



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DETERMINACION DE PERFILES DE TEMPERATURA PARA EL
PROCESO DE EXTRUSION DE POLIPROPILENO VIRGEN Y
POLIPROPILENO RECICLADO”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: MARIA GUILLERMINA GUAMAN CONDOR

TUTOR: Msc. PAUL GUSTAVO PALMAY P

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

©2017, María Guillermina Guamán Córdor

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico:

“DETERMINACION DE PERFILES DE TEMPERATURA PARA EL PROCESO DE EXTRUSION DE POLIPROPILENO VIRGEN Y POLIPROPILENO RECICLADO” EN EL LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS”, de responsabilidad de la señorita MARIA GUILLERMINA GUAMAN CONDOR, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Msc. Paul Palmay DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
Dr. Robert Cazar MIEMBRO DEL TRIBUNAL

“Yo **MARIA GUILLERMINA GUAMAN CONDOR**, soy responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación que pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”.

María Guillermina Guamán Córdor

DEDICATORIA

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

A mi madre por su apoyo, consejos, por ser siempre incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme a lo largo de toda la carrera.

A mi madre por todo el esfuerzo y sacrificio que pudo brindarme, su amor, su comprensión todo el apoyo incondicional y sobre todo la confianza para poder lograr mis estudios universitarios.

A mi tío Jorge Flores por brindarme una oportunidad de laborar en su negocio y por ende continuar con mi carrera universitaria con constancia y perseverancia.

Me gustaría agradecer al Ing. Paúl Palmay y a la Dr. Robert Cazar por la guía y orientación q me supieron dar en el TRABAJO DE TITULACION.

MARIA

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XII
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Identificación del problema.....	2
1.2. Justificación del proyecto	4
1.3. Línea Base del proyecto	4
1.4. Beneficiarios directos e indirectos.....	4
1.4.1 <i>Beneficiarios directos</i>	4
1.4.2 <i>Beneficiarios indirectos:</i>	5
CAPÍTULO II	6
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2 Objetivos específicos	6
CAPÍTULO III.....	7
3. ESTUDIO TÉCNICO	7
3.1. Localización del proyecto.	7
3.2. Ingeniería del proyecto.	7
3.2.1 <i>Proceso de extrusión</i>	8
3.3 Factores para el moldeado del plástico	11
3.4. Extrusión.....	12
3.8. Variación de temperatura en las zonas censadas por los pt100.	20
3.9. Consumo de potencia eléctrica de la máquina.....	21
3.10. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria	21
3.11. Análisis de Costo/beneficio del proyecto	22
3.11.1 <i>Materiales</i>	22
3.11.2 <i>Económicos</i>	23
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA	

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

ANEXO B: NORMA INEN PARA DETERMINAR DENSIDAD

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-3	Datos geográficos de la ciudad de Riobamba	7
Tabla 2-3	Apariencia del material extruido.....	15
Tabla 3-3	Apariencia del material extruido virgen.....	16
Tabla 4-3	Resultados de tracción.....	17
Tabla 5-3	Resultados de flexión	20
Tabla 6-3	Comportamiento de las niquelinas de entada del tronillo extrusor.	20
Tabla 7-3	Datos de consumo en voltaje y potencia.....	21
Tabla 8-3	Equipos y materiales.....	21
Tabla 9-3	Costo de materiales	22
Tabla 10-3	Costo total.....	23
Tabla 11-3	Cronograma de actividades	23

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-3	Proceso de elaboración de probetas de polipropileno.....	9
FIGURA 2-3	Proceso de elaboración de probetas de polipropileno.....	9
FIGURA 3-3	Proceso de elaboración de probetas de polipropileno °T ideal	9
FIGURA 4-3	Extrusión.....	12
FIGURA 5-3	Extrusora de un husillo.....	13
FIGURA 6-3	Maquina extrusora de tornillo	14
FIGURA 7-3	Determinación de densidad	15

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1-3 Polipropileno virgen.....	19
GRAFICO 2-3 Polipropileno reciclado	19
GRAFICO 3-3 Comparación de consumo de electricidad	21

INDICE DE ABREVIATURAS

Polipropileno	(PP)
Presión	(MPa)
Temperatura	(°C)
Densidad	(g/cm ³)
Espesor	(mm)
Anchura	(mm)
Sección Transversal	(mm ²)
Módulo de elasticidad	(MPa)
Carga de fluencia	(N)
Esfuerzo de fluencia	(MPa)
Carga máxima	(N)
Esfuerzo máximo	(MPa)
Porcentaje de elongación	(%)

RESUMEN

Se determinó los perfiles de temperatura de extrusión de polipropileno reciclado y con el polipropileno virgen en la máquina extrusora de tornillo en el laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se diseñó e implementó el molde para obtener probetas de polipropileno extruidas de 30 cm aproximadamente por 3cm. Los sensores ópticos controlan la cantidad de materia prima mínimo y máximo para iniciar el proceso de extrusión que requiere 1 kg de carga que ingresa con facilidad teniendo una etapa de precalentamiento adecuado para evitar problemas de atascamiento en el motor. El secado se realizó en la estufa a 60°C en el lapso de 30 minutos, con un porcentaje de humedad del 0.1% debido a que el polipropileno no tiende absorber humedad con facilidad debido a que pasa por el tornillo y rompe cualquier molécula porosa pero no en su totalidad. La alimentación en la tolva se lo hace de forma manual de la materia prima (PP) en la etapa de extrusión, garantizando así su respectiva alimentación, sobre la cual se obtiene las probetas de un espesor de 8 mm en el molde los cuales para realizarles pruebas de tracción primero se cortan y se pulieron para acoger parámetros y características por la norma INEN2043:95 que dice tener un espesor de 3mm y una longitud de 18cm mínimo, luego se realiza las pruebas físicas más prescindibles que son de tracción y flexión las que proporcionan parámetros de resistencia, rotura, porcentaje de elongación, con una carga máxima de 694,15 N, un esfuerzo máximo de 22,48 MPa. Se determina la temperatura es 180°C -250°C, sin embargo en el set point de la misma se debe ingresar temperatura de tornillo 180°C y temperatura de punta 250°C. Se recomienda implementar un variador de frecuencia VDF, para controlar la temperatura de punta del tornillo.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <POLIPROPILENO > < TEMPERATURA DE TORNILLO>, < TEMPERATURA DE PUNTA>, < PROBETAS EXTRUIDAS>, <FLEXIÓN >, < TRACCIÓN >, < PORCENTAJE DE ELONGACIÓN> < CARGA MÁXIMA>

