

SEMILLERO SIMACO

PROCESAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE UN MATERIAL COMPUESTO A PARTIR DE MATERIALES RECICLADOS EN LA ETITC.

Integrantes del Semillero SIMACO

DARIO ANDRADE ZAMBRANO
FABIAN DE JESUS PRESIGA DUQUE
HENRY MONTERO ACOSTA
ALISON DAYANA RUBIO
EDWIN ELIECER CASTRO
JOSE ELBER NIETO
RICARDO MUSKUS MUSKUS
JUAN ANDRADE MUÑOZ
GISELLE PALACIOS BARRAGAN
SANTIAGO GARZÓN CUEVAS
NELSON TORRES AVILA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de residuos a nivel mundial se está convirtiendo en un problema de salud pública, por lo que la reutilización, reciclaje o mejor aprovechamiento de ellos es la nueva estrategia mundial; la ETITC no es ajena a este problema, ya que en sus instalaciones se están generando cantidades considerables de residuos de distintos polímeros. En el 2015 la producción de polímeros alcanzó 380 millones de toneladas convirtiéndose en una de las industrias de mayor crecimiento y desarrollo a nivel mundial, así como crece su producción también crece la necesidad de su disposición final, si no se hace correctamente o se reutiliza, genera muchos problemas para el medio ambiente y el ser humano. La reutilización es una herramienta que está mitigando el problema y muchas universidades en el mundo han generado patentes que permiten su nueva utilización y evitar problemas como la deforestación y la alta cantidad de residuos sólidos.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Caracterizar y procesar un material compuesto a partir de los residuos generados por la ETITC y las empresas circundantes.

Objetivos Específicos:

- Documentar el estado del arte de los materiales compuestos con base polimérica.
- Determinar cuál es el polímero que más se desecha en la ETITC y establecer cuál de los sobrantes industriales de las empresas que se encuentran a su alrededor es el que mejor se acopla al plástico reciclado.
- Realizar el diseño experimental para obtener un resultado óptimo.
- Generar moldes para caracterizar mecánicamente el material compuesto.
- Medir las propiedades mecánicas (tensión, compresión, dureza e impacto) que garanticen la caracterización mecánica del nuevo compuesto.
- Determinar el tipo de compuesto y su aplicación industrial.
- Documentar y exponer los resultados de la investigación en un artículo y frente a los grupos de investigación.

METODOLOGÍA

La investigación propuesta se desarrollará de la siguiente forma:

