



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

23 de febrero de 2021.

Dictamen C.I. 04/2021

DICTAMEN
QUE PRESENTA LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA
COMUNICACIÓN Y DISEÑO

ANTECEDENTES

- I. El Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño, en la sesión 01.21, celebrada el 29 de enero de 2021, integró esta Comisión en los términos señalados en el artículo 55 de Reglamento Interno de los Órganos Colegiados Académicos.

- II. El Consejo Divisional designó para esta Comisión a los siguientes integrantes:
 - a) Órganos personales:
 - ✓ Dr. Rodrigo Gómez García, Encargado del Departamento de Ciencias de la Comunicación;
 - ✓ Dra. Erika Cecilia Castañeda Arredondo, Jefa del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño;
 - ✓ Dr. Carlos Joel Rivero Moreno, Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información.

 - b) Representantes propietarios:
 - Personal académico:
 - ✓ Mtro. Daniel Cuitláhuac Peña Rodríguez, Departamento de Ciencias de la Comunicación;
 - ✓ Dra. Lucero Fabiola García Franco, Departamento de Teoría y Procesos del Diseño.
 - ✓ Dr. Alfredo Piero Mateos Papis, Departamento de Tecnologías de la Información.

CONSIDERACIONES

- I. La Comisión recibió, para análisis y discusión, el informe de actividades académicas desarrolladas por la **Mtra. Lorena Alejandra Guerrero Morán**, durante el disfrute del periodo sabático comprendido del 16 de diciembre de 2019 al 15 de diciembre de 2020.



**División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño**

Unidad Cuajimalpa

DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional
Torre III, 5to. piso, Av. Vasco de Quiroga 4871,
Colonia Santa Fe Cuajimalpa, Alcaldía Cuajimalpa de Morelos.
C.P. 05348, Ciudad de México.
Tel.: (+52) 55,5814,3505
<http://dccd.cua.uam.mx>



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

- II. Originalmente el sábado que le fue autorizado a la Mtra. Guerrero comprendía del 16 de diciembre de 2019 al 15 de junio de 2020, aprobado en la Sesión de Consejo Divisional 11.19 celebrada el 30 de septiembre de 2019, mediante el Acuerdo DCCD.CD.09.11.19.

En la Sesión de Consejo Divisional 07.20 celebrada el 2 de junio de 2020, se aprobó una modificación al periodo sabático consistente en una prórroga del 16 de junio de 2020 al 15 de diciembre de 2020.

- III. La Comisión de Investigación sesionó vía remota el día 23 de febrero de 2021, fecha en la que concluyó su trabajo de análisis y evaluación del informe, con el presente Dictamen.

- IV. La Comisión contó, para su análisis, con los siguientes elementos:

- Programa de actividades académicas por desarrollar durante el periodo sabático.
- Evaluación general.

- V. La Comisión evaluó el informe de actividades académicas, las constancias y documentos que demuestran las actividades realizadas por la **Mtra. Lorena Alejandra Guerrero Morán**, durante el disfrute del periodo sabático comprendido del 16 de diciembre de 2019 al 15 de diciembre de 2020.

Algunas de ellas:

1. Artículo de investigación “Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño” presentado en el Congreso Internacional de Investigación Academia Journals.
2. Artículo de investigación “Emerging design practices in a global contingency context”. Capítulo en el libro *Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange*.
3. Dictamen de los artículos de investigación: “Pintura epóxica: material multifuncional para el diseño interior” e “Implementación de Diseño Contexto-Entorno: Estudio Ecocéntrico en Paradas de Autobús”.
4. Manual de operación de impresora 3D de LCD y especificación de archivos digitales para impresión.



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa

DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional
Torre III, 5to. piso, Av. Vasco de Quiroga 4871,
Colonia Santa Fe Cuajimalpa, Alcaldía Cuajimalpa de Morelos,
C.P. 05348, Ciudad de México.
Tel.: (+52) 55.5814.3505
<http://dccd.cua.uam.mx>



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

DICTAMEN

ÚNICO:

Se recomienda al Consejo Divisional dar por recibido el informe de periodo sabático de la **Mtra. Lorena Alejandra Guerrero Morán**, conforme al plazo establecido en el artículo 231 del Reglamento de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico y del mismo se advierte que cumplió satisfactoriamente con el programa de actividades.