SUMMARY

The extrusión temperatura profiles of recycled polypropylene and the virgin polypropylene in the screw extruder machine werw determined in the Inndustrial Processes Laboratory of the Faculty of Sciences of the “Escuela Superior Politecnica de Chimborazo”.The mold was designed and implemented to obtain extruded polypropylene specimens measuring approximately 30cm by 3 cm. The optical sensors control the amount of minimum and maximum raw material to start the extrusion process wich requires 1 kg of load that easily enters having a suitable preheating stage to avoid problems of clogging in the engine.Drying was done in the stove at 60°C within30 minutes with a moisture content of 0.1 % because the polypropylene does not tend to absorb moisture easily because it passes throught the screw and breaks down any porous molecules but it does not do it in its whole. The feed in the hopper is done manually by the raw material (PP) in the extrusion stage,thus it ensures its respective feed,on wich the specimens are obtained with a thickness of 8mm in the mold,wich in the order perform test of traction,these are first cut and polished to accommodate parameters and chara teristics by the INEN 2043:95 standardthat says to have a thicknessof 3mm and length of 18cm minimum,the the most physical tests that ar of traction and reflection are performed,wich provide parameters of resistance,rupture,percentage elongation,with a maximum load of 694.15 N,a maximum effort of 22.48 MPa.it is determined the temperature is 180 °C-250°C,however in the set point of the same,it must enter screw temperature 180°C and tip temperature 250°C. It is recommended to implement a VDF frequency inverter,to control the tip temperature of the screw.

KEY WORDS: <ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, <POLYPROPYLENE>
< SCREW TEMPERATURE>, < TIP TEMPERATURE>, < EXTRUDED SPECIMENS>,
<FLEXIÓN >, < TRACTION >, < PERCENTAGE OF ELONGATION> < MAXIMUN LOAD>

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas industrias ecuatorianas impulsan al reciclaje doméstico, principalmente de recolección de botellas plásticas y flexibles, las cuales no tienen un tratamiento adecuado, llegando en su mayoría a los rellenos sanitarios y por consiguiente afectando al medio ambiente y degradando los suelos, flora y fauna.

Es por ello que este insumo de plástico actualmente desperdiciado, puede convertirse en múltiples materiales como hilo plástico, de utilidad en el sector industrial y doméstico.

El plástico que se desperdicia debido a su tiempo de degradación el vínculo es enfocarse en cada una de las etapas, en la actualidad lo que se busca es la modernización y tecnificación con el fin de mejorar la productividad, en consecuencia a esto se ha optado por determinar perfiles de temperatura para obtener materia prima en el campo de la construcción, ubicado en la facultad de ciencias de la ESPOCH.

Se utiliza para termoplásticos como el polipropileno consiste en introducir en forma de gránulos o polvos, dentro de un embudo o tolva se va dejando caer dentro de un cilindro previamente calentado, el cilindro consta de un tornillo de grandes dimensiones que desplaza el material fundido hasta llegar a una boquilla o molde de diferente espesor y por ende distinta longitud .

El giro del tornillo fuerza la salida del Plástico fundido por la boquilla o molde, adquiriendo la forma del mismo, una vez que sale el plástico conformado por la boquilla se enfría lentamente mediante agua. A la salida se cortan las piezas a la media deseada. Se suele utilizar para hacer tuberías o tubos, perfiles, recubrimientos para cables y cañerías.

El desarrollo del presente proyecto conduce a la existencia de un protocolo de operación para la obtención de pellets que pueden ser utilizados como materia prima para otros procesos productivos y a su vez con un costo financiero totalmente bajo.

Equipos como los extrusores son útiles para disminuir los impactos ambientales que generan las botellas plásticas de PET y PP

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

La alta contaminación ambiental en la actualidad se debe una gran parte al inadecuado manejo de residuos sólidos. Los residuos sólidos representan un serio problema ecológico, desde el momento de la compra hasta cuando se arrojan los desperdicios, podemos poner en práctica sencillas medidas que reducen notablemente tanto el volumen como la peligrosidad de los residuos.

Dentro de los residuos sólidos existe un sin número de variedad de contaminantes sin embargo el principal motivo es debido a su largo tiempo de degradación son los plásticos, los principales son residuos plásticos de los cuales más del 60% son PP (polipropileno) y PET (polietileno). Estos plásticos se convierten en la causa principal de la contaminación por estos materiales.

El polipropileno es un polímero versátil que cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. El polipropileno fabricado de manera industrial es un polímero lineal, cuya espina dorsal es una cadena de hidrocarburos saturados; además es un termoplástico formado de enlaces simples carbono-carbono y carbono hidrogeno, perteneciente a la familia de las poli olefinas.

Se lo obtiene mediante la polimerización del propileno en presencia de catalizadores alquilmetálicos, son solo parcialmente cristalinos, es decir, no alcanzan un orden cristalino completo y en la mayoría de ellos no se pueden conseguir cristales macroscópicos, sino que forman microcristales de una gran imperfección. Su grado de cristalinidad puede variar desde completamente amorfo a casi enteramente cristalino (hasta, aproximadamente, un 95 %).

Dicho grado depende principalmente de dos factores: la mayor o menor flexibilidad de sus cadenas y la regularidad, tanto química como estructural, las cuales determinan sus características. Dentro de las propiedades físicas, la densidad del polipropileno, está comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros, aunque es un material rígido en comparación que la mayoría de los termoplásticos.

Una carga de 25.5 kg/cm², aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70°C. Posee una gran capacidad de recuperación elástica. Tiene una excelente compatibilidad con el medio. Es un material fácil de reciclar, posee alta resistencia al impacto. Mientras que las Propiedades químicas tienen naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos, presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.

Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales. El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa). Punto de Ebullición de 320 °F (160°C). Punto de Fusión (más de 160°C). Propiedades que le dan una amplia versatilidad en su uso.

Dentro de los principales usos que ha adquirido fuerza a nivel industrial es la extrusión, el mismo que mediante el manejo de la temperatura de fusión del plástico puede ofrecer variantes en las formas de presentación de productos hechos de polipropileno.

La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, el material es alimentado por medio de una tolva en un extremo de la máquina y debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón y se obtiene por el otro lado con un perfil geométrico preestablecido.

Una de las principales variables de proceso en la extrusión es el perfilado de temperaturas es el proceso de monitorear e interpretar las temperaturas de productos a medida que se mueven en un proceso de calentamiento Esta información manifiesta que las temperaturas han alcanzado su producto, por cuánto tiempo y en qué punto del proceso. Analizando el perfil térmico, usted es capaz de verificar y mejorar la calidad del producto, aumentar el rendimiento y resolver problemas de producción.

