



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Consideraciones, Precauciones y Fallas en el Proceso de la Impresión 3D, Utilizando el Modelado por Deposición Fundida (FDM).

Author: Carlos Alberto, GUIZAR-GÓMEZ, Juan Cristóbal, CAMACHO-ARRIAGA, Gilberto Daniel, CONEJO-MAGAÑA, Abraham, BÁRCENA-CORTÉS

Editorial label ECORFAN: 607-8534
BCIERMMI Control Number: 2018-03
BCIERMMI Classification (2018): 251018-0301

Pages: 36
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 | 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	of Congo
Ecuador	Taiwan	Nicaragua
Peru	Paraguay	

Introducción

- En el sector productivo, la manufactura aditiva está desplazando en muchos procesos de producción a la manufactura sustractiva.
- La única finalidad de disminuir costos, tiempos, riesgos y aumentar la capacidad y la calidad de la producción. (Sculpteo. 2017).
- Se tiene la libertad en formas, en figuras y en cantidad.
- Logrando incluso tener procesos de producción de partes funcionales en una sola etapa.
- Los precios han bajado constantemente, para las instituciones educativas, para las pequeñas empresas o bien para un usuario particular. (Farris-LaBar, D. Swartz, R. Tabshi, S. 2017).

Introducción

- Amplia variedad de materiales que se pueden utilizar con las impresoras 3D.
- Opciones de material en diversas presentaciones físicas como son filamentos, polvos o líquidos.
- Los Polímeros y los materiales compuestos son los mas populares.
- Un pequeño porcentaje representan los materiales naturales como las maderas, las arenas o arcillas y los metales. (Sculpteo. 2017).



Introducción

- Algunas de las consideraciones, precauciones y fallas que se pueden presentar específicamente en las impresora 3D, que utilizan el Modelado por Deposición Fundida (FDM) como caso de estudio.
- Se hace mención de las diferentes etapas o pasos del proceso de impresión, ya que es en éste mismo donde se logra conocer, comprender y aplicar de forma permanente elementos ineludibles para que sea exitoso, con cualquier tipo de impresora, de su material o de su volumen. (Farris-LaBar, D. Swartz, R. Tabshi, S. 2017).

Desarrollo

- El proceso de la impresión comienza con un modelo 3D creado utilizando un software CAD.
- El archivo de dicho modelo se exporta para una aplicación de impresión (*.STL).
- El archivo resultante se importa en la aplicación de la impresora 3D, para definir los parámetros, las guías o trayectorias y el espesor de como soltar el material, al hacer cada capa de material, entre otros.
- Cuando lanzas la impresión y después de un tiempo donde todas las capas del objeto han sido creadas, el proceso es finalizado.
- Cuando el objeto se imprime, es muy común que no se puede usar o entregar directamente hasta dejarlo terminado con el acabado deseado.