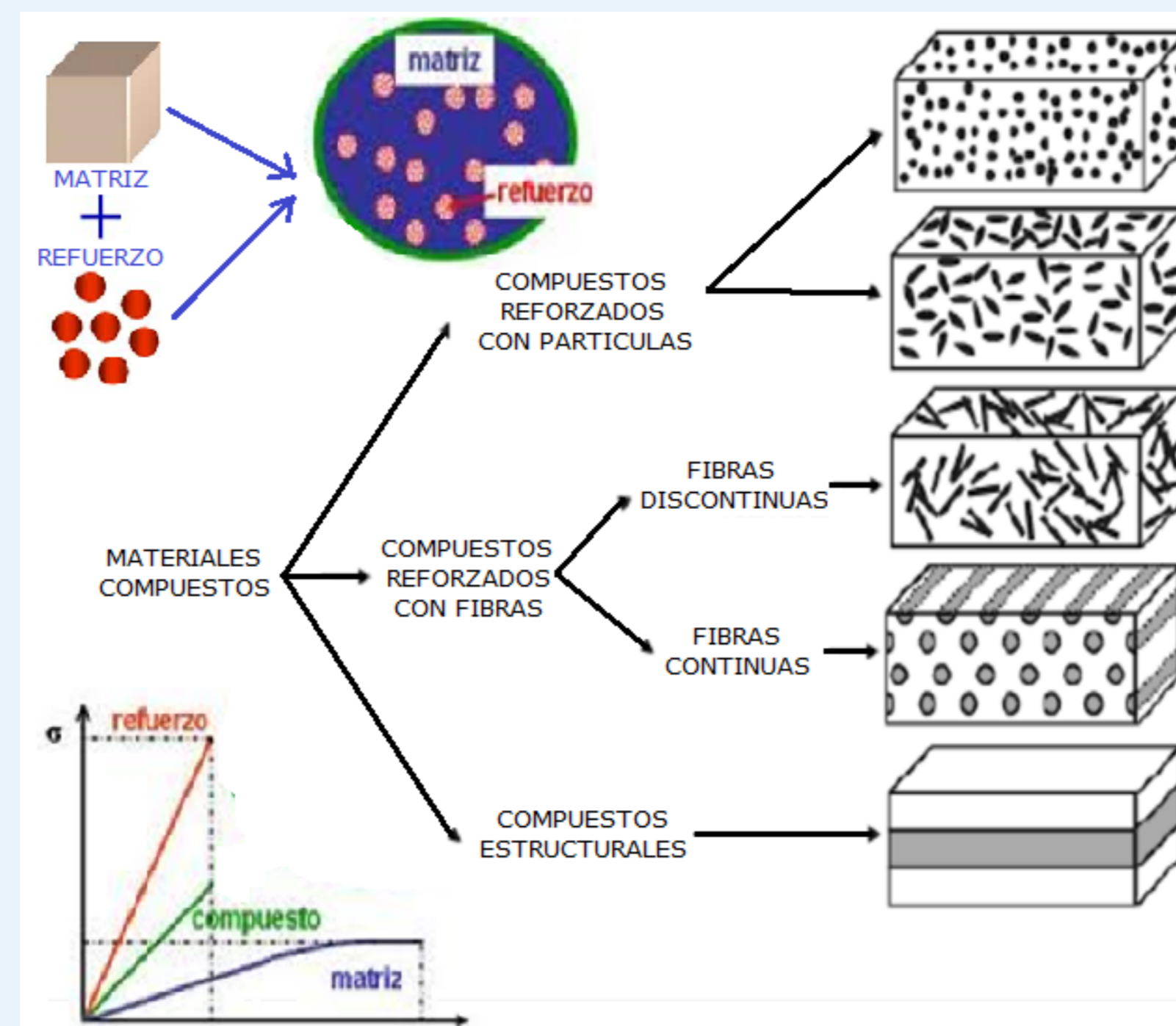
1. Se creará un semillero de investigación con estudiantes de pregrado para la revisión del estado del arte, definición de las bases y desarrollo de la investigación.
2. Se trabajará en la creación de los moldes necesarios para la caracterización mecánica del compuesto.
3. Se determinará el diseño y análisis de experimentos.
4. Se iniciará la fase de ensayos en la inyectora con los datos que suministre el diseño de experimentos.
5. Se documentarán los resultados de la fase experimental y de ensayos con la caracterización mecánica del nuevo compuesto y sus utilidades.
6. Se presentarán los resultados obtenidos en la investigación y sus futuros alcances.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	AÑO 2021											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Realizar la revisión del estado del arte y las bases de la investigación. Para lo cual se creará el semillero de investigación.												
Crear tres moldes necesarios para la caracterización del compuesto												
Determinar cuál es el material de refuerzo y realizar el diseño y análisis de experimentos necesario												
Realizar los ensayos en la inyectora con los datos obtenidos del diseño y análisis de experimentos												
Documentar los resultados de la fase experimental y los ensayos externos para determinar las propiedades del nuevo compuesto y sus utilidades												
Divulgar los resultados obtenidos en la investigación y sus futuros alcances												

REFERENTES TEÓRICO

Los materiales compuestos se forman mediante uniones no químicas de dos o más componentes, dando lugar a nuevas características o propiedades específicas de cada unión. En los materiales compuestos se deben considerar dos componentes: la matriz y el refuerzo. Se denomina matriz al componente responsable de las propiedades físicas y químicas, además de la transmisión de los esfuerzos a los elementos de refuerzo. El refuerzo corresponde al material que proporciona la resistencia a la tensión del elemento compuesto. (Botero Jaramillo, Méndez Urquidez, Romo Organista, & González Blandon, 2013).



Se emplean muchos tipos de materiales de refuerzo. Por siglos se ha utilizado la paja para reforzar los ladrillos de barro o adobes. En las estructuras de concreto se introducen varillas de acero de refuerzo. Las fibras de vidrio en una matriz polimérica producen un material para aplicaciones en el transporte y la industria aeroespacial. Las fibras de boro, carbono, polímeros y materiales cerámicos aportan un esfuerzo excepcional en compuestos avanzados basados en matriz polimérica, metálica, cerámica e incluso en compuestos intermetálicos. (Askeland, 2015).