Esta gran cantidad de polipropileno que existe como contaminante se puede recuperar como materia prima para desarrollar nuevos productos. La realización de estos materiales podría ser la solución en la contaminación ambiental causada por ellos. La propuesta de esta investigación es una alternativa para combatir la contaminación existente por materiales plásticos.

El estudio y determinación de perfiles de temperatura para el proceso de extrusión de polipropileno virgen y reciclado servirá para el establecimiento de un protocolo para la

utilización de los residuos plásticos como materia prima en diferentes campos, como por ejemplo en el campo de la construcción.

1.2. Justificación del proyecto

El desarrollo del presente proyecto conduce a la existencia de un protocolo de operación para la obtención de pellets que pueden ser utilizados como materia prima para otros procesos productivos y a su vez con un costo financiero totalmente bajo.

Equipos como los extrusores son útiles para disminuir los impactos ambientales que generan las botellas plásticas de PET y PP.

Su actual disposición no sólo representa un problema ecológico, sino también un dramático desperdicio de un material con gran potencial de reutilización. La determinación de perfiles de temperatura en el proceso de extrusión de polipropileno reciclado y polipropileno virgen se requiere determinar las temperaturas adecuadas que se requiere para la utilización de polipropileno reciclado y polipropileno virgen.

Identificando características físicas, resistencias mecánicas y térmicas para que permiten obtener materiales a más bajos costos y que pueden reemplazar a los usados actualmente, especialmente productos de madera superando sus propiedades de ductilidad y de durabilidad, al mismo tiempo que, se contribuye significativamente a mitigar impactos ambientales negativos.

Línea Base del proyecto

El plástico de polipropileno debido a su tiempo en degradación ocasiona múltiples efectos ambientales como la erosión del suelo, y por ende a la sociedad se busca su utilización para comparar del PP reciclado y PP virgen como una alternativa de materia prima para materiales de construcción.

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de procesos industriales ESPOCH ubicada en la facultad de Ciencias.

1.3. Beneficiarios directos e indirectos.

1.3.1. Beneficiarios directos.

- El beneficiario directo del trabajo de titulación planteado, laboratorio de procesos

industriales en la ESPOCH en la facultad de CIENCIAS en la Escuela de Ingeniería Química

1.3.2. Beneficiarios indirectos:

- Las industrias
- Consumidores a nivel local y provincial que adquieren los subproductos
- La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo institución encargada de la facultad de Ciencias en el laboratorio de Procesos Industriales en la Escuela de Ingeniería Química.

CAPITULO II

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Determinar los perfiles de temperatura para el proceso de extrusión para polipropileno virgen y polipropileno reciclado.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la curva de temperatura de plastificación versus tracción del polipropileno reciclado para ver su dependencia.
- Determinar las variables del proceso para el proceso de extrusión del polipropileno virgen y del polipropileno reciclado.
- Estimar una temperatura máxima de plastificación del polipropileno reciclado.
- Identificar características y propiedades con procesamiento del polipropileno reciclado.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Localización del proyecto.

El objeto de estudio es el sector industrial del cantón Riobamba Provincia de Chimborazo en la ESPOCH en la facultad de Ciencias en la escuela de INGENIERIA QUIMICA en el laboratorio de procesos industriales

Tabla 1-3: Datos geográficos de la ciudad de Riobamba

Ubicación	Región Sierra ubicada en el centro del Callejón Interandino en la Hoya de Chambo.
Altitud	2.754 m.s.n.m
Clima	Frío
Temperatura	Temperatura promedio de 8°C a 14° C
Latitud	1° 41´ 46´´ Sur
Longitud O	O° 3´ 30´´ Longitud occidental
Superficie	979,7 Km ²
Límites	Norte: Cantones de Guano y Penipe. Sur: Cantones de Colta y Guamote Este: Cantón Chambo Oeste: Provincia de Bolívar

Fuente: google maps, 2017

Realizado por: María Guamán, 2017

3.2. Ingeniería del proyecto.

La fundamentación teórica de este trabajo de investigación, iniciará con la revisión de los estudios sobre tecnología y procesos de la determinación de plásticos. Posterior a esto se realizara la experimentación en el laboratorio de procesos industriales con el equipo

“EXTRUSOR DE TORNILLO” primero con el material virgen y posterior con el material reciclado.

El ensayo de tracción es el que mejor define las “propiedades mecánicas” de los polímeros sometidos a la acción de cargas estáticas. Estas propiedades quedan determinadas si se calcula la aptitud del material a resistir las cargas que le pueden ser aplicadas (propiedades de resistencia) y las deformaciones que experimente por la acción de éstas (propiedades de deformaciones).

Con las pruebas ensayadas medir el parámetro de tracción prueba con la cual establecer una visión amplia de resistencia del material. Obtenidos los datos experimentales con sus variables de proceso, determinar la curva de influencia de la temperatura de plastificación con respecto a la temperatura de extrusión.

3.2.1 Proceso de extrusión

Se llama extrusión el proceso en el cual se hace pasar a presión un material por una matriz para producir artículos en sección transversal constante y una longitud indefinida. Si bien en la industria de los plásticos se limita por lo general a los termoplásticos.

3.2.2. Proceso de elaboración de probetas de polipropileno

En la figura 1 Se enumeran los pasos de elaboración de las probetas de polipropileno

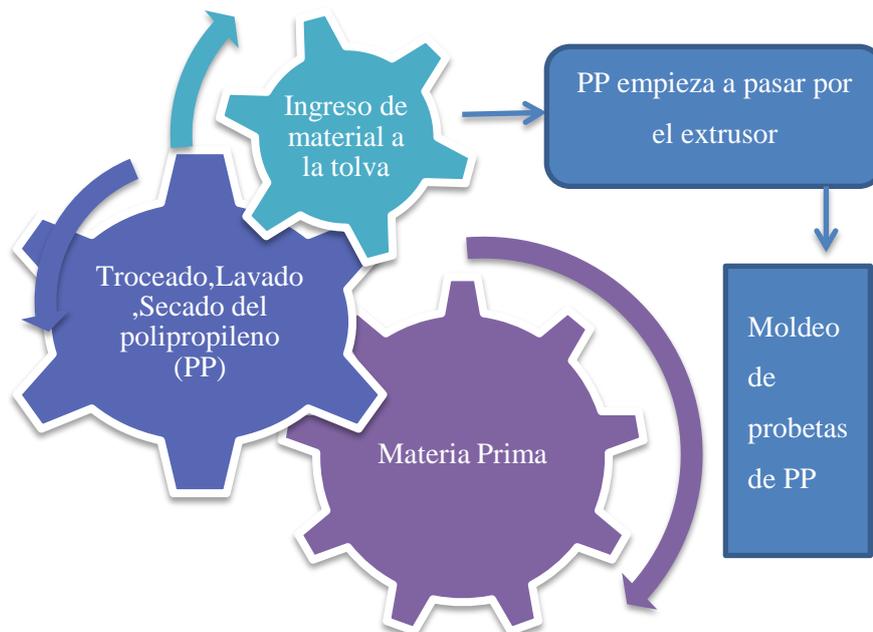


FIGURA 1-3 Proceso de elaboración de probetas de polipropileno

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: <http://www.jzxdcjsj.com/UploadFile/>