Desarrollo

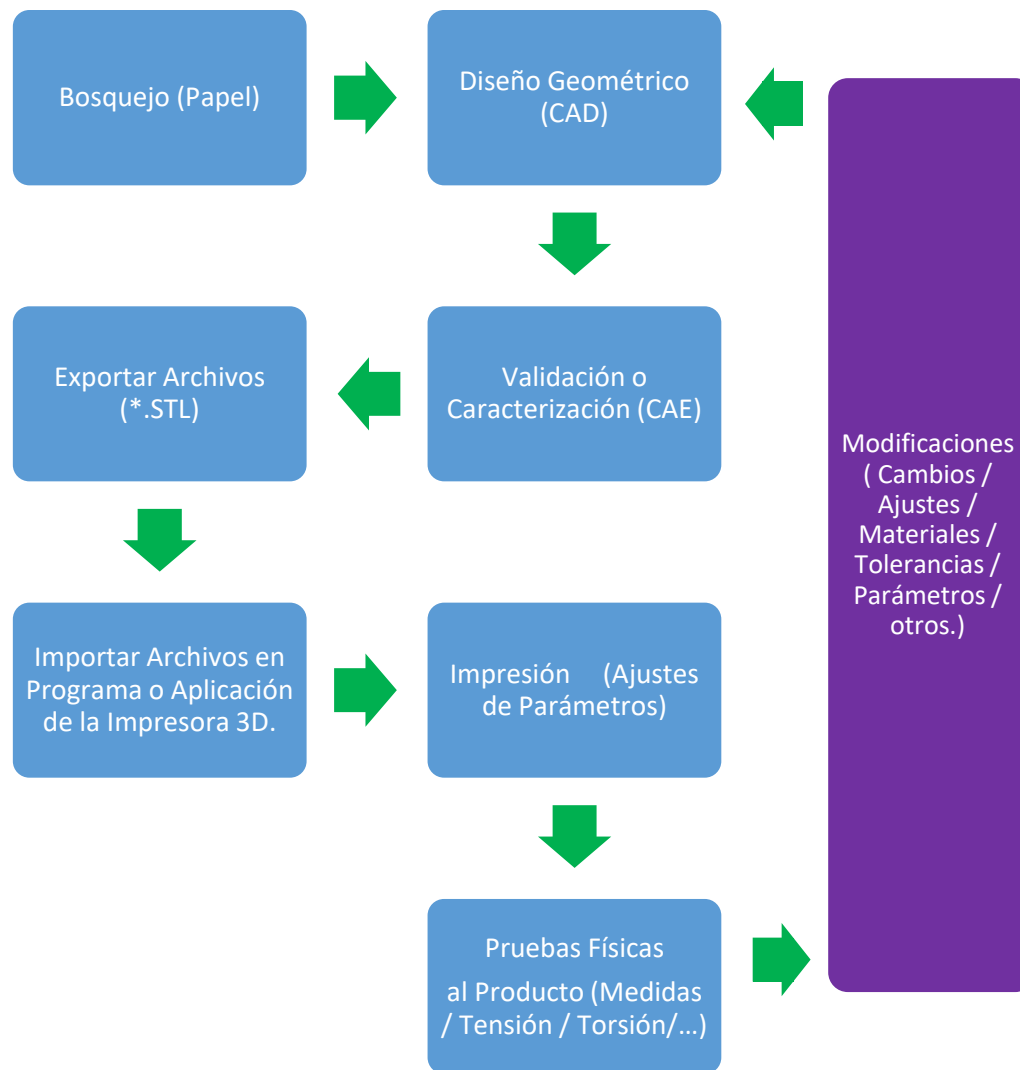
- Las primeras semanas o meses la experiencia de imprimir en 3D, puede no ser la mejor y más gratificante.
- Existen muchas consideraciones o precauciones que se deben tener y estas generalmente se aprenden o se comprenden sobre la marcha.
- El “usuario” no tiene el conocimiento previo, lo que provoca múltiples fallas durante el proceso.



Proceso de impresión

- En un proyecto se llevan a cabo tantas iteraciones o cambios como sea necesario, desde el modelo inicial del producto que se propone (Diseño) hasta llegar al modelo que se quería o incluso superarlo
- A continuación se muestran las etapas o pasos que se siguieron en este proyecto, como proceso de impresión.

Proceso de impresión



Proceso de impresión

- En el primer paso, el bosquejo en papel nos permite darnos una idea de qué forma y dimensiones queremos que tenga la pieza.
- En el segundo paso, se realiza el diseño geométrico con la ayuda de una computadora y un software o aplicación CAD, que nos permiten trazar con detalle y calidad el bosquejo y prepararlo para su validación.

Proceso de impresión

- En el tercer paso, se realizan todas las configuraciones y asignaciones específicas de los materiales y sus propiedades, que el software CAE nos permite manipular. Toda esta selección, nos permitirá conocer con anticipación las propiedades o el comportamiento mecánico de cada elemento diseñado.
- En el cuarto paso, con las piezas en el software CAD/CAE, procedemos a guardarlo con la extensión que nuestra impresora requiere como archivo fuente (convertirlo). El formato o extensión *.STL, que significa “estereolitografía”, es el más común de éstos.