VOTOS:

Integrantes	Sentido de los votos
Dr. Rodrigo Gómez García	A favor
Dra. Erika Cecilia Castañeda Arredondo	A favor
Dr. Carlos Joel Rivero Moreno	A favor
Mtro. Daniel Cuitláhuac Peña Rodríguez	A favor
Dra. Lucero Fabiola García Franco	A favor
Dr. Alfredo Piero Mateos Papis	A favor
Total de los votos	6 votos a favor

Coordinadora

Dra. Gloria Angélica Martínez De la Peña
Secretaria del Consejo Divisional de
Ciencias de la Comunicación y Diseño



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa

DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional
Torre III, 5to. piso, Av. Vasco de Quiroga 4871,
Colonia Santa Fe Cuajimalpa, Alcaldía Cuajimalpa de Morelos,
C.P. 05348, Ciudad de México.
Tel.: (+52) 55,5814,3505
<http://dccd.cua.uam.mx>

Ciudad de México a 19 de febrero 2021

DTPD.043.21

Mtro. Octavio Mercado González

Presidente del Consejo Divisional
División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Cuajimalpa

Presente

Asunto:Entrega de Informe de
Sabático de Lorena Guerrero

Estimado Mtro. Mercado:

Por este conducto me permito hacerle entrega del Informe de Actividades del período sabático de la Mtra. Lorena Alejandra Guerrero Morán. Este período tuvo una extensión original del 16 de diciembre de 2019, al 15 de junio de 2020, aprobado en la sesión de Consejo Divisional 11.19, DCCD.CD.08.11.19 y, posteriormente se modificó hasta el 15 de diciembre de 2020 mediante el acuerdo de Consejo Divisional DCCD.CD.12.07.20, en su Sesión Urgente 07.20.

Agradeceré girar sus instrucciones para que el informe de la Mtra. Guerrero, sea sometido al Consejo Divisional para su aprobación.

Para su análisis y dictaminación, **se anexan los siguientes documentos:**

Carta de Entrega del Informe de la Mtra. Guerrero

Reporte Final de Período Sabático.

Probatorios de los productos de las actividades realizadas durante el período.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

Atentamente

“Casa abierta al tiempo”

Dra. Erika Cecilia Castañeda Arredondo

Departamento de Teoría y Procesos del Diseño

*cp.: Dra. Gloria Angélica Martínez de la Peña – Secretaria del Consejo Divisional.



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa

DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Jefatura del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño
Torre III, 5to. piso. Av. Vasco de Quiroga 4871,
Colonia Santa Fe Cuajimalpa. Alcaldía Cuajimalpa de Morelos.
C.P. 05348, Ciudad de México.
Tel.: (+52) 55.5814.5348
<http://dccd.cua.uam.mx>

Ciudad de México a 15 de febrero de 2021

Dra. Cecilia Castañeda Arredondo
Jefe de Departamento de Teoría y Procesos del Diseño
División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
UAM Cuajimalpa
Presente.

Estimada Dr. Castañeda.

Por medio de la presente hago entrega de mi informe de periodo sabático conforme lo establece el artículo 231 del RIPPPA. Como es de su conocimiento la conclusión de mi periodo sabático fue el 15 de diciembre de 2020. A continuación, enlisto los productos del trabajo realizado para el periodo de un año:

1. Artículo de investigación “Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño” presentado en el Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, realizado vía remota y con sede en el Tecnológico Nacional de México en Celaya del 4 al 6 de noviembre de 2020.
2. Artículo de investigación “Emerging design practices in a global contingency context”. Capítulo en el libro *Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange*. Editado por Human and Design and Korean Service Design Council. En coautoría con Héctor Orihuela (Anexo correo de aceptación y primera página de la versión aprobada para publicación en marzo de 2021).
3. Dictamen de los artículos de investigación: “Pintura epóxica: material multifuncional para el diseño interior” e “Implementación de Diseño Contexto-Entorno: Estudio Ecocéntrico en Paradas de Autobús”. A solicitud de la revista *DAYA Diseño, Arte y Arquitectura*, editada por la Universidad del Azuay, Ecuador. (Anexo constancia).
4. Manual de operación de impresora 3D de LCD y especificación de archivos digitales para impresión. (Anexo manual)

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier asunto relacionado con la presente.