FIGURA 2-3 Proceso de elaboración de probetas de polipropileno

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: <http://www.jzxdcjsj.com/UploadFile/>



FIGURA 3-3 Proceso de elaboración de probetas de polipropileno °T ideal

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: <http://www.jzxdcjsj.com/UploadFile/>

Troceado: Se inserta una cantidad de polipropileno en el molino, previamente seleccionado se debe tener muy en cuenta el material ya troceado, deben tener un máximo de 1cm^2 aproximadamente para una mejor extrusión.

Lavado : Consiste en ingresar toda la materia prima troceada en el tanque de lavado durante 10 a 20 minutos, donde se mezcla con agua (H_2O) y peróxido de sodio compuesto químico que ayuda a la eliminación de las impurezas de la materia prima.

Secado : Si la materia prima está libre de impurezas, se procede a colocar en la estufa con aire caliente durante un tiempo de 60 minutos, el cual eliminará el agua y humedad de la materia prima, quedando totalmente seco denominándolo así como PP virgen. Este tipo de polímero se lo debe guardar en un ambiente que no exista humedad y sin otros plásticos, ya que este polímero puede humedecerse fácilmente en estado virgen.

Extrusión del PP virgen: Es el proceso mecánico industrial más importante en toda la línea de producción, que tiene como objetivo forzar al PP troceado y debidamente tratado, desde la tolva de alimentación, pasando por el tornillo de extrusión bajo la acción de parámetros como la presión, temperatura, empuje y fricción que es generada a través de un tornillo sin fin o husillo.

El cual genera un flujo pastoso continuo y constante del filamento moldeado por el cabezal o nariz diseñados a su salida. El polímero es básicamente fundido dentro del cilindro precalentado previamente. El punto de fusión del PP se encuentra en un rango de temperatura de $180\text{-}200^\circ\text{C}$. La máquina de extrusión debe ser precalentada previamente.

Moldeo de probetas de PP: Consiste en un proceso mecánico en el cual se moldea las probetas, cae libremente desde la nariz hacia una piscina de enfriamiento llena de agua (H_2O), a temperatura ambiente de trabajo (180°C a 250°C).

3.2.1. Determinación de densidad

La densidad del polipropileno está comprendida entre $0,90$ y $0,93\text{ g/cm}^3$ por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros, siendo un material muy rígido que la mayoría de los Termoplásticos. una carga de $25,5\text{kg/cm}^2$ aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70°C . posee gran capacidad de recuperación elástica, tiene excelente compatibilidad con el medio es un material fácil de reciclar y mantiene alta resistencia al impacto.

3.3 Factores para el moldeo del plástico

3.3.1 Presión

Es una magnitud física, que genera una fuerza aplicada perpendicularmente sobre una superficie dada y el valor del área de la superficie. Su unidad de medida es el Pascal (Pa).

La presión en la etapa de extrusión, es generada en la parte final del husillo donde se encuentra también el cabezal o nariz cumpliendo una parte importante del diseño de la maquinaria y del proceso.

3.3.2 Fricción

La fuerza de fricción o la fuerza de rozamiento es la fuerza que existe entre dos superficies en contacto, que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (fuerza de fricción estática) (WIKIPEDIA, 2012).

3.3.3 Flujo de retroceso

El flujo de retroceso se origina por el gradiente de presión a lo largo del cilindro, este tiende a hacer fluir el material hacia atrás a lo largo del canal del tornillo.

3.3.4 Husillo

Un husillo de extrusión es un tornillo de Arquímedes, el cual está acoplado por un extremo al motor que lo hace girar a una velocidad angular determinada. Mediante el giro del husillo, forzando a la materia prima (PP troceado) avanzar por el cilindro extrusor, que está básicamente precalentado a la temperatura de fusión del material.

3.4. Extrusión

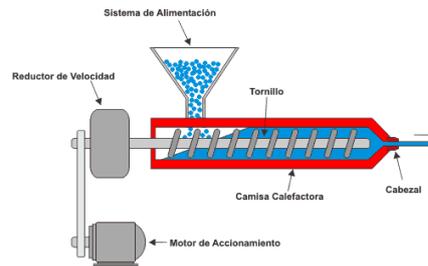


FIGURA 4-3 Extrusión
Realizado por: María Guamán, 2017
Fuente: <http://conceptodefinicion.de/>

Es la etapa más importante del proceso de elaboración de PROBETAS.

3.4.1. Funciones Principales

- Transporte del material sólido hacia la zona de fusión.
- Fusión o plastificación del material.
- Transporte y presurización del fundido.
- Mezclado.

3.4.2. Técnicas de extrusión

Existen diferentes técnicas de extrusión dependiendo del tipo de uso que se crea conveniente, se puede encontrar varios tipos de diseños del cabezal.

Extrusión con un solo husillo

- Extrusores convencionales
- Extrusores con ventilación
- Extrusores con mezcladores

Extrusión sin husillo

- Bombas
- Extrusores de discos

Extrusión con husillo múltiple

- Extrusores de doble husillo
- Husillos que no engranan
- Husillos con más de dos husillos
- Husillos que engranan

3.4.3 Extrusión con un solo husillo.

El polímero se alimenta en forma de gránulos, escamas o polvo. El material se calienta a medida que avanza a lo largo del tornillo y se transforma en un fluido muy viscoso hacia la parte media del tornillo.

El movimiento del tornillo genera sobre el fluido la presión necesaria para hacerle salir por la boquilla, en donde toma la forma deseada. Al salir de la boquilla el PET plastificado es enfriado, enrollado y almacenado.

Este tipo de extrusora es la más común en la industria de un solo husillo como podemos ver teniendo cuatro etapas fundamentales en el proceso.