Proceso de impresión

- En el quinto paso, el programa o la aplicación de la impresora 3D recibe el archivo *.STL, es con éste que se debe generar el archivo del “objeto en capaz”, que puede ser (*.gcode, *.3w, entre otros). Al realizar esto, se puede observar el objeto tal y como será interpretado al mandarlo a imprimir.
- En el sexto paso, ya con el objeto “Supuestamente” listo para imprimir, es cuando se tienen que definir o asignar un muy amplio número de parámetros que lo configuran para lograr obtener las características físicas o propiedades mecánicas que realmente deseamos tener como usuarios del objeto impreso.

Proceso de impresión

- En el sexto paso, también se prepara o acondiciona físicamente la impresora (Cama de impresión, Condiciones ambientales del lugar donde se encuentra, Filamentos, Calentamiento, entre otros). Y claro una vez listos; Presionamos finalmente el botón “IMPRIMIR” y solo resta observar cómo se va(n) imprimiendo capa por capa nuestro(s) objeto(s).



Proceso de impresión

- En el Séptimo paso, felizmente ya tenemos nuestro objeto impreso. Ahora tenemos que proceder a detallarlo y dejarlo listo para utilizarlo.
- En el Octavo paso *(solo en caso de ser necesario), se realizan todas las modificaciones al diseño, a las configuraciones o asignaciones específicas, a los parámetros de impresión, o cualquier otra que sea necesaria para lograr que realmente el objeto impreso cumpla con todo lo necesario para ser 100% funcional. Si este paso se ejecutó, implica que el proceso se volverá a realizar hasta que ya no sea necesario.



Proceso de impresión

- **El presente trabajo** descarta los primeros cuatro pasos y se centra en los pasos cinco (5) al ocho (8), donde podremos apreciar una serie de:
 - Consideraciones,
 - Precauciones y
 - Fallas
- Las cuales han ocurrido durante nuestras experimentaciones y sin lugar a dudas, se deben considerar.

- Un diseño 3D (archivo *.stl), se debe convertir a un archivo amigable que la impresora pueda entender, llamado G-code o Código-G (archivo *.gcode).
- Para lograr esta conversión el software o aplicación de estratificación separará el diseño en muchas capas horizontales, las cuales pueden ser impresas una a la vez, proporcionando asimismo otra información complementaria tal como:
 - temperatura de la cama,
 - temperatura de los extrusores,
 - densidad de vaciado, entre otros.
- Esta parte del proceso, el Programa de control en la PC y el firmware de la impresora, se conocen como CAM (Manufactura Asistida por Computadora) por sus siglas en inglés.

P. C. y F. En el paso 5.

- Todos estos archivos base de configuración para la impresora, están diseñados para ser usados en conjunto como si fueran una suite de programas.
- Cuando eres nuevo como impresor en 3D, se recomienda **comenzar con las configuraciones base** que el fabricante proporciona, pero una vez que tu conocimiento y experiencia crecen, puedes probar con otros programas de estratificación y comenzar a realizar tus propias configuraciones, acordes a cada objeto que se desea imprimir.

- Se tiene que:
 - Preparar la impresora, físicamente
 - Alimentar el material correcto (ABS o PLA),
 - Preparar la base sobre la cual se imprime,
 - Preparar las medidas operativas de la impresora
 - Temperatura de la cama,
 - velocidad de impresión,
 - Cuidar del proceso de impresión.

P. C. y F. En el paso 6.

- Se tiene que recrear la impresión virtual en el software de la computadora, asignando todos y cada uno de los parámetros que requiere nuestra pieza.
- Para ejemplificar lo anterior se muestra la siguiente Tabla, con una serie de propiedades (datos y/o parámetros) que se asignaron en el programa de la impresora para imprimir una pieza u objeto.