Atentamente

Mtra. Lorena Guerrero Morán

Informe de actividades del periodo sabático

Mtra. Lorena Guerrero Morán
Departamento de Teoría y Procesos del Diseño, UAM Cuajimalpa
Febrero de 2021

Introducción

El plan de trabajo que presenté para mi periodo sabático y que fue aprobado por el Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño en su sesión ordinaria 11.19 describe como actividad principal el desarrollo de material didáctico vinculado con la construcción de modelos físicos tridimensionales en apoyo a las UEA de laboratorio de diseño básico: bi y tridimensional, integral I, II y III y las UEA de taller de procesos y tecnologías para: la producción de modelos, prototipos y originales y para la reproducción industrial, sin embargo, debido a condiciones imprevistas que comenzaron a presentarse a principios del año pasado, el programa debió modificarse para ajustarse a las circunstancias.

En primera instancia, quiero señalar que el plan de trabajo presentado, consideraba como base para la elaboración del material didáctico, la construcción de varios modelos y prototipos con máquinas herramienta y equipos de fabricación digital, algunos por adquirirse con recursos Prodep aprobados a finales de 2019 y otros, disponibles en el laboratorio de apoyo a la docencia de la DCCD, sin embargo, las condiciones propias de la contingencia, imposibilitaron el acceso al laboratorio hasta la fecha y retrasaron la adquisición de los equipos hasta el mes de julio.

En este contexto, en el primer semestre del año, opté por concentrar mis esfuerzos en actividades de investigación de carácter teórico relacionadas con el análisis de los cambios de los modelos de producción y consumo vinculados con prácticas emergentes del diseño y la fabricación digital. Durante el segundo semestre, me enfoqué a la experimentación con tecnología FDM y SLA de impresión 3D, para familiarizarme con el uso de estos equipos, principalmente con la impresión por fotopolimerización con LCD, que es una de las alternativas más accesibles dentro de los procesos aditivos y que considero puede vincularse con la docencia. Ambas actividades se tradujeron en artículos de investigación.

Finalmente quisiera mencionar, que como parte del interés inicial de desarrollar material didáctico que motivo mi solicitud de sabático, y derivado de la experimentación realizada con impresión 3D, desarrolle la primera versión de un manual de operación de impresión LCD y especificación de archivos digitales para impresión, que será empleado y evaluado durante el trimestre 21 invierno en la UEA del Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistidos por computadora.

Trabajo de investigación

En éste apartado presento una breve descripción de los trabajos realizados durante mi sabático. El primero ya se encuentra publicado, el segundo, está aceptado para publicarse en el presente año.

1. Artículo de investigación “Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño” presentado en el Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, realizado vía remota y con sede en el Tecnológico Nacional de México en Celaya del 4 al 6 de noviembre de 2020. Este trabajo presenta un análisis comparativo entre las tecnologías de impresión 3D por extrusión de material (FDM) y por fotopolimerización (LCD) en relación con características formales y constructivas en modelos de diseño de baja y mediana complejidad. El trabajo se realizó en colaboración con Héctor Orihuela Paéz. (Anexo correo de aceptación y primera página del artículo enviado para revisión).
2. Artículo de investigación “Emerging design practices in a global contingency context”. Capítulo en el libro *Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange*. Editado por Human and Design and Korean Service Design Council. En coautoría con Héctor Orihuela. Este trabajo presenta un análisis de cómo nuevos modelos de producción como el de la fabricación distribuida en conjunto con la manufactura digital operan en condiciones atípicas como las derivadas de la pandemia actual, para dar lugar a escenarios emergentes para la práctica del diseño. (Anexo correo de aceptación y primera página de la versión aprobada para publicación en marzo de 2021).
3. Dictamen de los artículos de investigación: “Pintura epóxica: material multifuncional para el diseño interior” e “Implementación de Diseño Contexto-Entorno: Estudio Ecocéntrico en Paradas de Autobús”. A solicitud de la revista *DAYA Diseño, Arte y Arquitectura*, editada por la Universidad del Azuay, Ecuador. (Anexo constancia).

Material didáctico

1. Manual de operación de impresora 3D de LCD y especificación de archivos digitales para impresión. Este material busca ser una guía de referencia rápida para los estudiantes de la Licenciatura en diseño que les permita familiarizarse con el uso de equipos de fabricación aditiva, en particular con el proceso de foto polimerizado con LCD en un equipo Elegoo Mars, y a su vez, conocer los parámetros principales que intervienen en la fabricación de modelos y prototipos con tecnologías de polimerizado de resinas líquidas. Se busca que esta información resulte de utilidad y enriquezca el proceso de diseño y especificación de las propuestas formales que el estudiante desarrolla en los talleres y laboratorios, y que este conocimiento se refleje en una mayor viabilidad técnica de las propuestas que desee materializar usando esta clase de tecnologías. (Anexo manual).