FIGURA 5-3 Extrusora de un husillo

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: <http://www.jzxdcj.com/UploadFile/>

3.4.4. Tolva o Zona de alimentación

Es un depósito donde se acumula la materia prima o granulados sólidos de PP para el transporte hacia el husillo.

3.4.5. Zona de compresión o plastificación

En cierto punto de ésta zona, los gránulos sólidos del polímero tocan la superficie caliente del cilindro, funden y forman una capa de polímero fundido sobre la superficie del cilindro. Durante ésta etapa del proceso la transferencia de calor es lenta, ya que la masa sólida porosa situada debajo de la capa fundida, ofrece un pobre paso para el flujo de calor.

3.4.6 Zona de dosificación o distribución

El material fundido se homogeniza a través del husillo el cual ejerce presión en el material y empuje al cabezal para garantizar que el material salga de la extrusora. En esta zona juega una parte importante el control de temperatura de todo el cilindro mediante resistencias eléctricas.

3.4.7 Zona del cabezal o boquilla

La zona final del extrusor, el cual es responsable de proporcionar el diámetro y números de filamentos de la extrusión. El diseño del cabezal debe lograr que el filamento de PET fluya, a través de uno o varios orificios y se adapte a la forma de este.



FIGURA 6-3 Máquina extrusora de tornillo

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: Laboratorio de operaciones -Ciencias

El aire que fluye por el ducto dosificador es generado por un soplador de 3600 RPM, suficiente para transportar la materia prima

3.4.8 Características del material obtenido

La densidad es calculada de acuerdo a la norma INEN-ISO 1183-1

$$\delta_{PPV\text{irgen}} = \frac{540,11}{575} = 0,93 \text{ g/cm}^3$$

$$\delta PPR_{\text{Reciclado}} = \frac{62,94}{500} = 0.13 \text{ g/cm}^3$$



FIGURA 7-3 Determinación de densidad

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: laboratorio de operaciones industriales

3.5 Apariencia del material extruido

3.5.1. Material polipropileno virgen y polipropileno reciclado

Tabla 2-3 Apariencia del material extruido

MATERIAL: POLIPROPILENO RECICLADO					
TEMPERATURA(°C)	Malo	Bueno	Excelente	APARIENCIA	EQUIPO
100-120	X			Totalmente Viscoso	Extrusor de tornillo
150-200		X		Parcialmente Viscoso	Extrusor de tornillo
180-250			X	Forma Ideal	Extrusor de tornillo
260-300	X			Quemado	Extrusor de tornillo

Realizado por: María Guamán, 2017

Se concluye que la temperatura adecuada es de 180°C en el tornillo y 250°C en la punta, siendo una apariencia ideal y resistente teniendo como resultados de carga máxima 619,55 N, un esfuerzo máximo de 15,53MPa y con un porcentaje de elongación de 8,08 lo que nos indica

que sirve como materia prima en el campo de la construcción contando con una diferencia del material virgen en la carga máxima de 74,6 N y 3,41 en el porcentaje de elongación.

Tabla 3-3 Apariencia del material extruido virgen

MATERIAL: POLIPROPILENO VIRGEN					
TEMPERATURA(°C)	Malo	Bueno	Excelente	APARIENCIA	EQUIPO
100-120	X			Totalmente Viscoso	Extrusor de tornillo
150-200		X		Parcialmente Viscoso	Extrusor de tornillo
180-250			X	Forma Ideal	Extrusor de tornillo
260-300	X			Quemado	Extrusor de tornillo

Realizado por: María Guamán, 2017

Se concluye que la temperatura adecuada es de 180°C en el tornillo y 250°C en la punta, de una apariencia ideal y resistente teniendo como resultados de carga máxima 694,15 N, un esfuerzo máximo de 22,48MPa con un porcentaje de elongación de 11,49 lo que nos indica que sirve como materia prima en el campo de la construcción, siendo alto en la pruebas de tracción debido a que es un material totalmente puro.

3.6. Resultados de tracción polipropileno virgen y polipropileno reciclado

Tabla 4-3 Resultados de tracción

RESULTADOS DE TRACCION								
NORMA INEN 2043:95								
MATERIAL	TEMPERATURAS	CARACTERISTICAS DE TRACCION						
		Sección transversal (mm ²)	Módulo de elasticidad (MPa)	Carga de Fluencia (N)	Esfuerzo De fluencia (MPa)	Carga máxima (N)	Esfuerzo máximo (MPa)	Porcentaje de elongación (%)
POLIPROPILENO VIRGEN PLACAS BLANCAS	TT:100°C TP:120°C	50,71	3,931E+02	515,08	10,2	455,83	13,59	2,16
	TT:150°C TP:200°C	43,86	2,393E+03	349,90	8,13	687,35	10,53	4,45
	TT:180°C TP:250°C	30,92	2,944E+03	600,66	19,42	694,15	22,48	11,49
	TT:260°C TP:300°C	35,57	2,967E+02	446,24	13,3	425,14	18,15	4,56
POLIPROPILENO RECICLADO PLACAS ROJAS	TT:100°C TP:120°C	59,18	2,854E+03	466,70	8,02	415,14	10,51	1,49

	TT:150°C TP:200°C	40,89	4,647E+02	351,06	8,64	611,16	15,18	6,05
	TT:180°C TP:250°C	27,07	8,449E+2,6	393,45	14,72	619,55	15,53	8,08
	TT:260°C TP:300°C	36,99	4,23E+02	392,82	10,56	568,32	13,46	4,88