Nombre del archivo de pieza	brazo.gcode	
Fecha de impresión	12/09/2016	
Material de la impresión	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	
Duración de la impresión	89 minutos	
Resultado satisfactorio	No	
Falla o defectos presentados	Se detecto deformacion en la punta del tubo La posible causa es el gradiente de temperatura que se tenia en el cuarto en	
CAPAS Y PERIMETROS		
Altura de capas	0.3 mm	
Altura de la primera capa	0.25 mm	
Perímetros	2	
Capas solidas (superficial/fo	2 capas/3 capas	
RELLENO		
Densidad	25%	
Patron de relleno	Rectilinear	
Combinacion de relleno por	cada capa	
Capas solidas cada	0	
MATERIAL DE SOPORTE		
Generar material	si	
distancia de contacto	0.14mm en z	
Patron de soporte	Panal	
VELOCIDAD		
Velocidad de perimetro	52 mm/s	
	Perimetro pequeño	65%
	Perimetro externo	70%
Relleno	72 mm/s	
	Relleno solido	65%
	Relleno solido supe	60%
Material de soporte	80 mm/s	
	Interfaz del material de soporte	50%
Velocidad de la primera capa	50%	
EXTRUSOR USADO		
No. De extrusor	5	
Diametro de extrusor	0.5 mm	
TEMPERATURAS DE EXTRUSIÓN		
Temperatura de la cama	115 °C	
Temperatura del extrusor	235 °C	
FILAMENTO		
Diametro de filamento	1.7245 mm	

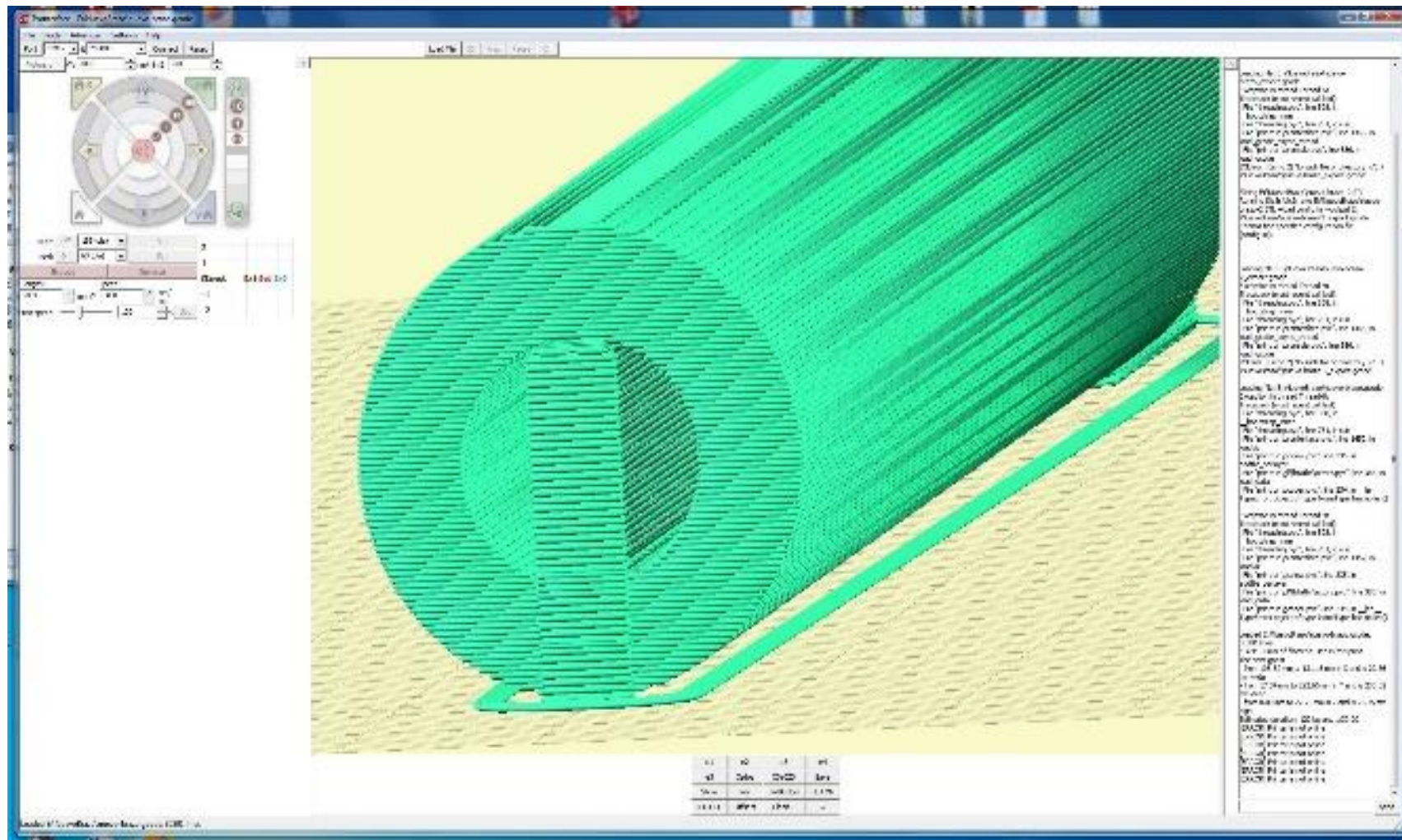
P. C. y F.