MÉTODOS DE FABRICACIÓN.

El método de fabricación empleado en el procesamiento de materiales compuestos depende de los materiales a procesar.

Cuando las resinas son polímeros termoplásticos, las técnicas empleadas para su procesamiento son, principalmente, aquellas mediante las cuales se procesa la matriz individualmente:

- Inyección
- Extrusión
- Moldeo por compresión.

Si se emplean matrices termorrígidas, han sido diseñados especialmente:

- Hand lay up o Moldeo por colocación manual y Spray lay up o Moldeo por proyección simultánea
- Moldeo por infusión.
- RTM: Resin transfer molding.
- Filament Winding ó enrollamiento filamentario

La pulvi - metalurgia hace posible la fabricación de compuestos a base de polvos metálicos y cerámicos, compuestos conocidos como CERMETS, con la resistencia de los metales o aleaciones y la resistencia a la abrasión y al calor de los compuestos metálicos.

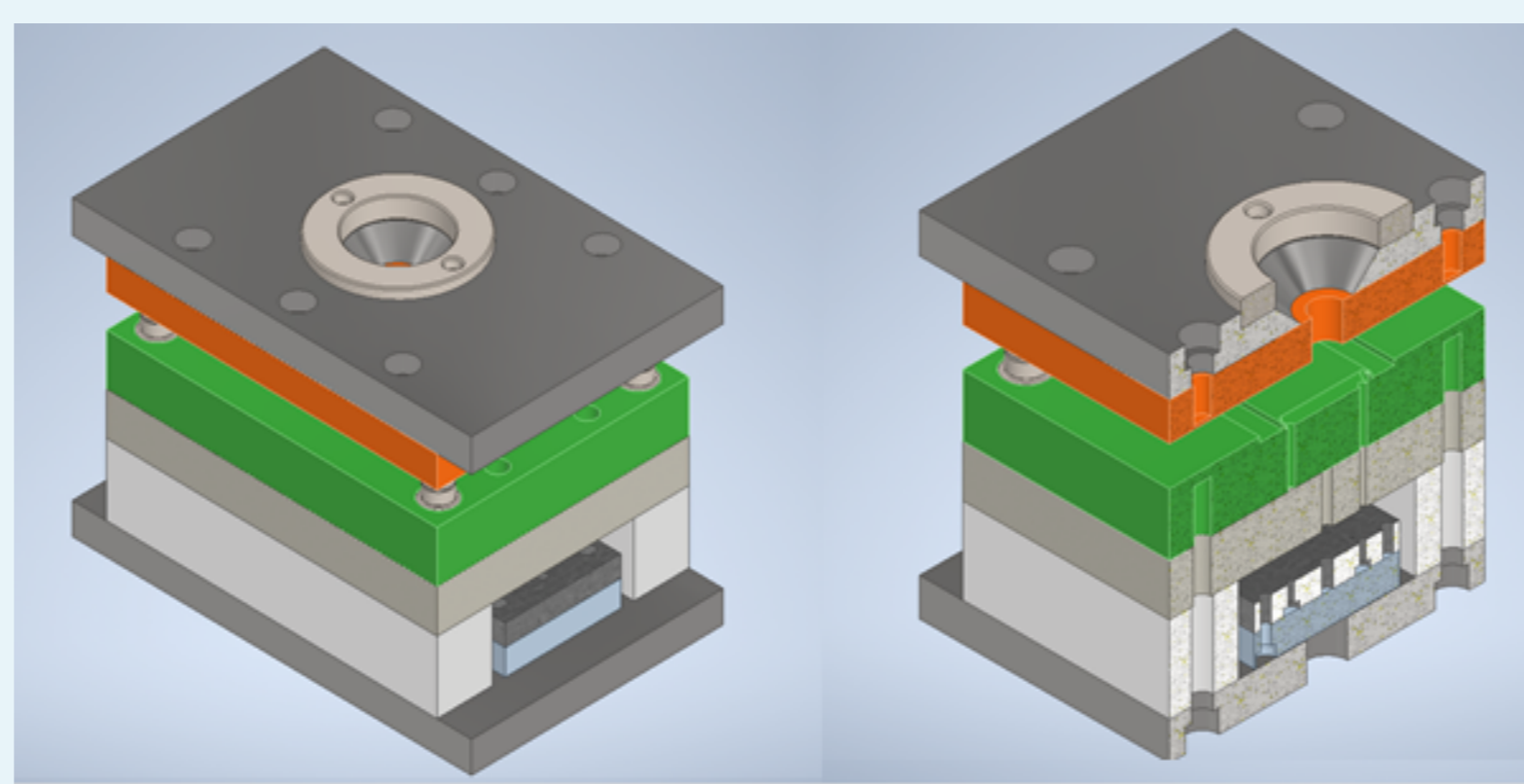
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MOLDE DE INYECCIÓN DE PROBETAS PARA ENSAYO DE TENSION.