Realizado por: María Guamán, 2017

POLIPROPILENO VIRGEN
TEMPERATURA VS TRACCION

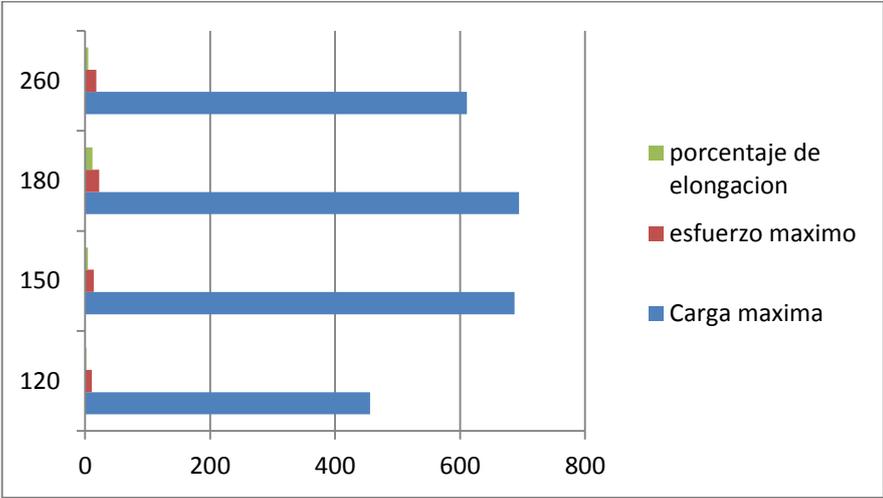


GRAFICO 1-3 Polipropileno virgen
Realizado por: María Guamán, 2017

POLIPROPILENO RECICLADO
TEMPERATURA VS TRACCION

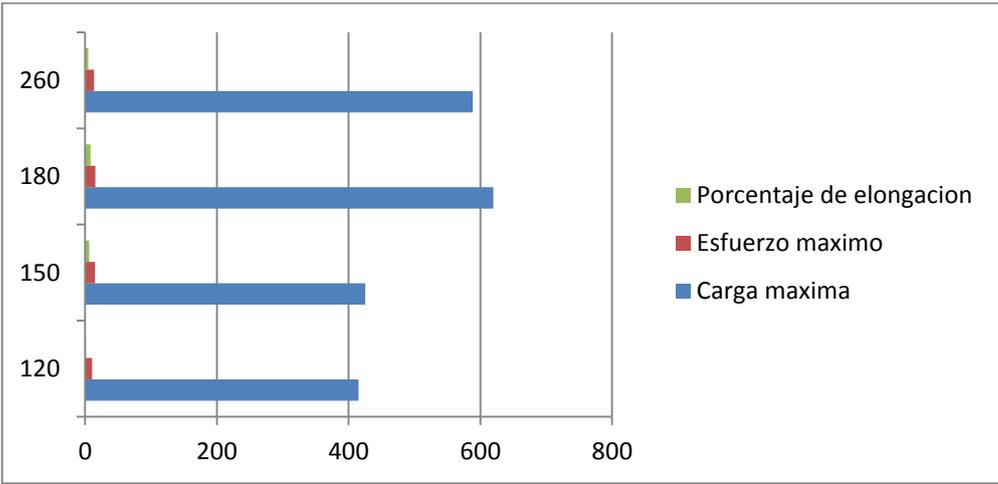


GRAFICO 2-3 Polipropileno reciclado
Realizado por: María Guamán, 2017

3.7. Resultados de flexión

Tabla 5-3 Resultados de flexión

TABLA 3: RESULTADOS DE FLEXION							
TIPO DE MATERIAL: POLIPROPILENO RECICLADO							
NORMA INEN 2047:96							
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES LENMAV							
CARACTERISTICAS	UNIDADES	NUMERO DE PROBETAS					PROMEDIO
		P-0.1	P-0.2	P-0.3	P-0.4	P-0.5	
Espesor	mm	3,1	2,7	3,1	2,6	2,9	2,88
Ancho	mm	19,6	20,2	19,6	20	19,8	19,84
Sección transversal	mm ²	60,76	54,54	60,76	52	57,42	57,10
Modulo aparente de elasticidad	MPa	1225,53	379,49	467,30	428,08	840,08	668,10
Carga máxima	N	51,01	43,12	41,16	36,26	37,24	41,76
Esfuerzo máximo	MPa	22,53	18,60	15,07	16,08	12,17	16,89
Flecha máxima	mm	23,53	27,54	25,30	29,78	25,61	26,35

Realizado por: María Guamán, 2017

3.8. Variación de temperatura en las zonas censadas por los pt100.

Los resultados presentados a continuación fueron obtenidos en cada uno de los sensores PT100.

Tabla 6-3 Comportamiento de las niquelinas de entada del tronillo extrusor.

TIEMPO (min)	TEMP INF	SET POINT	TEMPERATURA SUP
10	174.4	180	
20	173.5	180	
30	174.2	180	
40	173.4	180	
50	172.3	180	
60	174.4	180	
70	175,5	180	
80	176.7	180	
PROMEDIO	174.3	180	

Realizado por: María Guamán, 2017

3.9. Consumo de potencia eléctrica de la máquina

La máquina presenta los siguientes datos de consumo en voltaje y potencia.

Tabla 7-3 Datos de consumo en voltaje y potencia

EQUIPO	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	POTENCIA (KW)
Extrusor	220	9	1.98
Mezclador	110	8.4	0.924
Soplador	110	2	0.22
Bomba agua	110	5	0.55
Enrollado	24	1	0.024
Niquelinas in	220	4.2	0.924
Niquelinas out	220	4.8	1.056

Realizado por: María Guamán, 2017

Fuente: VASQUEZ, Marco-HUILCA, José, 2016

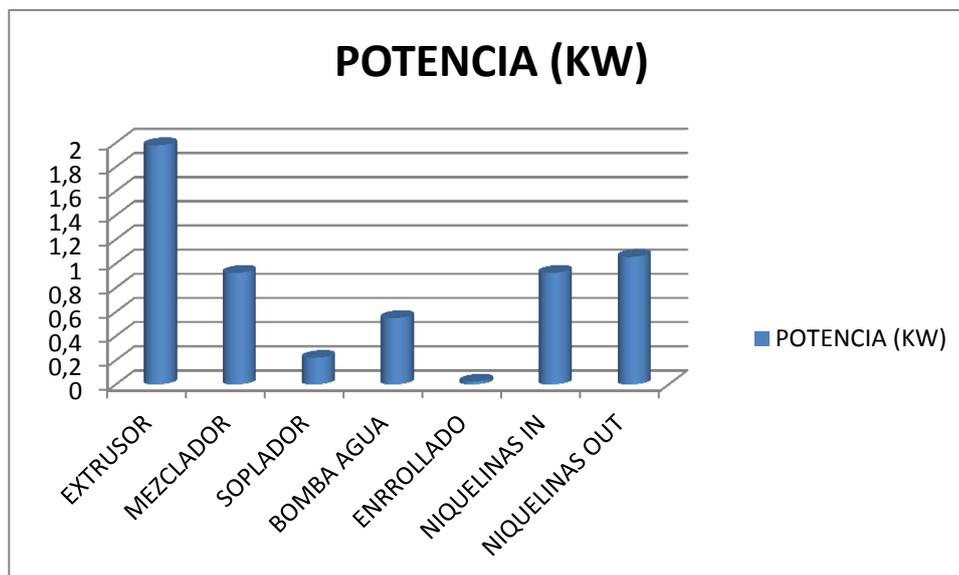


GRAFICO 3-3 Comparación de consumo de electricidad

FUENTE: VASQUEZ, Marco- HUILCA, José, 2016

Realizado por: GUAMAN, María, 2016

3.10. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

Tabla 8-3 Equipos y materiales

NOMBRE DE EQUIPOS	CANTIDAD	FUNCIÓN
Termómetros	2	Tres líneas principales
Vasos de precipitación	3	Toma de muestras
Guantes de látex	2	Toma de la muestra
Libreta	1	Toma de datos
Cámara fotográfica	1	Equipos
Calculadora	1	Realización de los cálculos
Envases plásticos	3	Toma de la muestra