En el paso 6.

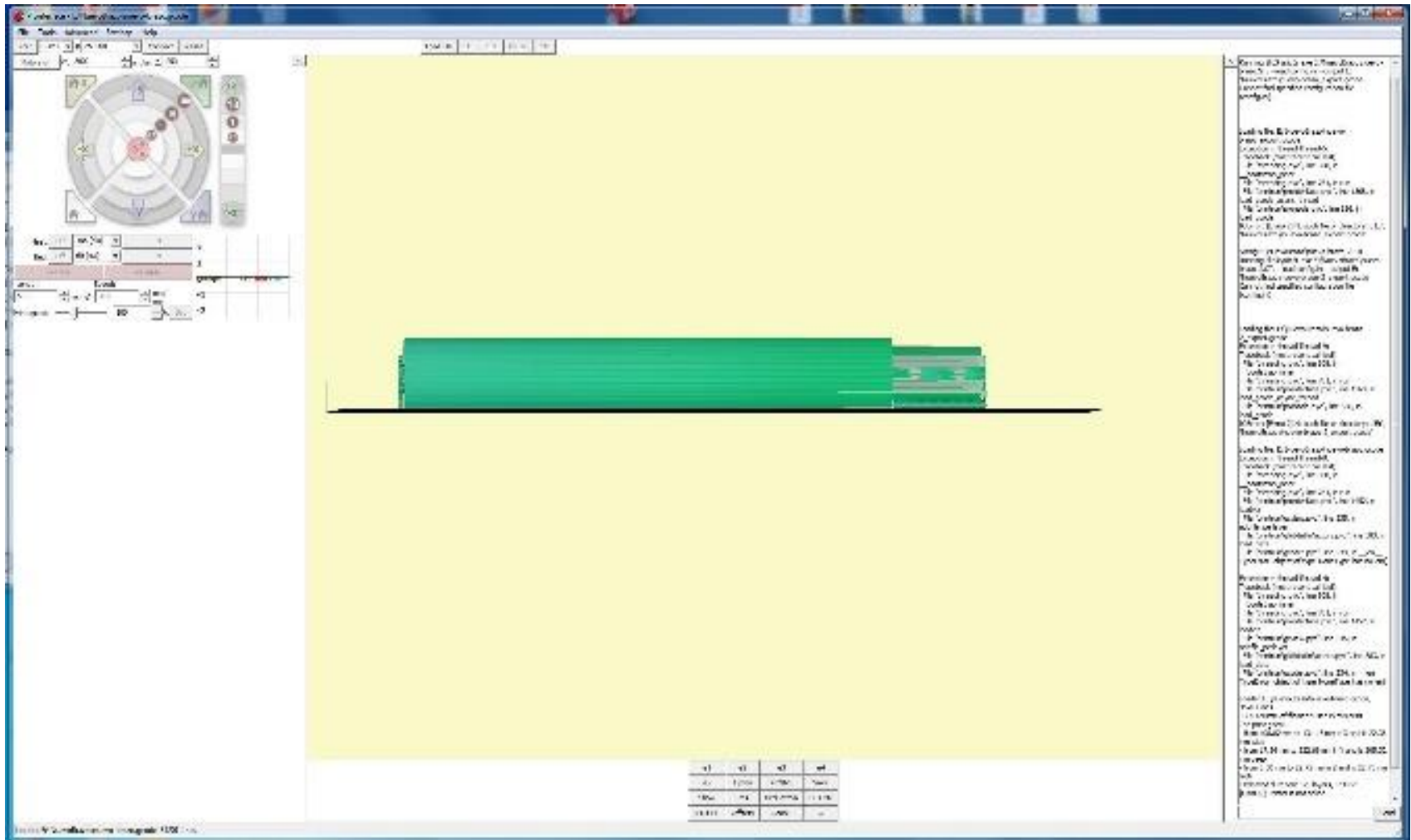
P. C. y F. En el paso 6.

