,74	0,232	-	65	0,1480	No falla
Fach-03	57,52	58,21	4,68	0,232	-	72,5	0,1650	Falla
Fach-04	57,99	58,15	4,91	0,232	-	80	0,1821	Falla
Fach-05	57,95	58,22	4,77	0,232	-	100	0,2276	Falla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
Centro de Transferencia y Tecnología			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
DATOS INFORMATIVOS:			
Fecha:	07/02/2021	Ciudad:	Ambato
Lugar:	Laboratorios de Materiales	Campus Huachi	
Equipo:	Maquina tipo caída de masas de Impacto		
Realizado por:	Ing. Sebastián Villegas S.		
Tipo de material:		Orden:	
PARAMETROS DE ENSAYO			
Tipo de Medición:	Energía Media de Impacto (J)	Norma:	ASTM D5628-10
Dimensiones (mm):	58mm x 58mm	Nº de probetas:	5



CODIFICACIÓN	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Masa aplicada (kg)	Incremento de masa (kg)	Altura media de fallo (mm)	Energía media de fallo (J)	Criterio de falla
Fach-01	58,11	57,65	4,22	0,232	-	60	0,1366	No falla
Fach-02	58,44	57,69	4,01	0,232	-	67,5	0,1536	No falla
Fach-03	58,02	57,37	4,33	0,232	-	69	0,1570	No Falla
Fach-04	58,99	57,54	4,56	0,232	-	75	0,1707	Falla
Fach-05	58,15	57,67	4,09	0,232	-	100	0,2276	Falla

Conclusiones

- Para las probetas Fachaletas del grupo 1 tienen una energía de fallo de 0,1650 J.
- Para las probetas Fachaletas del grupo 2 tienen una energía de fallo de 0,1707 J.
- Todas las probetas se las ensayó con el método de prueba E, con el dardo de 0,223 Kg según lo especificado por la normativa ASTM D5628-10.



Ing. Sebastián Villegas S.
TÉCNICO DE LABORATORIO
INGENIERÍA MECÁNICA

Anexo 8: Ensayo de Dureza



CENTRO DE TRANSFERENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA - UTA



<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <i>Laboratorio – Ingeniería Mecánica</i></p>			
ENSAYO DUREZA			
DATOS INFORMATIVOS			
Tipo de estudio:	De laboratorio	ORDEN N °:	
Identificación del componente de estudio:	Material PVC virgen fabricado por proceso de inyección		
Solicitado por:	Tannia Magally Solís Santamaría	Fecha:	09/04/2021
Centro de Estudio y Análisis:	Laboratorio de Metalografía - FICM		
PARÁMETROS			
Equipo:	Durómetro para Metales		
	Temperatura Ambiente:	Dureza:	Iluminación:
	18.60 ° C	SHORE D Ensayo en gomas y plásticos duros	Luz Natural
MATERIAL POR ENSAYAR:			
			

RESULTADOS:

FACHALETA 1



Numero de medición	DUREZA SHORE D
1	81,5
2	85,3
3	90,0
4	89,8
5	92,3
PROMEDIO	87,82

FACHALETA 2



Numero de medición	DUREZA SHORE D
1	91,0
2	94,6
3	92,2
4	91,4
5	93,2
PROMEDIO	92,48

FACHALETA 3



Numero de medición	DUREZA SHORE D
1	91,5
2	89,7
3	93,5
4	94,1
5	92,2
PROMEDIO	92,2

FACHALETA 4



Numero de medición	DUREZA SHORE D
1	91,0
2	92,3
3	89,5
4	89,1
5	90,1
PROMEDIO	90,4



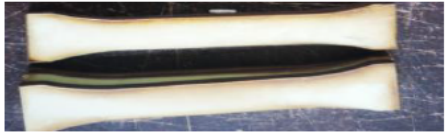
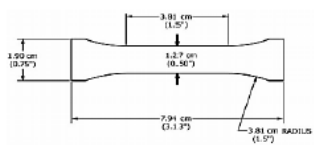
CONCLUSIÓN:

- Se tomó 5 medidas por cada probeta (Fachaletas) de un total de 4 de material PVC virgen obtenido por inyección.
- En el punto 1, zona media de la probeta la medida de dureza promedio resultante es de 87,82 SHORE D.
- En el punto 2, la medida de dureza promedio resultante es de 92,48 SHORE D.
- En el punto 3, la medida de dureza promedio resultante es de 92,20 SHORE D.
- En el punto 4, la medida de dureza promedio resultante es de 90,40 SHORE D.



Ing. Sebastián Villegas S.
*TÉCNICO DE LABORATORIO
INGENIERÍA MECÁNICA*

Anexo 9: Ensayo de compresión

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL				 CTT FICM CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PLASTICOS NORMA ASTM D695 - 15											
ORDEN DE TRABAJO: CTT-FICM-2021-054 NÚMERO DE MUESTRAS: 10 OBRA O PROYECTO: Determinación del proceso tecnológico para la fabricación de fachaletas de PVC como material opcional en la construcción de LUGAR DEL PROYECTO: Ambato CONTRATISTA: Ing. Tannia Magally Solís Santamaría TUTOR: Ing. Mauricio Carrillo FECHA DE EXPEDICION: 28-abr-21											
DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN											
Probeta N°	DIMENSIONES				ÁREA DE CONTACTO	CARGA		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		DESPLAZAMIENTO	IDENTIFICACIÓN
	PROBETA					(KN)	(Kg)	(MPa)	(Kg/cm2)		
	Largo (a)	Ancho (b)	Espesor (c)	Área							
(cm)	(cm)	(cm)	(cm²)	(cm²)					(mm)		
1	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,50	50,79	3,14	31,99	3,72	probeta plastico 1
2	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,75	76,04	4,70	47,88	2,78	probeta plastico 2
3	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,80	81,20	5,01	51,13	1,92	probeta plastico 3
4	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,47	48,17	2,97	30,33	6,18	probeta plastico 4
5	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,83	84,31	5,21	53,09	2,32	probeta plastico 5
6	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,81	82,88	5,12	52,19	2,26	probeta plastico 6
7	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,67	67,90	4,19	42,76	2,53	probeta plastico 7
8	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,66	67,48	4,17	42,50	2,18	probeta plastico 8
9	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,46	46,48	2,87	29,27	5,92	probeta plastico 9
10	7,9	1,9	0,2	1,59	1,59	0,45	45,70	2,82	28,78	6,10	probeta plastico 10
GRAFICO		OBSERVACIONES:									
		La toma y entrega de muestras, fecha de elaboración, identificación y especificación son de estricta responsabilidad de la persona o entidad contratante.									
Ing. Byron López TÉCNICO DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA						Ing. Freddy Pimbo AUXILIAR DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA					

Anexo 10: Ensayo de inflamabilidad



**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS
DE INFLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

**INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD
SEGÚN ISO 3795.**

FACHALETA DE PVC	
Fecha de recepción	9/4/2021
Número de probetas	5
Dimensiones	293 mm X 100 mm
Color adverso	Negro
Color reverso	Negro
Superficie adversa	Rugosa
Superficie reversa	Rugosa

CÓDIGO: LIM-UTA-CH-2021-001

14 de abril de 2021

AMBATO – ECUADOR

1. ANTECEDENTES:

Con fecha 9 de abril de 2021, la señorita: Tannia Magally Solis Santamaria, domiciliado en la ciudad de Ambato y numero de celular 0982432618 solicita al laboratorio de investigación para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma ISO 3795, de la muestra **FACHALETA DE PVC**.