Se realizó, bajo el análisis de los parámetros requeridos por el producto final, teniendo en cuenta las condiciones y características de la maquina inyectora a utilizar, con el fin de lograr un resultado que cumpla con las especificaciones tanto físicas, geométricas y dimensionales.

METODOLOGÍA

- Revisión bibliográfica y estudios físicos - matemáticos para el proceso del diseño.
- Diseñar molde de inyección para dos cavidades, siguiendo la norma ASTM D638 y la selección de los materiales idóneos para la fabricación.
- Realizar las simulaciones y planos pertinentes para el diseño.
- Cotización de materiales y herramientas requeridas en el proceso de fabricación.

MOLDE - VISTA ISOMÉTRICA Y EN CORTE



ALGUNOS CÁLCULOS DE DISEÑO

Área de placa sin encolumado
 $APsE = (Rb + D1 + LCV/2 + D1 + D2) \cdot 2$
 $APsE = (9 \text{ mm} + 7,5 \text{ mm} + (183/2) + 10 \text{ mm}) \cdot 2$
 $APsE = 236 \text{ mm}$

Área de placa total
 $APt = APsE + \text{Diámetro columna}$
 $APt = 215 \text{ mm} + 30 \text{ mm}$
 $APt = 245 \text{ mm}$

Área proyectada de la pieza
 $APP = LCV \cdot WCV$
 $APP = 18,3 \text{ cm} \cdot 1,9 \text{ cm}$
 $APP = 34,47 \text{ cm}^2$

Volumen de la pieza
 $VP = APP \cdot hp$
 $VP = 34,47 \text{ cm}^2 \cdot 0,3 \text{ cm}$
 $VP = 10,43 \text{ cm}^3$

Peso de la pieza
 $WP = VP \cdot Ds$
 $WP = 10,43 \text{ cm}^3 \cdot 1,04 \text{ g/cm}^3$
 $WP = 10,84 \text{ g}$

Diámetro agujero de boquilla y Diámetro de boquilla
 $3,5 \text{ mm}$ y 58 mm
 Valor tomado de tabla

Diámetro de fluencia
 $RF = Lb + Rb + (Db/2) + D1 + (WCV/2) + (LCV/2)$
 $RF = 20 \text{ mm} + 9 \text{ mm} + 14,5 \text{ mm} + (19 \text{ mm}/2) + (183 \text{ mm}/2)$
 $RF = 144,5 \text{ mm}$

Diámetro de canal de inyección
 $4,02 \text{ mm}$

Longitud canal de inyección
 $LCI = Lb + (Db/2) + (14,5 \text{ mm} \cdot 2)$
 $LCI = 20 \text{ mm} + (19 \text{ mm}/2) + 29 \text{ mm}$
 $LCI = 58,5 \text{ mm}$

Área del canal
 $AC = \pi \cdot r^2$
 $AC = 0,202 \text{ cm}^2$
 $AC = 0,128 \text{ cm}^2$

Volumen del canal
 $VC = AC \cdot LCI$
 $VC = 0,128 \text{ cm}^2 \cdot 58,5 \text{ cm}$
 $VC = 0,7488 \text{ cm}^3$