- Además debemos tener en cuenta otras consideraciones, como:
 - Cuidar de la orientación de la pieza. Esto es, el sentido del material que se va tendiendo o de “las fibras” que forman la impresión, ya que ésta consideración tiene gran importancia en la resistencia mecánica de las piezas y puede ser determinante en la vida útil de éstas.
 - Por otra parte, el cómo debe ubicarse la pieza o las piezas en la cama de impresión, nos permite definir si se utilizará o no material de soporte y cuanto.
- Consideración que puede aumentar el tiempo de impresión y encarecerla, debido al uso excesivo de material.

P. C. y F. En el paso 6.



P. C. y F. En el paso 6.



- Como se puede ver:
 - esta pieza fue impresa en sentido horizontal,
 - con material de relleno a todo lo largo del centro del tubo que esta hueco.
 - La temperatura ambiental estuvo alrededor de 20°C
 - La temperatura del material recién extruido es aproximada a 220°C.
 - A continuación se muestran dos vistas de la pieza recién impresa y sin ningún detallado.

P. C. y F. En el paso 6.





- En este paso es conveniente tener las siguientes consideraciones:
 - En caso de tener una impresora abierta (sin paredes o puerta), cuidar que no le caiga suciedad que pueda interferir con la impresión o la calidad de ésta.
 - No acercarse o tocar el o los extrusores calientes.
 - En caso de tener una impresora abierta (sin paredes o puerta), ubicarla en un lugar donde no se generen corrientes de aire.
 - Si se cancela la impresión, retirar todo el material y acondicionar la cama nuevamente, para repetir el proceso.



- Al terminar correctamente la impresión será mucho más fácil de remover el objeto, una vez que la temperatura de la cama de impresión haya regresado a temperatura ambiente.
- Se debe de despegar el objeto sosteniéndolo cuidadosamente y haciendo palanca suavemente con un movimiento de lado a lado.
- Si esto no funciona, una hoja de afeitar plana o una espátula muy delgada, se pueden utilizar para hacer palanca suavemente alrededor de los bordes de la pieza hasta que ésta se despegue (**precaución: es conveniente usar guantes protectores para hacerlo**).