2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon de acuerdo con el "Instructivo para la obtención de muestras" y manipularon de acuerdo con lo señalado en la norma ISO 3795.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera horizontal en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las réplicas solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

Nombre del material:	FACHALETA DE PVC
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Simple
Origen del material:	Elaborado nacionalmente
Uso del material:	Interiores y Exteriores
Dimensiones de la muestra:	293mm X 293mm
Responsable del corte de las muestras:	Laboratorio
Tipo de entrega de las muestras:	Una muestra en anchuras
Fotografía:	

4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Cámara de inflamabilidad:	horizontal	Fecha de ensayo:	14/4/2021
Tipo de material:	FACHALETA DE PVC		
Dimensiones (mm):	100mm X 293 mm	Nº de probetas:	5
Temperatura:	24,9 ° C	Humedad relativa:	53,28%
Tiempo de acondicionamiento:	71 H		
Sentido de corte de la muestra:	Longitudinal		
Resultados Según La Norma ISO 3795			
			
Muestra antes de la prueba			
N- De Probetas	Distancia (mm)	Tiempo (s)	Tasa de combustión B(mm/min)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
Observaciones: La incertidumbre expandida es k=2			

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: **FACHALETA DE PVC** las tasas de combustión obtenidas (índice de llama) son: 0 mm / min en las cinco probetas ensayadas, por lo tanto, el material ensayado se considera auto extinguido.



Ing. Gonzalo Naranjo A.
Técnico – LIM - UTA

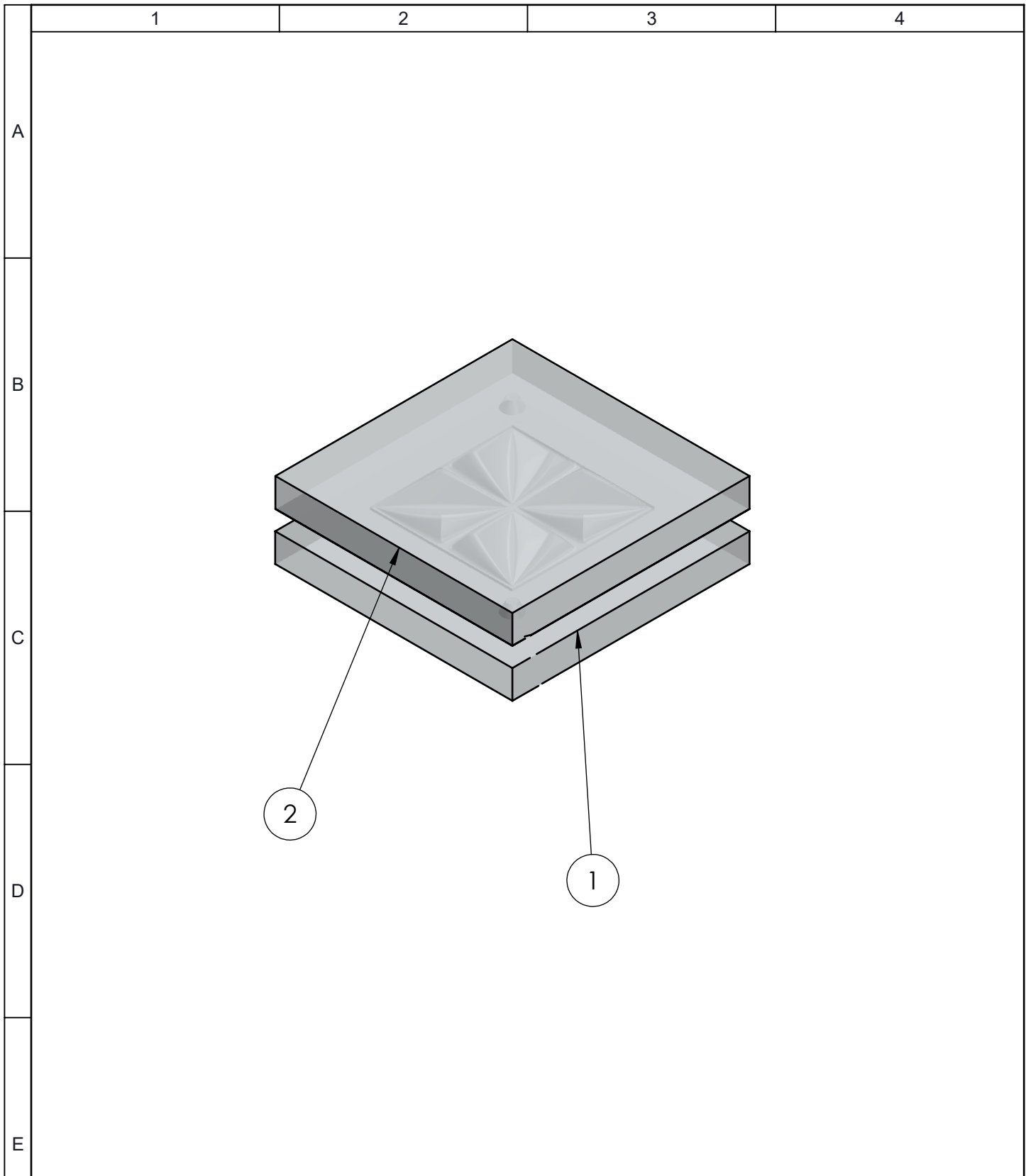


6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitante utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.