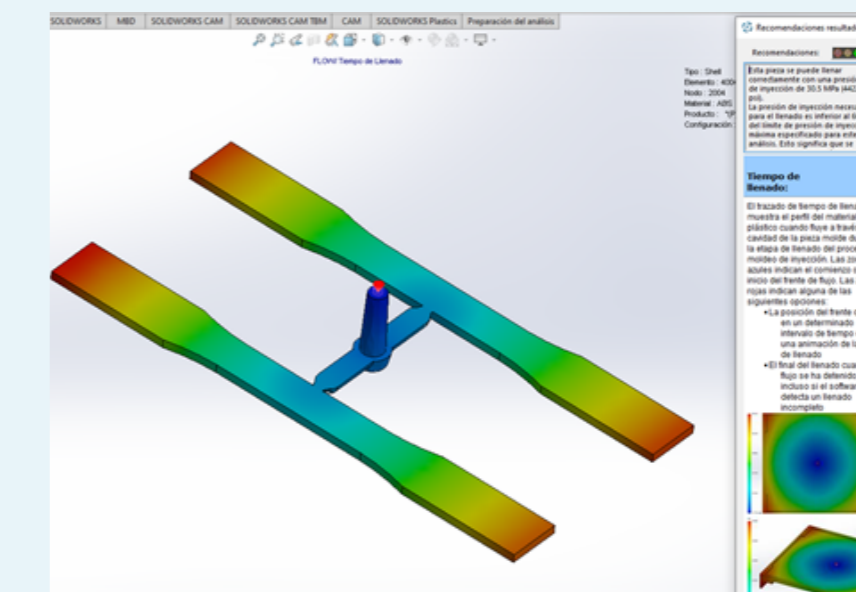
Peso del canal de inyección
 $WC = VC \cdot Ds$
 $WC = 0,7787 \text{ g}$

Presión interna
 $Pi = F \cdot RF$
 $Pi = 5 \cdot 14,45 \text{ cm}$
 $Pi = 72,25 \text{ Kp/cm}^2$

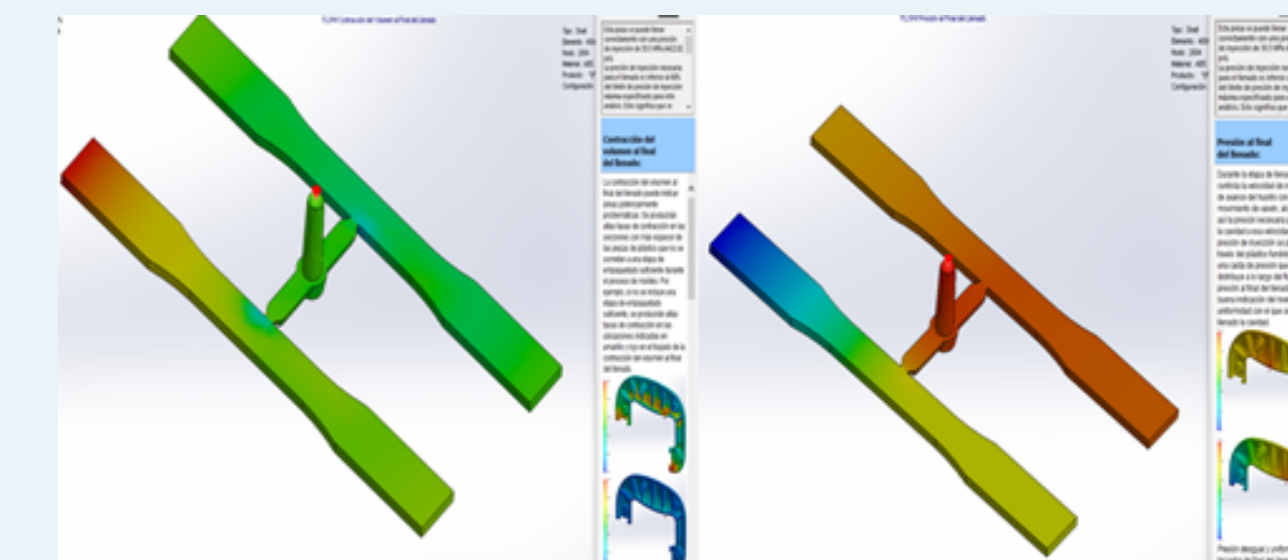
Fuerza del cierre
 $Fc = APP \cdot Kc \cdot Pi$
 $Fc = 34,47 \text{ cm}^2 \cdot 2 \cdot 72,25 \text{ Kp/cm}^2$
 $Fc = 4980,1 \text{ Kp}$
 $Fc = 5 \cdot 1$