- Además en este paso es conveniente tener las siguientes precauciones:
 - Asegurarse que el material este depositándose con el espesor adecuado.
 - Comprobar que la cama tenga la nivelación adecuada.
 - Observar que el o los extrusor(es) no se sobrecaliente(n).
 - Vigilar la extrusión o deposición de las capas, sobre todo si son objetos o piezas pequeñas.
 - Asegurarse de que la vibración de la cama no afecte las piezas.
 - Observar el efecto de pandeo (warping) y si es muy severo, detener la impresión.
 - Corroborar que el filamento se está alimentando de manera correcta a la máquina.



- Ya se cuenta con los objetos impresos que deberían poder utilizarse directamente en el vehículo o maquinaria para la cual fueron diseñados. Sin embargo en la realidad casi nunca es así. Las piezas deben pasar por un proceso de revisión visual, de retirar el material de soporte, de validar o corroborar las medidas y el peso. Y en casos específicos cuando sea necesario, realizarle pruebas de sus propiedades mecánicas:
 - Esfuerzo cortante,
 - Flexión,
 - Tensión,
 - Torsión y
 - Tenacidad (impacto).
- Lo anterior de acuerdo a la función que desempeñara el objeto o pieza.



- Finalmente, se le debe aplicar el tratamiento o acabado definitivo
 - Lijado,
 - Pulido,
 - Sellado,
 - Pintado,
 - Barnizado,
 - entre otros.
- Durante este proyecto se adopto un proceso específico para realizar dicho acabado en las piezas, el cual ha dado muy buenos resultados independientemente del tamaño, forma o material empleado. El cual se describe a continuación.



- Tomar la pieza y con una lija de grado fino (puede ser de grado 1000), lijarla para que quede una superficie más uniforme, pero sin desgastar demasiado la pieza.
- Utilizar un frasco o contenedor de cristal preferentemente o en su caso de plástico grueso pero lo más transparente posible, que tenga una tapa hermética y que sea mucho más grande que la pieza a la cual se le quiere dar el baño.
- Tomar papel toalla de cocina y bañarlo con acetona, enseguida colocaremos este papel en el interior del frasco o contenedor junto a las paredes.

- Colocar la pieza en el frasco o contenedor sin tocar las paredes con el papel mojado, puesto que la acetona puede deshacerla.
- Cerrar el frasco o contenedor y dependiendo de la pieza será el tiempo que se debe de esperar. Por ejemplo, una pieza pequeña de 2.5 x 2.5 centímetros, requiere al menos 12 minutos, estando al pendiente y revisando la pieza cada 3 minutos, ya que el tiempo depende de muchos factores como la temperatura, la calidad de la acetona, entre otros.
- Pasado el tiempo y considerando visualmente que la pieza tiene ya un buen acabado, abrir con mucho cuidado el contenedor, retirar los papeles con la ayuda de guantes, pinzas o cualquier otra herramienta afín, y dejar el frasco o contenedor abierto con la pieza adentro para que ésta seque y solidifique sus paredes externas, al menos durante 5 minutos y finalmente sacarla con tranquilidad.



P. C. y F. En el paso 8.

- Si se llega a este paso es porque se detectaron fallas o características que no cumplen con las esperadas en una pieza u objeto impreso en cualquier paso previo.
- O bien, en las características y/o propiedades originalmente asignadas al objeto impreso.
- Enseguida se identifica la etapa desde la cual se debe modificar dicho objeto y se vuelven a ejecutar nuevamente las etapas restantes.
- Repitiendo el proceso las veces que sea necesario, hasta que se logren o se superen los resultados esperados, en todas y cada una de las piezas u objetos.

Conclusiones.

- El uso de las impresoras 3D de filamento, son sin lugar a dudas hasta hoy la opción más económica de impresión, tanto en el equipo como en los insumos. Sin embargo como se pudo observar, la resolución, la precisión o las tolerancias resultantes en las piezas impresas, dejan regularmente mucho que desear y muestran claramente que hay una gran área de oportunidad en el futuro para entregarlos con mejor calidad.
- Como se puede apreciar, estos equipos y esta tecnología tienen la capacidad para manufacturar o imprimir prototipos incluso con geometrías complejas, en un lapso relativamente corto de tiempo, en comparación con la manufactura sustractiva tradicional.