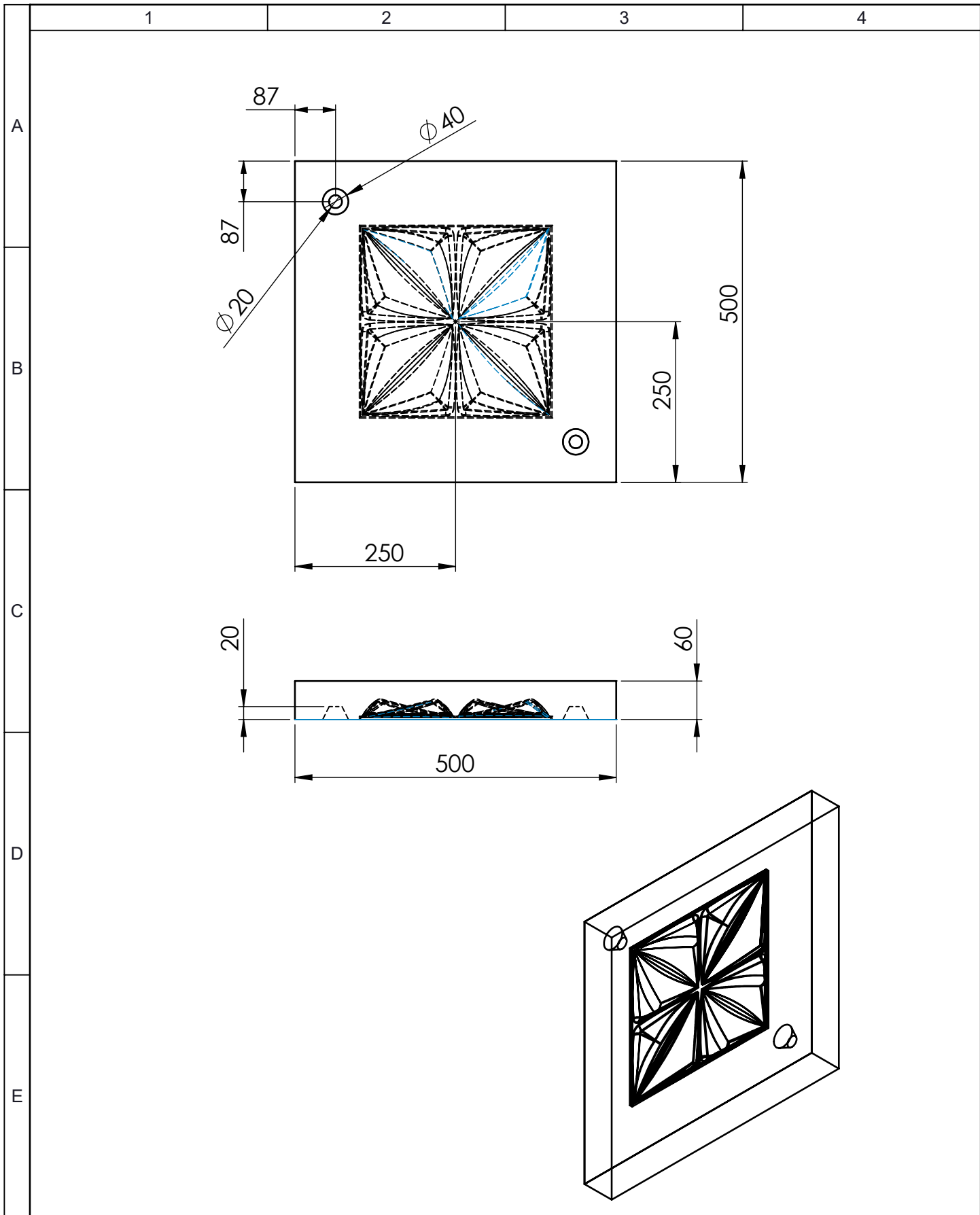
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del laboratorio de investigación para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se considero la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.

PLANOS



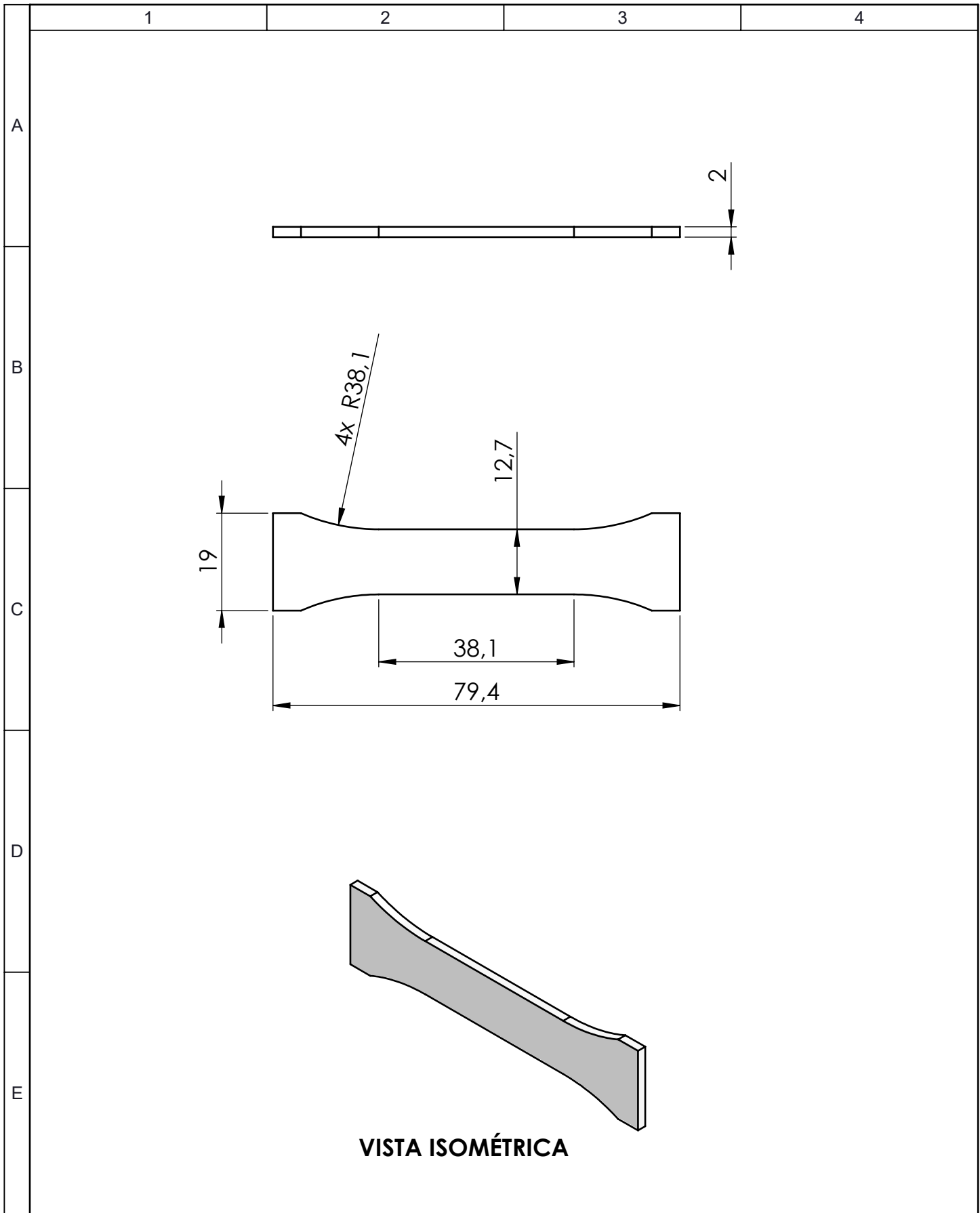
1	Placa molde hembra	Plano 3	Aluminio	2		Mecanizado	
1	Placa molde macho	Plano 2	Aluminio	1		Mecanizado	
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/ dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/ semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