Realizado por: María Guamán, 2017

3.11. Análisis de Costo/beneficio del proyecto

3.11.1. Materiales

Tabla 9-3 Costo de materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL(USD)
MATERIAL DE OFICINA			
Copias	600	0,03	18,00
Impresiones	500	0,25	125,00
Anillados	8	2,50	20,00
Empastados	5	12,00	60,00
SUBTOTAL			223
LOGÍSTICA			
Transporte	200	1	200,00
Internet	1	50	50,00
Recargas	10	10	100,00
SUBTOTAL			350,00
MATERIALES			
Guantes	2	1,00	2,00
Envases de plásticos	3	1,00	3,00

Libreta	1	200	2,00
Construcción del molde manual	1	450	450.00
Construcción de la boquilla	1	120	120.00
SUBTOTAL			577,00
Análisis de laboratorio LENMAV			
Pruebas de tracción de PP VIRGEN	17	170,00	170,00
Pruebas de tracción de PP RECICLADO	18	180.00	180.00
Pruebas de Flexión	5	50.00	50.00
SUBTOTAL			400.00

Realizado por: María Guamán, 2017

3.11.2. Económicos

Tabla 10-3 Costo total

RECURSOS	COSTO
Total de recursos	1550
Imprevistos (10%)	50.00
TOTAL	1,600

Realizado por: María Guamán, 2017

3.9. Cronograma

Tabla 11-3 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO															
	1ER MES				2DO MES				3ER MES				4TO MES			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica																
Recopilación de información																
Elaboración del anteproyecto																
Identificación del estado actual del laboratorio																
Presentación y aprobación del anteproyecto																
Recolección de datos por muestreo																
Análisis y tabulación de información																
Elaboración de borradores																
Correcciones del borrador																
Presentación del trabajo final																
Defensa y finalización del trabajo de titulación																

CONCLUSIONES

- La temperatura óptima después de varios ensayos se concluye que la temperatura de tornillo a 180°C y a una temperatura de punta de 250°C teniendo como resultado un porcentaje de elongación 11,49 en el polipropileno virgen siendo la misma temperatura para el polipropileno reciclado pero resulta como un 8,08 porcentaje de elongación determinando que el polipropileno virgen por ser un material puro tiene más alto el porcentaje de elongación.
- Se determinó la densidad de las probetas obtenidas por extrusión siendo para el polipropileno virgen 0,93 g/cm^3 y para el polipropileno reciclado 0,13 g/cm^3 .
- Se concluye que las características visuales y físicas del polipropileno reciclado son óptimas y resistentes a las temperatura de 180-250°C facilitando el proceso de pulido y calado a nivel industrial.

RECOMENDACIONES

- Implementar un variador de frecuencia VDF, para controlar la temperatura de punta del tornillo.
- Antes y después de utilizar se debe verificar que el cabezal o nariz de la extrusora esté totalmente limpio.
- No se debe encender la extrusora antes de que se haya precalentado .Un arranque en frío puede ser muy peligroso debido a que se producen muy altas presiones y pueden provocar un accidente.
- Antes de utilizar la maquinaria, se recomienda a los usuarios revisar el manual de instrucciones donde se detalla el ingreso de parámetros y funcionamiento de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

ASKENLAND, Donald R. Ciencia e ingeniería de los materiales;4 edición. D.F. México.

Thomson, 2004; p.p 687-712

GAN-JI Zhong, **LIANG-BIN** Li. *Crystalline morphology of isotactic polypropylene (iPP) in injection molded poly (ethylene terephthalate) (PET)/iPP microfibrillar blends. Polymer*, 48, 1729-1740, 2007; p.p.50-62

GOMEZ, Jimmy J., **GUTIERREZ**, Jorge E. *Diseño de una extrusora para plástico.*(Tesis (Tec. Mec.), Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías. [en línea] Pereira-Risalda; Noviembre del 2007.121p. [Consulta:1 de febrero del 2017].Disponible en:

Repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1110/1/668413G633d.pdf

MAZA CABELLO, Ana Cristina. La Catarina - Udlap.[en línea] *Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas Puebla.* 2009. Consulta: 2016-06-18. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf.

MEDIRTEMPERTURA.COM. *medirtempratura.com*, 2007. [en línea] Consulata: 2015-08-31. Disponible en: <http://medirtempratura.com>.

MORALES, J. E. *Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos*; México, Trillas, 2010; p.p.153-257

ROHLMAN C.O.FAILLIA M.D Y QUINZANI L.M. *Línea viscoelasticity and structure of polypropylene montmorillanite nanocomposites.**Polymer* [en línea]. Los Ángeles: J. Paul Getty Trust, 2000. [Consulta: 14 abril del 2017]. Disponible en: <http://www.propiedades mecanicasyreologicas/polypropylene/structure.edu/gri/digital/pdf>

QUINZANI L. M. *Linea viscoelasticity and structure of polypropylene materials industriality* *Polymer* [en línea]. Los Ángeles: J. Paul Getty Trust, 2000. [Consulta: 11 de enero del 2017]. Disponible en: <http://www.propiedades industriality/polypropylene/structure.edu/tema8/digital/pdf>

QUIMINET. *Polipropileno* [blog]. [Consulta: 14 septiembre 2016]. Disponible en:
<https://www.quiminet.com/articulos/todo-acerca-del-polipropileno-4455.html>

SÁNCHEZ. *Polipropileno* [blog]. [Consulta: 14 septiembre 2016]. Disponible en:
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html>

VILLALBA. Hervas. *Tecnología de los plásticos* [blog]. [Consulta: 14 mayo 2016].
Disponible en:
<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/09/plasticos-tejina.html>

VINUEZA.F. *Estadísticas de los plásticos* [blog]. [Consulta: 14 mayo 2016]. Disponible en:
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/proceso-de-reciclaje-polipropileno.html>

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

ELABORACIÓN DE PROBETAS DE POLIPROPILENO

Descripción

Máquina para la elaboración de probetas de polipropileno.