Conclusiones.

- La experiencia y las habilidades que tenga la persona que hace el trabajo de impresión, son fundamentales en este proceso. Logrando muchas de las veces hacer que las piezas resultantes, tengan una gran calidad aún a costa del diseñador y de las características de la pieza diseñada.
- El acabado final de cada pieza debe corresponder al uso que ésta tendrá. Si es para una maquina o herramienta, no se debe poner mucho empeño en esta actividad. Sin embargo, si es una pieza de adorno, exhibición o algo similar, si requiere esmero y dedicación. Con el proceso propuesto para dicho acabado, se elimina esta distinción y todas, absolutamente todas las piezas, terminan con una acabado de gran calidad. Y lo que es mejor, a un costo muy económico.



Referencias.

- Bárcenas Toribio, J. A., Duarte Moller, J. A., Ramírez Baltazar, J. C., & Orozco Gamboa, G. (2017). Prototipado 3D en celdas de combustible tipo PEM utilizando ABS y recubrimiento conductor eléctrico. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 3-9: 46-51.
- Conejo Magaña, G. D., Guizar Gómez, C. A., Lara Hernández, R., & Ponciano Guzmán, J. N. (2017). Reingeniería en el diseño de productos. *Revista de Ingeniería Innovativa*. 1-1: 37-52.
- Díaz Marín, M., & Aura Castro, E. (2016). RESTAURACIÓN DE VIDRIO ARQUEOLÓGICO: RECONSTRUCCIÓN DE FRAGMENTOS FALTANTES MEDIANTE MODELADO E IMPRESIÓN 3D. *8th International congress on archaeology, computer graphics, cultural heritage and innovation*. Editorial Universitat Politècnica de València. 330-332.
- Farris-LaBar, D. Swartz, R. & Tabshi, S. (2017). *Diseño e impresión 3D en color*. Febrero 10, 2018, de Stratasys Sitio web:
<http://www.stratasys.com/resources/search/white-papers/3d-printing-now-and-beyond>



Referencias.

- Horvath, S., 2015, 3D Printing with Matter Control, *Springer Science+Business Media*, First Edition, New York – USA.
- Kun, K. (2016). Reconstruction and Development of a 3D Printer Using FDM Technology. *Procedia Engineering*. Vol. 149, pp. 203 – 211.
- Macas Montaña, C. C., & Pilco Llerena, K. J. (2016). Construcción de un modelo de fundición mediante la utilización de tecnología de impresión 3D. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba*.
- Mejia Flores, H. (2016). Ventajas y Desventajas de las Impresoras 3D. *Revista Tecnológica, La Paz*, vol. 12, num. 18.
- Molina Osejo, J. V. (2016). Caracterización de materiales termoplásticos de ABS y PLA semi - rígido impresos en 3D con cinco mallados internos diferentes. 196 hojas. Quito: EPN.

Referencias.

- O'Dowd, P., Hoskins, S., Walters, P., & Geisow, A. (2015). Modulated Extrusion for Textured 3D Printing, *NIP & Digital Fabrication Conference*, pp. 173–178.
- Rodriguez, R., Hernandez, A., & Rainer, C. (2015). Impresión 3D de repuesto de quilla para propulsor eléctrico de embarcaciones. *Instituto de Ciencias y Tecnologías e Innovación*.
- Sculpteo. (2017). *¿Que es la Fabricación aditiva?*. Marzo 06, 2018, Sitio web: <https://www.sculpteo.com/es/servicios/fabricacion-aditiva/>
- Thrimurthulu, K., Pandey, P. M. & Venkata Reddy, N. (2004). Optimum part deposition orientation in fused deposition modeling. *International Journal Mach. Tools Manufacture*, vol. 44, no. 6, pp. 585–594.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)