				Tolerancia ±0,5	(Peso) -Kg	Materiales: Aluminio	
				Fecha	Nombre	Denominación: Molde fachaleta	Escala: 1:1
				Dibujó: 22/05/21	Ing. Solis.Tannia		
				Revisó: 22/05/21	Ing.Carrillo M.		
				Aprobó: 22/05/21	Ing.Carrillo M.	Número del dibujo: 01 de 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	22/05/11	Ing. López G.	
				Revisó:	22/05/11	Ing. López G.	
				Aprobó:	22/05/11	Ing. López G.	Escala: 1:1
				UTA		Número del dibujo:	
				Ing. Mecánica		01 de 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

TÍTULO



VISTA ISOMÉTRICA

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,05	0,00296 Kg	PVC	
				Fecha	Nombre	Denominación: Probeta ensayo compresión	Escala: 1:1
			Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
			Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 01 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

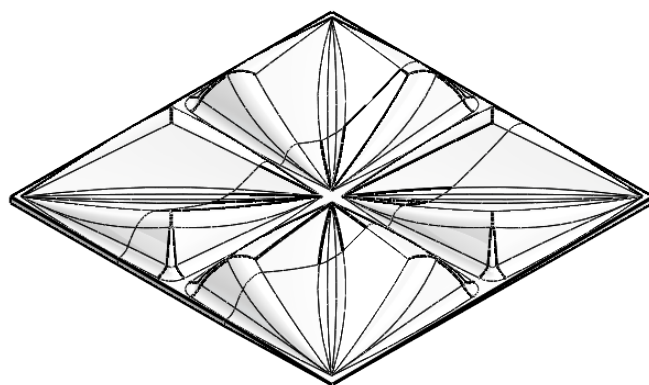
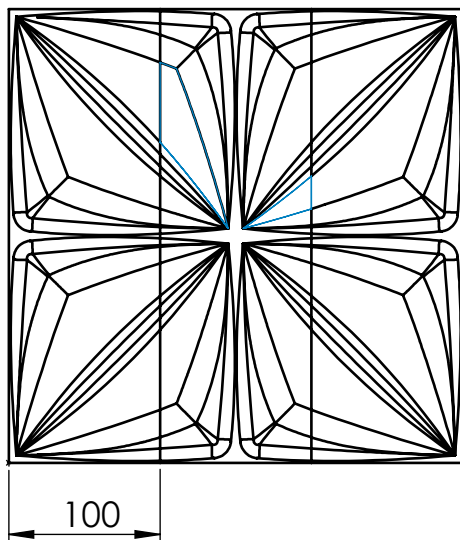
A