Diseminación de la Investigación en la Educación Superior: Celaya 2020



El libro con ISBN online

978-1-939982-63-6

www.AcademiaJournals.com

Trabajos de Investigación del Congreso Internacional de
Investigación Academia Journals Celaya 2020
Instalaciones del Instituto Tecnológico de Celaya

Celaya, Guanajuato, México
Noviembre 4, 5, y 6, 2020



Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño

LDI. Héctor Orihuela Páez¹, MDI. Lorena Guerrero Morán²

Resumen- En el contexto actual de la fabricación digital, el desarrollo logrado específicamente en el campo de la fabricación aditiva posibilita un flujo de trabajo innovador donde podemos trasladar un problema de configuración formal de un objeto digital al mundo físico para su visualización, análisis, evaluación o bien para su implementación como soluciones de diseño. Para entender la amplia variedad de prestaciones que ofrecen estas tecnologías en la fabricación de modelos de diseño requeridos durante el proceso de diseño, este trabajo se centra en el análisis comparativo de la tecnología de impresión por extrusión de material y de impresión por fotopolimerización orientado a valorar las características de los modelos de baja y mediana complejidad que desarrollan los estudiantes de la licenciatura en Diseño de la UAM Cuajimalpa.

Palabras clave- fabricación aditiva, fotopolimerización, modelos, diseño

Introducción

La fabricación digital es en esencia un proceso de transición de lo digital a lo analógico y viceversa, en donde la sinergia que se ha logrado entre los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD) y los sistemas de manufactura asistida por computadora (CAM), posibilita un flujo de trabajo que permite ir materializando el diseño en sus distintas fases de desarrollo, para analizar o evaluar aspectos específicos que retroalimentan la visualización hasta llegar al punto de la especificación digital para su fabricación.

En la actualidad, la materialización de modelos tridimensionales de diseño se apoya principalmente en la fabricación aditiva, definida como el proceso de construir geometrías físicas tridimensionales mediante la adición sucesiva de material a partir de datos de modelos 3D (ISO/ASTM 52900); la cual agrupa una amplia variedad de tecnologías que permiten realizar la adición capa por capa de diferentes materiales en presentaciones que van desde el polvo cerámico hasta resinas líquidas fotosensibles y que se conocen comúnmente, con el nombre de tecnologías de prototipado rápido o impresión 3D.

El proceso de impresión 3D puede resumirse en los cuatro pasos que propone Ford (2016) en su modelo de fabricación digital para CNC, que inicia, con la definición de la forma del objeto a fabricar empleando programas CAD que permiten el modelado digital de la pieza, cuyo resultado habitual es un archivo en formato STL, base del siguiente paso, la especificación formal, donde se debe convertir la información del modelado 3D a una serie de instrucciones que el equipo de control numérico pueda ejecutar para el maquinado de la pieza. A esta tarea se le conoce comúnmente como rebanado (*slice*) cuando se habla de impresión 3D, ya que el software realiza un corte del modelo en capas delgadas de espesor fijo. En seguida, las instrucciones deben ser alimentadas al dispositivo controlador de la máquina herramienta, en este caso, la impresora 3D, la cual se encargará de convertirlas en señales electrónicas digitales que serán enviadas a los dispositivos electromecánicos del equipo, los cuales realizarán la conversión de estas señales en movimientos o tareas que ejecutados de forma coordinada permitirán la transformación de la materia prima en la pieza previamente diseñada. En el cuarto paso, el modelo se completa con la ejecución de las instrucciones en la máquina herramienta, la cual mediante procesos de adición capa por capa realizará la fabricación de la pieza, aquí, es donde propiamente se emplea un equipo de hardware para la conversión digital a analógica dando como resultado un objeto físico tangible. En algunos procesos, se requiere de una etapa adicional de post procesamiento, para retirar elementos generados para soportar y fijar la pieza durante su impresión o para terminar de consolidar la pieza para su manipulación, como sucede con la impresión por fotopolimerización, donde la pieza requiere limpiarse con un disolvente y agua para retirar el exceso de resina no solidificada y después terminar el curado de la resina con una lámpara UV para obtener el mayor rendimiento del material.