El tanque de secado tiene una capacidad de 30 kg máximo.

El equipo está constituido de las siguientes partes las cuales son la base fundamental para su correcto funcionamiento en el proceso:

Etapa de almacenamiento y secado

1.- Tanque con paletas giratorias y una abertura para la caída de plástico

2.- Tapa

3.- Sensor magnético de apertura y cierre de seguridad

4.- Ventilador de aire

Etapa de dosificación

1.- Soplador para el ducto de dosificación

2.- Dosificador de aire

Etapa de extrusión

1.-2 PT100 Sensor de temperatura

2.-Tolva

3.- Cubierta para de motor trifásico

3.-Tablero del control automático

4.- Motor reductor

5.-2 Sensores ópticos

6.- Enrolladores

FUNCIONAMIENTO:

1. Ingresar la materia prima al compartimiento del tanque de secado.

2. Fijar la tapa con los seguros respectivos.

3. Abrir la ventana inferior una distancia de 4cm.

4. Ingresar los parámetros de funcionamiento de temperatura y precalentamiento en cada una de las ventanas.

5. Comprobar que la piscina no esté llena de agua y limpia.

6. Verificar los parámetros ingresados antes de dar inicio.

7. Llenar el tanque inferior de agua de extrusión hasta el nivel máximo.

8. Asegurarse que la máquina este fría.

9. Digitar el botón Inicio

10. Al empezar a trabajar el dosificador compruebe si el material está llegando a la tolva de extrusión y los indicadores de nivel estén encendidos.

11. Durante el proceso espere una etapa de 80 min el cual será de precalentamiento del equipo.

12. Compruebe rara vez si la temperatura que ingreso es la correcta.

13. Antes de los 80 min comprobar que los orificios de la nariz estén limpios y sin material.

14. Luego de los 80 min el tornillo empezara a mover y darse la extrusión del proceso.

15. Ingresar nuevamente los parámetros de la temperatura para el proceso de hilo.
16. Tomar cada probeta luego de haber pasado por la tina de enfriamiento.
17. Después de vaciado el producto y completado el proceso, realizar la limpieza respectiva de la materia prima sobrante de la punta y el área de trabajo.

Pantalla Inicial



- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana
Ingresar clave de seguridad



En esta ventana vamos a presionar el botón “SET”, luego digitaremos con el teclado la clave 1234 y presionamos el botón “ENT”.

- Si en el caso de digital mal un número podemos digital “CLR”, y volverá a cero.
- Una vez digitado la clave correcta se activará el led que se encuentra en la parte inferior.
- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.

Etapa de precalentamiento



Esta ventana nosotros podemos saltar el tiempo de precalentamiento de la máquina, en el caso de haber sido precalentada la maquinaria o si ya se realizó un proceso anterior y se encuentra a la temperatura constante desea de precalentamiento de 270°C

- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.

ADVERTENCIA:

Si la máquina no se encuentra con la temperatura y tiempo de precalentamiento deseado, digitar la opción “SI” 1.

Ingreso de parámetros de funcionamiento temperatura de la nariz y tornillo



Ingreso de temperaturas de la punta

Paso 1. Inicio del proceso:

- La temperatura al inicio del precalentamiento será de 270°C, durante todo el tiempo de los 80 minutos.

Paso 2. Luego del precalentamiento

- Debemos ingresar un nuevo valor de temperatura par el proceso que será de 250°C.
- Se debe tomar un tiempo de 25 minutos para q llegue a estabilizarse a la nueva temperatura y poder manipular las probetas

Opciones

Ingresos de parámetros:

- Presionar el botón “SET” para ingresar la temperatura, ingrese el valor de temperatura con el teclado numérico.
- El botón “CLR”, vuelve a cero el valor de temperatura, en caso de ingresar algún valor erróneo presione esta opción.
- Una vez que se encuentre correcta la temperatura presione el botón “ENT” una sola vez para que se guarde la temperatura.
- Finalmente presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.



Ingreso de temperatura de tornillo

Paso 1. Inicio del proceso:

- La temperatura al inicio del precalentamiento en el tornillo será de 260°C, durante todo el tiempo de los 80 minutos.

Paso 2. Luego del precalentamiento

- Debemos ingresar un nuevo valor de temperatura par el proceso que será de 235°C.
- Se tomar el sistema un tiempo de 1 minuto para q llegue a estabilizarse a la nueva temperatura.

Opciones

Ingresos de parámetros:

- Presionar el botón “SET” para ingresar la temperatura y ingrese el valor de temperatura con el teclado numérico.

El botón “CLR”, vuelve a cero el valor de temperatura, en caso de ingresar algún valor erróneo presione esta opción.

- Una vez que se encuentre correcta la temperatura presione el botón “ENT” una sola vez para que se guarde la temperatura.
- Luego tenemos presionamos el botón “ENT” nuevamente para el inicio del proceso.
- El indicador led de inicio se activara y empezara el proceso.
- Finalmente presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.

ADVERTENCIA:

Tener mucho cuidado a la salida del hilo a la temperatura de 270°C, porque la salida del material será muy líquida y muy caliente para poder manipular.

Pantalla de menú principal



Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.

Gráfico de la temperatura a través del tiempo

En esta ventana solo podemos ver el máximo que llegara la temperatura a través del tiempo y su gráfica.



El botón “ESC” es paro de emergencia del proceso.

- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana

Opción de Sensores/Actuadores

Se podrá verificar el estado de las entradas y salidas digitales.



El botón “ESC” es paro de emergencia del proceso.

- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.

Se podrá activar y desactivar las salidas para pruebas o en caso de ser necesario.



- Presionamos el botón “↓” para continuar a la siguiente ventana.
Opción Acerca de



Presione el botón “ESC”, para ir al menú principal.



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN-ISO 1183-1
Primera edición
2014-01

**PLÁSTICOS. MÉTODOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE
PLÁSTICOS NO CELULARES. PARTE 1: MÉTODO DE INMERSIÓN,
MÉTODO DEL PICNÓMETRO LÍQUIDO Y MÉTODO DE
VALORACIÓN (ISO 1183-1:2004, IDT)**

PLASTICS. METHODS FOR DETERMINING THE DENSITY OF NON-CELLULAR PLASTICS.
PART 1: IMMERSION METHOD, LIQUID PYCNOMETER METHOD AND TITRATION METHOD
(ISO 1183-1:2004, IDT)

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 1183-1:2004

DESCRIPCIÓN: Plásticos, métodos, determinar, densidad, plásticos no celulares, método de inmersión.
ICS: 83.080.01

13
Páginas