B

C

D

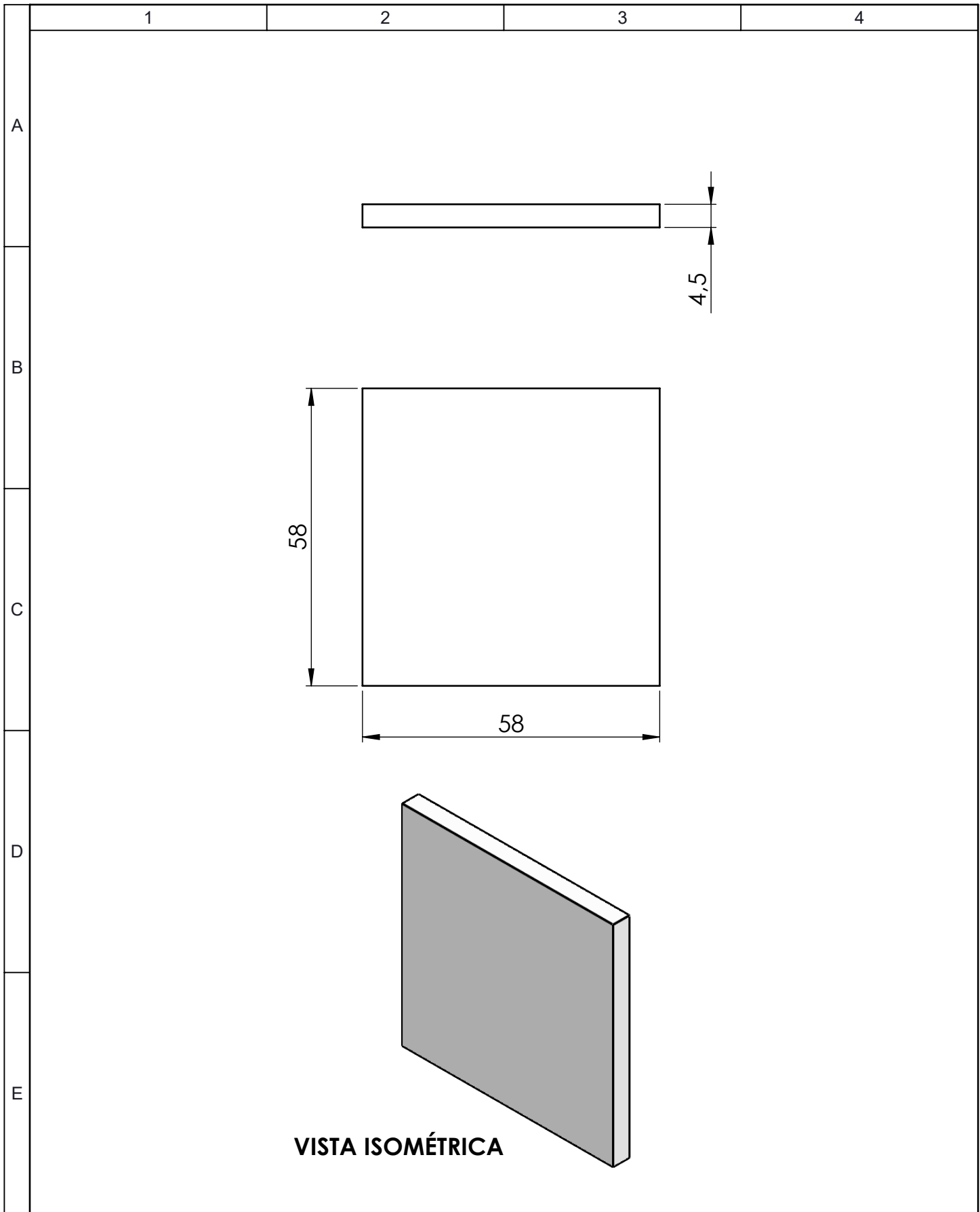
E

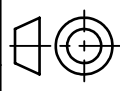


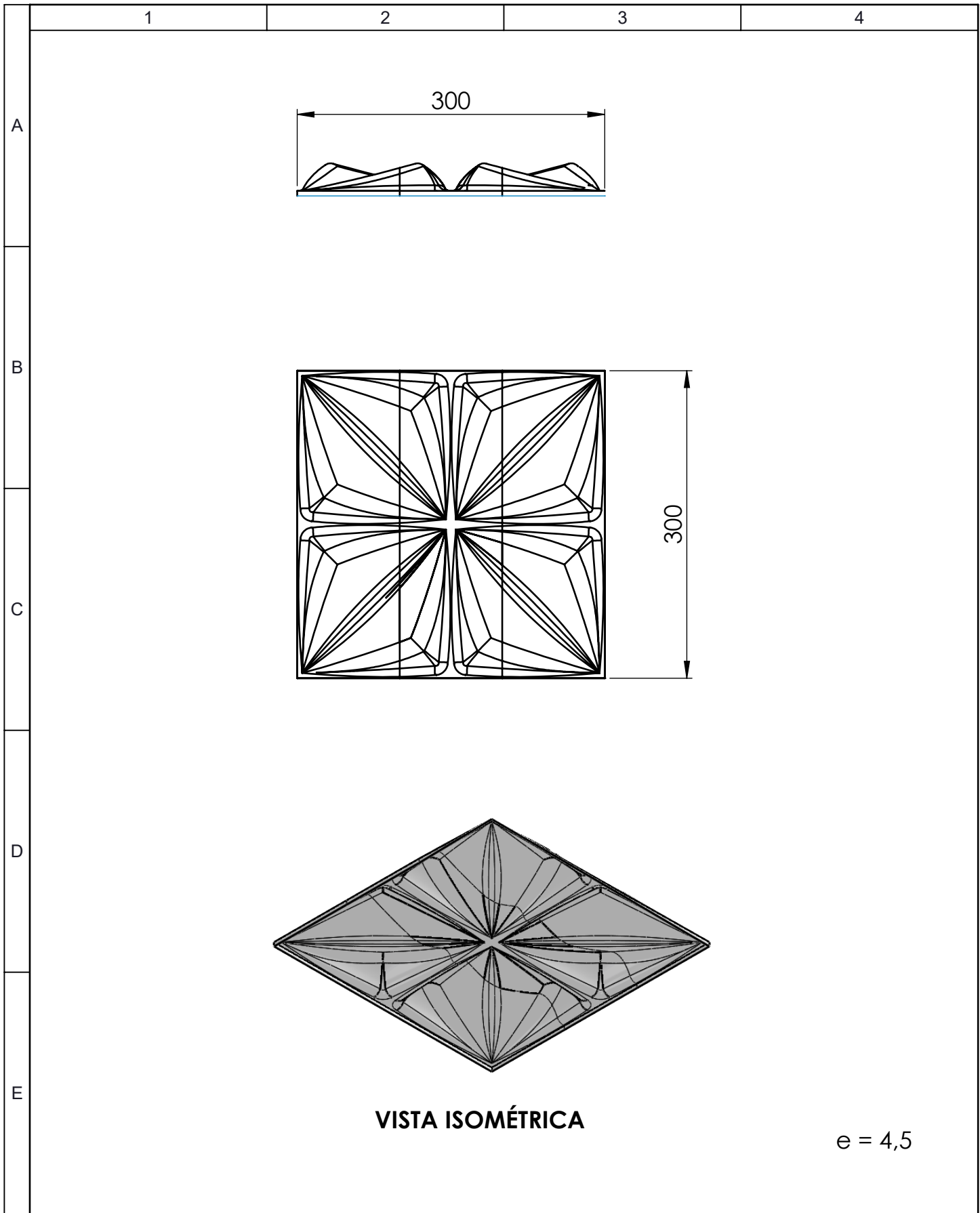
e= 2mm

VISTA ISOMÉTRICA

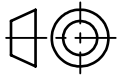
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,05	0,00296 Kg	PVC	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 30/04/21	Ing. Tannia Solís		
				Revisó: 30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó: 30/04/21	Ing. M. CARRILLO	Probeta inflamabilidad Número del dibujo: 02 de 04 (Sustitución)	1:5
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