Dentro de las tecnologías de fabricación aditiva, las dos tecnologías más conocidas, son la tecnología de deposición de material fundido o FDM (*Fusion Deposition Modeling*), donde el material termoplástico es fundido y dispensado selectivamente por una boquilla capa por capa hasta conformar la volumetría deseada, y las tecnologías de impresión por fotopolimerización, como la estereolitografía o SLA (*Stereolithography*), DLP y LCD, donde el material en estado líquido es curado selectivamente mediante un proceso de polimerización activado por luz.

¹ El LDI. Héctor Orihuela Páez es profesor investigador del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México. horihuela@correo.cua.uam.mx

² La MDI. Lorena Guerrero Morán es profesora investigadora del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México. lguerrero@cua.uam.mx

En gran medida, esto se debe al desarrollo que en años recientes han tenido algunas de las tecnologías de fabricación aditiva en el mercado, derivado de varios factores, entre los cuales resalta el vencimiento de varias patentes (Baudish y Mueller, 2016), principalmente relacionadas con el proceso de FDM, que han permitido un incremento significativo en la cantidad de marcas y equipos disponibles, incluso existen desarrollos “open source” de algunos equipos como es el caso del equipo FDM empleado para esta investigación (Anet A8), que los ha convertido en equipos de costo muy accesible. Fenómenos como la proliferación sin precedentes de equipos de escritorio para fabricación aditiva y que las interfaces de estos se han simplificado al punto de ser accesibles para prácticamente cualquier usuario con un conocimiento básico en el manejo de equipos de cómputo, hacen prever que, en el corto plazo, su disponibilidad se incremente tanto en el sector profesional, como entre los entusiastas e incluso como un producto de consumo.

En este contexto, la fabricación aditiva permite, por un lado, reducir significativamente los tiempos requeridos para el proceso de desarrollo de un producto, pues le da la posibilidad al diseñador de contar con modelos, simuladores o prototipos de forma eficiente para realizar la evaluación constante de sus propuestas. Por otro lado, el uso de equipos de fabricación personal pone en manos del diseñador un medio para materializar sus propuestas y hacerlas llegar al consumidor final de forma directa, acortando la distancia entre el diseñador y el consumidor y reduciendo la dependencia de los diseñadores de contar con una industria que fabrique y comercialice sus propuestas. Quizá el escenario más lejano, pero también el más prometedor, es aquel en el cual los diseñadores sean capaces de enviar sus especificaciones formales de manera directa al consumidor, quien empleando un equipo de fabricación personal, se encargará de fabricar el producto que acaba de adquirir. Como vemos existen una diversidad de escenarios en el futuro cercano y a mediano plazo que demandan que los futuros diseñadores sean capaces de dominar los procesos de fabricación aditiva y sacar el mejor provecho de ellos en beneficio de su proceso de desarrollo, pero también para contribuir a garantizar un acceso más democrático a los productos que requiere la sociedad.

Descripción del Método

La etapa inicial de la investigación se centró en el análisis de archivos de modelado tridimensional realizados por estudiantes de la licenciatura en las UEA de Taller de representación y expresión digital tridimensional y de Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, para identificar las principales características de los diseños que desarrollan, y parámetros que permitieran valorar su complejidad formal y constructiva, para posteriormente, relacionarlos con el esquema de niveles de complejidad formal de los modelos (Guerrero y Orihuela, 2016, p.2472) y de esta manera definir las principales variables a evaluar en el análisis comparativo.

En la segunda etapa, se realizaron pruebas de impresión 3D de modelos con diferentes niveles de resolución y escala para analizar el grado de resolución formal en relación con el tamaño y la resolución de impresión, que se obtiene en equipos de impresión por deposición fundida o FDM (*Fused Deposition Modeling*) y de impresión por fotopolimerización, específicamente se compararon modelos impresos con una impresora 3D de filamento Anet A8 con cabezal de extrusión de 0.4 milímetros, temperatura de extrusión de 190 °C y cama caliente a 45°C y una impresora de fotocurado LCD Elegoo Mars con longitud de onda de 405 nanómetros. Los materiales empleados para las impresiones fueron PLA de 1.75 mm de diámetro y resina de fotopolímero para uso general de 405 nm.