SIMULACIÓN DE INYECCIÓN

Tiempo de ciclo de inyección y enfriamiento: 25 segundos



Contracción de volumen al final del llenado: 5,3% aproximado



COSTOS COMERCIALES DEL MOLDE

	Cantidad	Unidad	Costo unidad	Costo total
Diseño Molde	57	Horas	\$16.782	\$956.574
Base porta molde	1	Unidad	\$4.029.382	\$4.029.382
Sistema de expulsión	15	Unidades	\$18.000	\$270.000
Fabricación del Molde	72	Horas	\$35.000	\$2.520.000
Tornillería	28	Unidades	\$650	\$18.200
Ajuste y Ensamble	36	Horas	\$16.782	\$604.152
Correcciones	24	Horas	\$16.782	\$402.768
Herramientas	8	Unidades	\$42.000	\$336.000
Inyección de Producto	4	Horas	\$16.782	\$67.128
Costo Total				\$9.204.204

PROGRAMA CAD/CAM PARA MECANIZAR EL MOLDE DE INYECCIÓN

%O0000(PLACA CAVIDAD)
 *(T6 | BROCA DE CENTROS | H6)
 *(T14 | BROCA DE 10,5 MM | H14)
 *(T18 | BROCA DE 10 MM | H18)
 *(T10 | BROCA DE 4,5 MM | H10)
 *(T17 | HERRAMIENTA DE 16 MM | H17)
 *(T8 | BROCA DE 4,1 MM | H8)
 *(T11 | AVELLANADOR | H11)
 *(T16 | ESCAREADOR PLANO DE 10 MM | H16 | XY STOCK TO LEAVE - .2 | Z STOCK TO LEAVE - .0)
 *(T5 | H5)
 *N100 G21
 *N102 G0 G17G40 G49G80 G90
 *(CENTROS) N104 T6 M6
 *N106 G0 G90G54 X42.Y32.5 A0.S900 M3 ...
 *(AMARRS BRIDA) N166 T14 M6
 *N168 G0 G90G54 X76.Y72.5 A0.S500 M3 ...
 *(COLUMNAS Y RETROS) N194 T18 M6
 *N196 G0 G90G54 X102.Y72.5 A0.S500 M3 ...
 *(EXPULSORES) N226 T10 M6 ...

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Hipótesis de investigación

La variación de la concentración del material de refuerzo puede lograr cambios en las propiedades mecánicas tales como: dureza, flexión, absorción de energía, límite de fluencia, módulo de elasticidad, esfuerzo de rotura y porcentaje de elongación del material compuesto, con lo cual se obtiene un modelo que nos permite predecir dichas propiedades en función de la variable independiente.

Experimentación.

- Para dar respuesta a la hipótesis planteada se realizará "Experimento con única variable independiente", realizando probetas por triplicado para garantizar su repetitividad y tener en cuenta los efectos aleatorios.
- Para el análisis de cada propiedad X (variables dependientes), se determinarán las desviaciones estándar y se realizará un análisis de varianzas para cuantificar los errores aleatorios e identificar la significancia de la variable independiente sobre cada propiedad...

BIBLIOGRAFIA

- APERADOR, W., BAUTISTA, J., & DELGADO, A. E. (2015). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS ELABORADOS A PARTIR DE CENIZAS VOLANTES Y POLÍMEROS RECICLADOS. REVISTA INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN, 79-91.
- APERADOR, W., BAUTISTA, J., & DELGADO, A. E. (2015). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS ELABORADOS A PARTIR DE CENIZAS VOLANTES Y POLÍMEROS RECICLADOS. REVISTA INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN, 79-91.
- BOTERO JARAMILLO, E., MÉNDEZ URQUIDEZ, B. C., ROMO ORGANISTA, M. P., & GONZÁLEZ BLANDON, C. M. (2013). DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO ULTRALIGERO PARA CONSTRUIR LA PLATAFORMA DE UNA MESA VIBRADORA. ELSEVIER, INGENIERÍA, INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA, 595-611.
- HIBBELER, R. C. (2014). MECHANICS OF MATERIALS. BOSTON: PRENTICE HALL.
- MONTGOMERY, D. C. (2004). DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS. MÉXICO: LIMUSA WILEY.
- SANMARTÍN RAMÓN, G. S., ZHIGUE LUNA, R. A., & ALAÑA CASTILLO, T. (2017). EL RECICLAJE: UN NICHOS DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO CON ENFOQUE AMBIENTALISTA. UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD, 36-39.