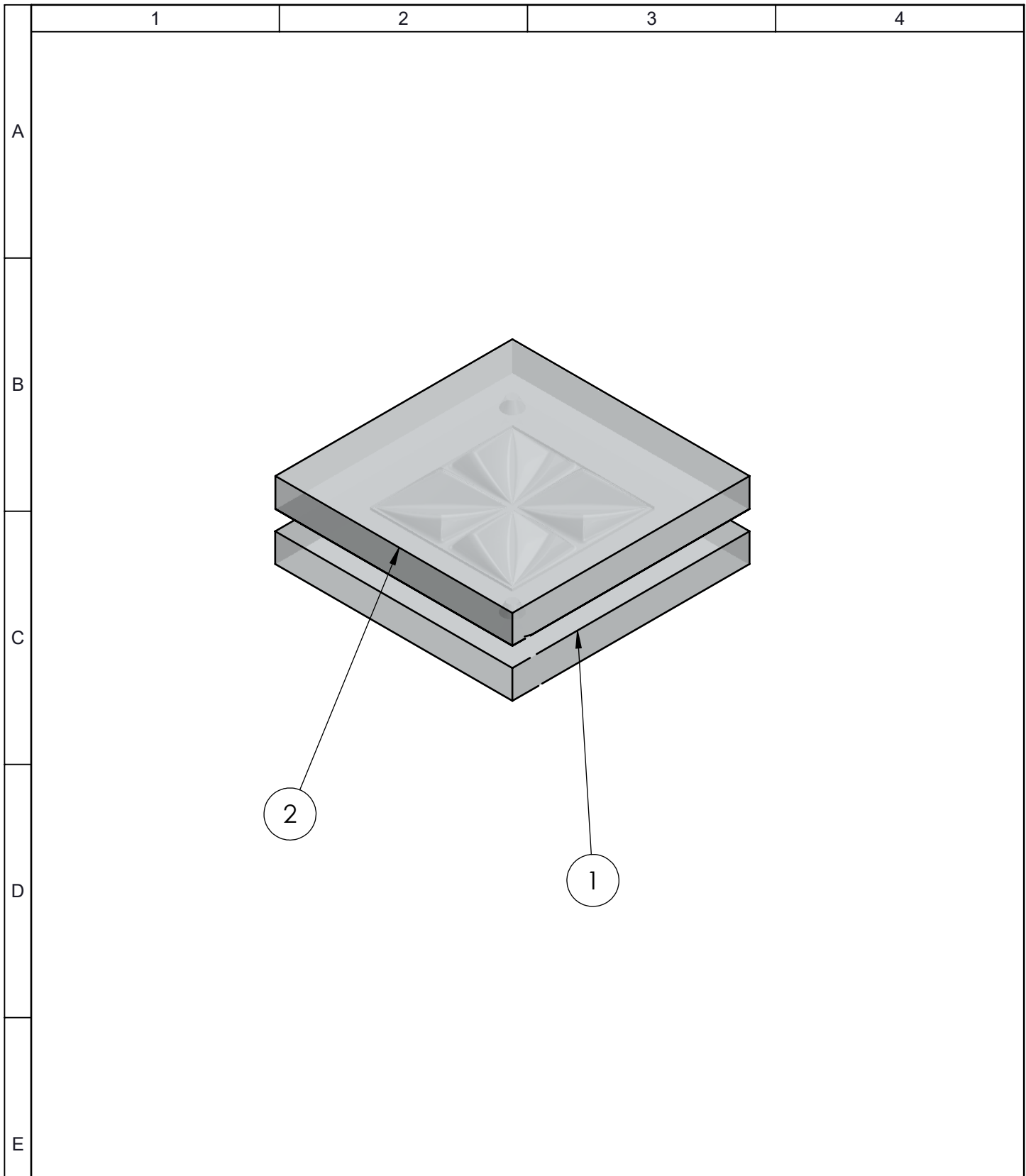


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,05	0,02 Kg	PVC		
					Fecha	Nombre	Denominación: Probeta impacto	Escala: 1:1
				Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
				Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 03 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	
								



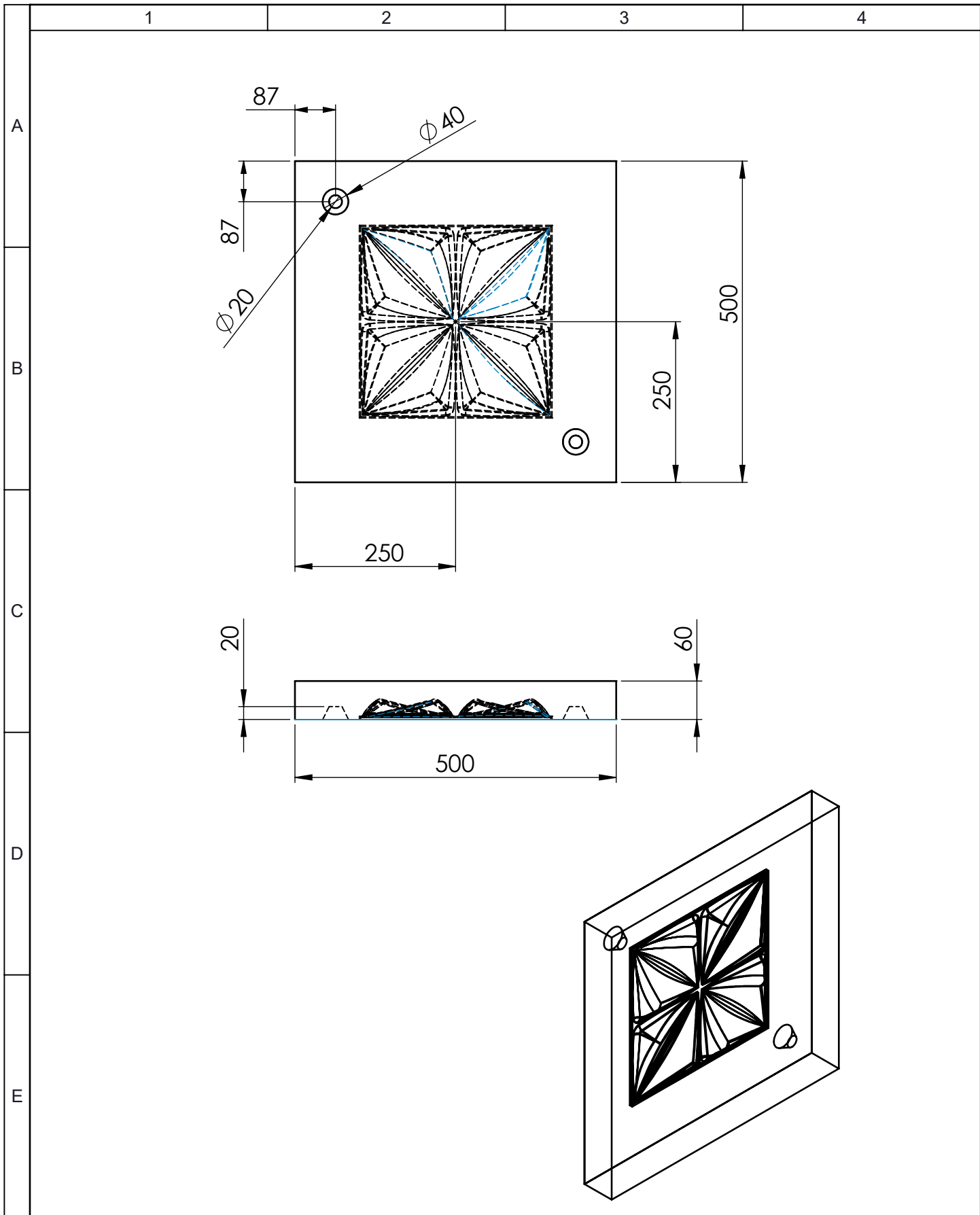
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,05	0,00296 Kg	PVC		
					Fecha	Nombre	Denominación: Probeta dureza	Escala: 1:5
				Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
				Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 04 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	