Posteriormente, se observó la relación entre escala del modelo y resolución de impresión con tiempos de impresión y cantidad de material utilizado, para realizar las primeras recomendaciones de uso de estas tecnologías en modelos de baja y mediana complejidad de una sola pieza, que apoyen el trabajo en el laboratorio de apoyo a la docencia y en UEA específicas donde se aborda el trabajo con tecnologías de fabricación aditiva.

Desarrollo y Resultados

Para contextualizar el análisis de los archivos digitales generados por los estudiantes, es necesario mencionar que el Taller de representación y expresión digital tridimensional es una UEA de VI trimestre, en la cual se abordan por primera vez temáticas relacionadas con la especificación digital tridimensional de un diseño, en este taller se desarrollan las habilidades necesarias para realizar el modelado de un objeto tridimensional en medios digitales tanto para fines de comunicación y desarrollo de la propuesta, como para su fabricación empleando procesos de fabricación aditiva; al ser la primera aproximación de los estudiantes, en este taller se suelen desarrollar ejercicios de baja complejidad tanto de modelado como de fabricación, comúnmente se realiza la propuesta de un objeto lúdico o utilitario de una o pocas piezas con un mecanismo simple para que los estudiantes puedan tener una primera experiencia con el proceso de fabricación digital y algunas de las consideraciones necesarias de diseño para la correcta fabricación de sus propuestas. Consecutivamente, en el Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, que es una UEA de VII trimestre, se profundiza en los temas tanto de especificación como

de uso de las tecnologías CNC entre las cuales se incluye la impresión 3D; en este taller se realizan ejercicios de mediana complejidad donde se emplea la impresión 3D como una herramienta de prototipado rápido para la evaluación de aspectos relacionados con la forma como pueden ser la ergonomía o aspectos del funcionamiento de mecanismos básicos, de forma complementaria también se familiarizan con la impresión 3D como una posibilidad para la reproducción industrial de objetos de diseño cuyas características se ajusten a las capacidades y limitantes de esta tecnología.

Para los fines de esta investigación, realizamos el análisis de los archivos digitales realizados por estudiantes en las UEA mencionadas, por ser las asignaturas cuyo programa de estudios hace referencia directa al uso de éstas tecnologías, lo que nos permitió observar por una parte, el nivel de complejidad formal alcanzado en el modelado tridimensional, y por otro lado, las dimensiones, materiales y en general el tipo de proyectos desarrollados en estas UEA, a fin de definir el tipo de diseños que emplearíamos en la etapa de fabricación de modelos de prueba para el análisis comparativo.

En el análisis se identificó, que en el Taller de representación y expresión digital tridimensional se realizan modelados partiendo del uso de las herramientas de modelado con primitivos geométricos tridimensionales o bien, a partir del trazo de perímetros bidimensionales que sirven de base para la extrusión de piezas tridimensionales, en ambos casos el modelado de las piezas se completa mediante las operaciones booleanas básicas de unión, sustracción y combinación de estos sólidos, para obtener formas de baja y mediana complejidad que por regla general, no presentan superficies de doble curvatura y que son las formas más sencillas para fabricar empleando un proceso aditivo de superposición de capas, pues estas formas, son geoméricamente estables, con bajo centro de gravedad, el cual se encuentra dentro del volumen de la pieza y que por tanto no requieren el diseño de material de soporte o estabilización para el modelado de la pieza. En el caso del Taller de procesos y tecnologías para el manejo de sistemas de manufactura asistida por computadora, se eleva ligeramente el nivel de complejidad de las piezas modeladas, esto derivado de la mayor experiencia que tienen los estudiantes en el manejo de los programas de modelado, por regla general los modelos siguen siendo piezas obtenidas a partir de primitivos regulares, operaciones booleanas, y adicionando piezas obtenidas por procesos de revolución o modelado básico de superficies; sin embargo, siguen siendo pocos los modelos que presentan superficies de doble curvatura o piezas con espacios vacíos intermedios que requieran el uso de piezas de soporte.

De manera complementaria, se consideraron las características principales de los modelos de baja y mediana complejidad formal desarrollados por estudiantes en las UEA de laboratorio, que en un análisis previo (Guerrero y Orihuela, 2016) se describen en términos generales, como modelos que se trabajan a escala reducida o natural, donde los primeros, están centrados en la unidad con partes simuladas y pocos detalles, sin acabados y son de rápida construcción, mientras que los segundos, considerados de mediana complejidad, implican un mayor nivel de resolución formal, donde las partes son elementos visibles y separados con algún grado de desarrollo de los aspectos funcionales como ensambles y mecanismos, y que habitualmente tienen acabados de color y textura. Asimismo, se tomó en cuenta la parte operativa de la docencia, donde acuerdos previos establecen, por ejemplo, limitantes de tiempo y dimensiones para los ejercicios desarrollados por los estudiantes en las UEA de taller que hacen uso del laboratorio de apoyo a la docencia.

Con base en lo anterior, se determinó que en una primera etapa de análisis comparativo entre la impresión FDM y LCD, las variables a observar debían ser la resolución formal, entendida como el grado de fidelidad del modelo impreso respecto al modelo digital, la escala y el tiempo de impresión, en modelos de una sola pieza.

Para ello, se seleccionaron dos diseños con diferente grado de detalle en su configuración formal y de una sola pieza, el primero o modelo A, es un diseño con partes sugeridas trabajadas con detalles básicos y poca volumetría de las mismas; el segundo o modelo B, es un diseño antropomorfo con partes bien diferenciadas y alto nivel de detalle, que integran superficies de doble curvatura en una volumetría bien definida.

Las primeras pruebas se centraron en observar el grado de fidelidad del modelo impreso respecto al modelo digital en escalas reducidas, por dos razones, la primera tiene que ver con el tamaño de los modelos que suelen trabajar los estudiantes en las UEA de taller, que no pueden exceder los 10 centímetros cúbicos y una hora de maquinado, de acuerdo a los parámetros de uso de los equipos de control numérico en el laboratorio de apoyo a la docencia; la segunda, de índole técnica, se relaciona con la pérdida de resolución en los detalles que suelen presentar los equipos en cualquier proceso al operar en tamaños reducidos.

Para estas pruebas ambos modelos fueron escalados en tres tamaños diferentes para imprimirse con la resolución máxima que permite cada equipo; en el caso del modelo A, se escaló de acuerdo a la circunferencia de la pieza en: 20, 15 y 10 milímetros, y el modelo B, se escaló considerando la altura en: 35, 30 y 25 milímetros. Para la impresión FDM, se empleó la resolución de 0.1 mm por capa, de acuerdo al cabezal de extrusión de 0.4 mm de diámetro de la impresora, y para la impresión LCD, se empleó una resolución de 0.05mm por capa. Cada tamaño de modelo A y B se imprimió dos veces para validar los resultados obtenidos.

Los resultados de estas pruebas sugieren en términos generales, que los modelos impresos con el equipo LCD conservan una correspondencia formal muy cercana al modelo digital, los detalles particulares se siguen observando hasta en el modelo más pequeño, incluso poder registrarlos para que se pudieran observar claramente en el registro de las pruebas se convirtió en un reto fotográfico. En la figura 1, se puede apreciar en la imagen del detalle del modelo LCD, el alto nivel de fidelidad formal que tiene el modelo de 15 mm impreso en resina respecto a la imagen del modelado 3D visualizado en pantalla, donde las partes principales: el sol y la luna, al igual que los detalles de textura de los rayos del sol, son claramente distinguibles.