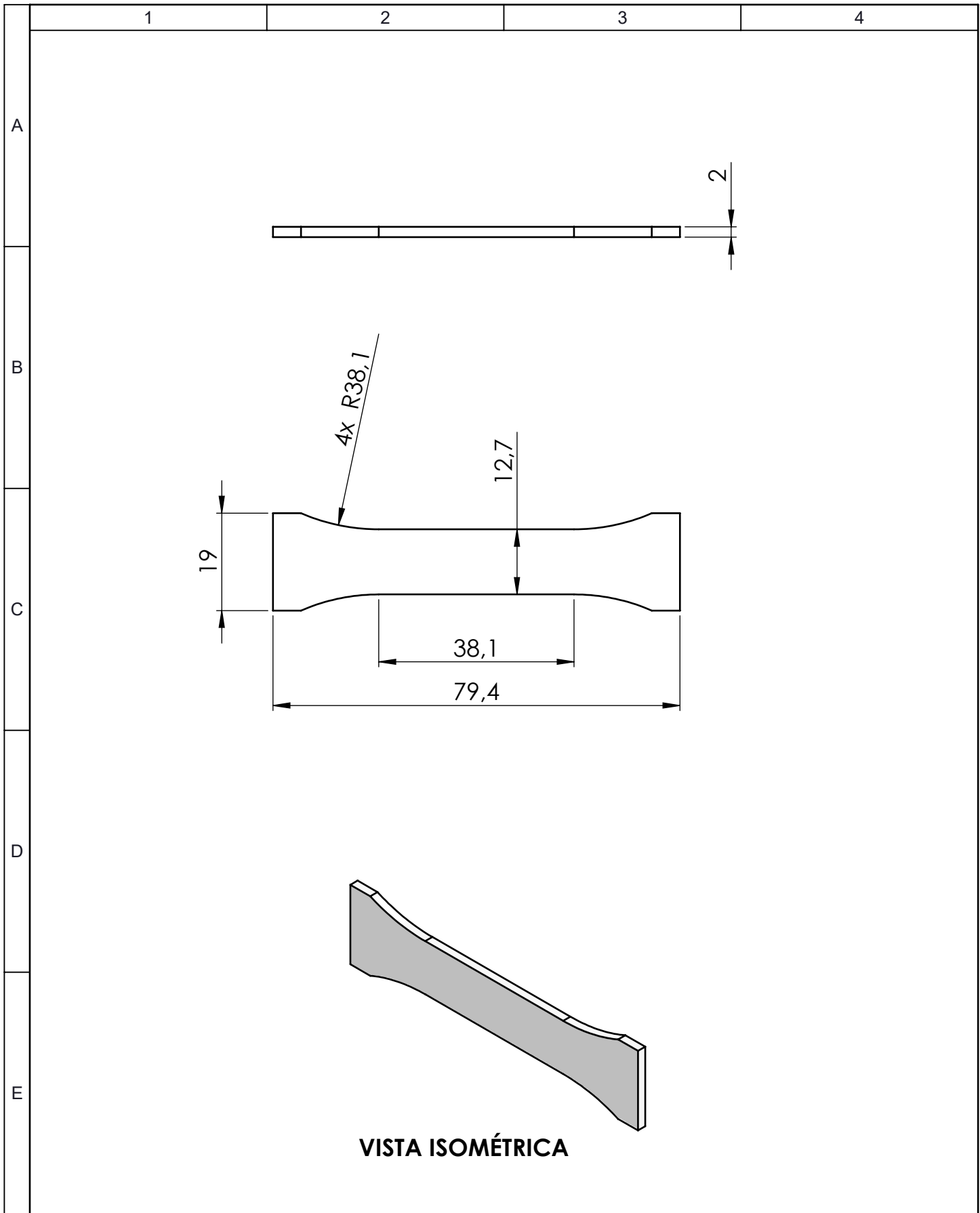


1	Placa molde hembra	Plano 3	Aluminio	2		Mecanizado	
1	Placa molde macho	Plano 2	Aluminio	1		Mecanizado	
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/ dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/ semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

					Tolerancia ±0,5	(Peso) -Kg	Materiales: Aluminio				
							Denominación: Molde fachaleta			Escala: 1:1	
					Fecha	Nombre	Número del dibujo: 01 de 10 (Sustitución)				
				Dibujó:	22/05/21	Ing. Solis.Tannia					
				Revisó:	22/05/21	Ing.Carrillo M.					
					Aprobó:	22/05/21	Ing.Carrillo M.				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica							



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	Acero	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	22/05/11	Ing. López G.		
			Revisó:	22/05/11	Ing. López G.		
				Aprobó:	22/05/11	Ing. López G.	TÍTULO 1:1
				UTA		Número del dibujo: 01 de 10	
				Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



VISTA ISOMÉTRICA

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,05	0,00296 Kg	PVC	
				Fecha	Nombre	Denominación: Probeta ensayo compresión	Escala: 1:1
			Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
			Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 01 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

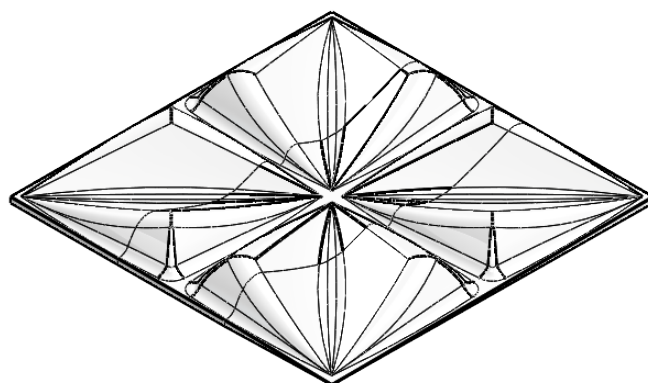
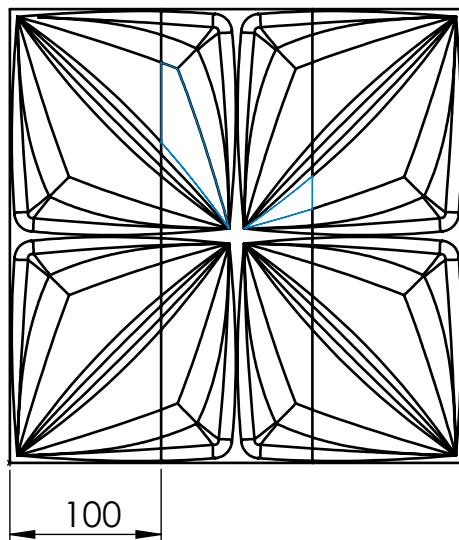
A

B

C

D

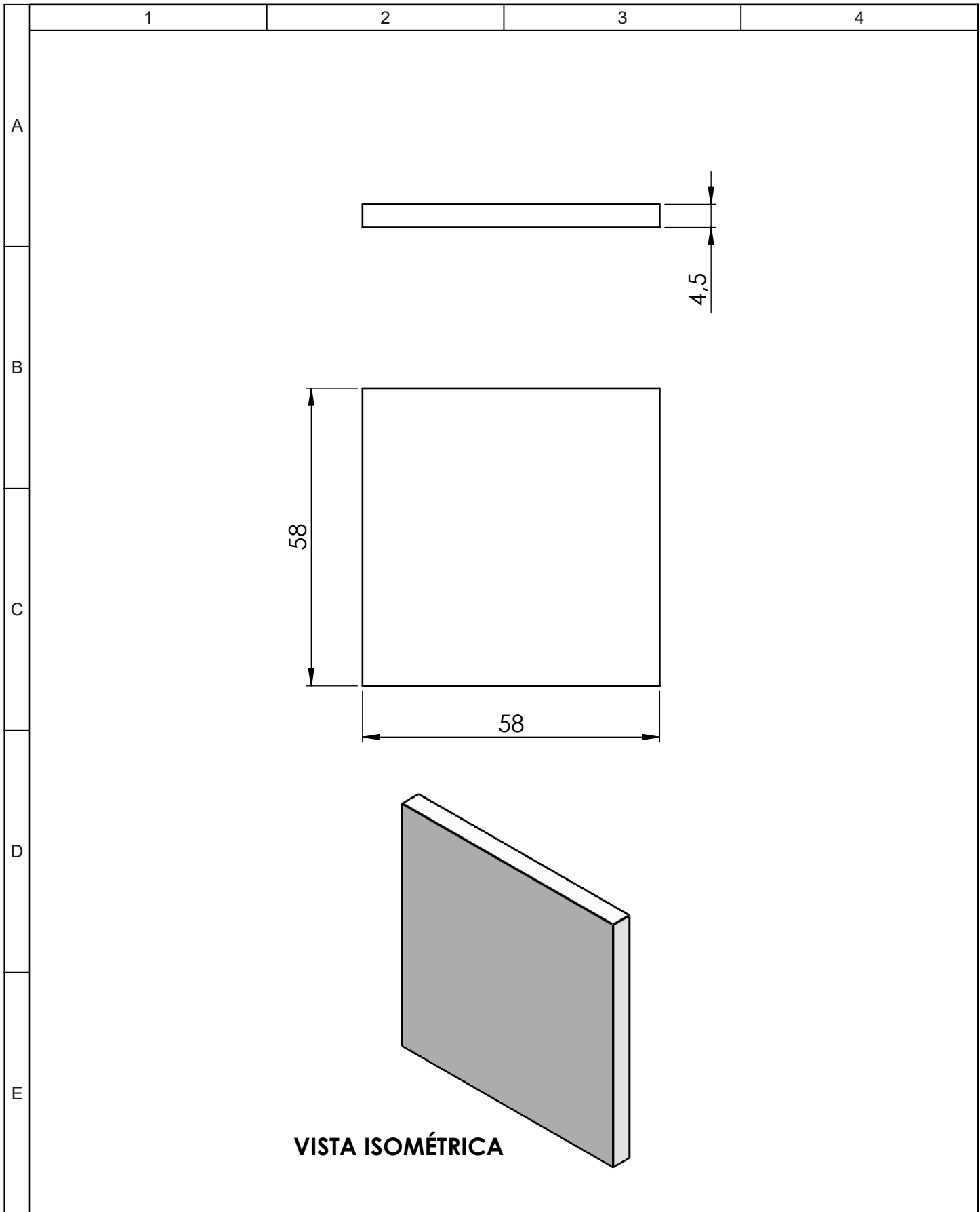
E



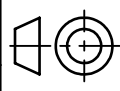
e= 2mm

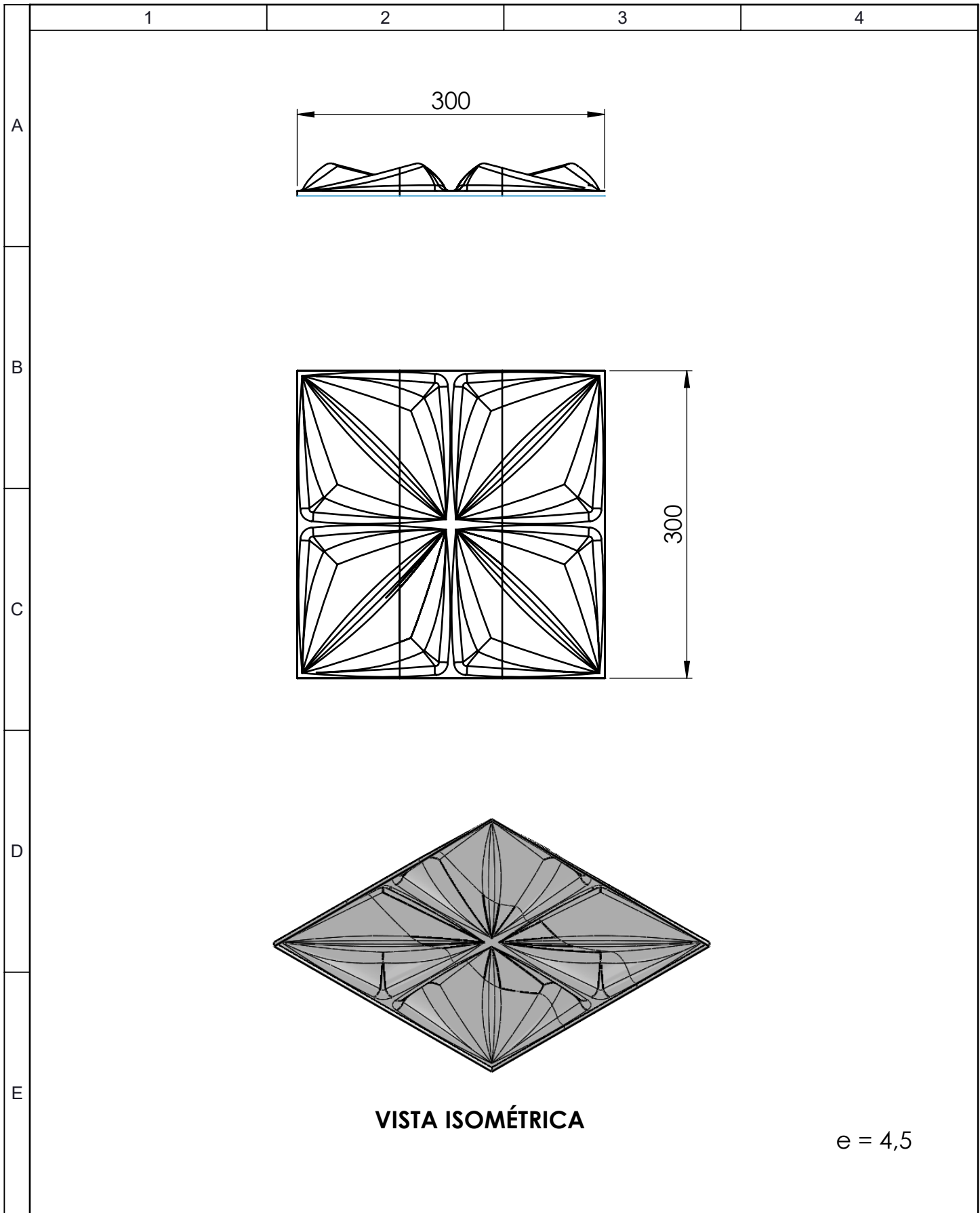
VISTA ISOMÉTRICA

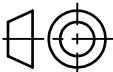
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,05	0,00296 Kg	PVC	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
			Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO	1:5
				UTA		Número del dibujo:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		02 de 04	
						(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,05	0,02 Kg	PVC		
					Fecha	Nombre	Denominación: Probeta impacto	Escala: 1:1
				Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís		
				Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO		
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 03 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,05	0,00296 Kg	PVC			
					Fecha	Nombre	Denominación: Probeta dureza		Escala: 1:5
				Dibujó:	30/04/21	Ing. Tannia Solís			
				Revisó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO			
				Aprobó:	30/04/21	Ing. M. CARRILLO			
				UTA			Número del dibujo: 04 de 04 (Sustitución)		
				Ing. Mecánica					
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						