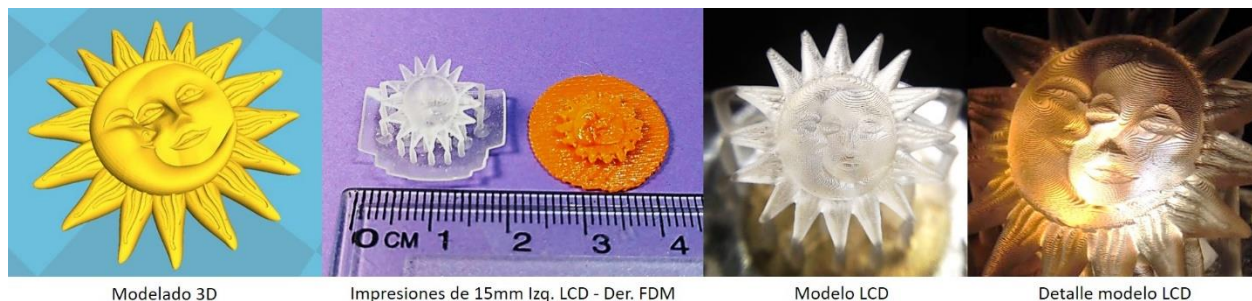


Figura 1. Nivel de fidelidad de modelo impreso en LCD

Por otra parte, en los modelos impresos con el equipo FDM, aunque se mantiene una buena correspondencia en la volumetría general, como se puede apreciar en la Figura 2 al comparar la imagen del modelado 3D en amarillo y la impresión FDM en negro a su derecha, conforme se reduce el tamaño del modelo, la mayoría de los detalles particulares como dedos, nariz, ojos y pequeños pliegues, se convierten en ligeras insinuaciones sobre la superficie del modelo; particularmente, en el modelo B, como se puede apreciar en las imágenes de detalle de la Figura 2, mientras en el modelo LCD se puede diferenciar de forma individual los elementos de la cabeza como cabello, ojos, nariz y boca incluida la textura de bigote y barba que permiten reconocer el gesto, incluso en el modelo más grande de FDM, la cabeza se convierte en un volumen general donde si bien se puede diferenciar entre la zona de la cabeza y el cuello, no así entre la frente y el cabello, y mucho menos rasgos particulares de ojos, nariz y boca.



Figura 2. Muestra comparativa de nivel de fidelidad de modelo impreso en FDM y LCD

Posteriormente, se realizaron pruebas manteniendo constante el tamaño del diseño y variando el nivel de resolución de impresión para observar su relación con el grado de fidelidad obtenido en el modelo impreso respecto al modelo digital, los tiempos de impresión y cantidad de material empleado.

En este caso, se optó por definir dos tamaños de referencia, el primero fue el tamaño que en las pruebas previas, se identificó con el nivel más alto de fidelidad del modelo impreso: 35 milímetros, mismo que se escaló al doble para establecer la segunda referencia: 70 milímetros. Para la impresión FDM se emplearon resoluciones de 0.1, 0.2 y 0.3 milímetros mientras que para LCD resoluciones de 0.05, 0.075 y 0.1 milímetros.

En estos modelos de prueba se observó que los impresos en LCD no presentan variaciones significativas en la fidelidad del modelo impreso respecto al modelado digital con las variaciones de resolución establecidas para la impresión, por el contrario, las impresiones en FDM permiten apreciar variaciones visuales y táctiles importantes, con

la resolución de 0.1 se obtiene una superficie continua, lisa y suave al tacto con buena resistencia, con resolución de 0.2 se puede observar la presencia de algunas irregularidades en la superficie y con 0.3 las capas son muy evidentes y no hay continuidad de la superficie.

Respecto a la relación entre resolución de impresión y tiempo de impresión, se observó que en la impresión por deposición fundida FDM hay una correlación directa, a menor resolución menor tiempo de impresión (Cuadro 1). Por el contrario, en la impresión LCD, a menor resolución de impresión se requiere mayor tiempo de exposición para el curado de la capa de resina, por lo cual no disminuye el tiempo total de impresión.

Modelo A	35 mm	70 mm	Modelo B	35 mm	70 mm
FDM 0.1	29 min / 3 gr	2 horas 5 min / 11 gr	FDM 0.1	34 min / 2 gr	2 horas 54 min / 13 gr
FDM 0.2	19 min / 3 gr	77 min / 12 gr	FDM 0.2	22 min / 3 gr	1 hora 35 min / 13 gr
FDM 0.3	16 min / 3 gr	61 min / 12 gr	FDM 0.3	16 min / 3 gr	1 hora 8 min / 14 gr

Cuadro 1. Tiempos de impresión según variantes de resolución de impresión

Derivado de nuestros hallazgos se puede mencionar que para el proceso LCD la reducción en la resolución de la impresora no significó un ahorro de tiempo para la fabricación de los modelos, pues existe una correlación directa entre el espesor de la capa y el tiempo necesario para el curado de la resina, entonces si bien se reduce el número de capas, estas toman más tiempo para su procesamiento, entonces nos encontramos sin un ahorro significativo de tiempo o material y si, con un modelo de menor calidad, razón por la cual no se recomienda fabricar modelos en una resolución menor a la óptima. Para el proceso de FDM se observó una reducción significativa en los tiempos requeridos para la fabricación de modelos a menor resolución, comparativamente un modelo fabricado con resolución 0.1mm consume prácticamente el doble de tiempo que uno con resolución 0.3mm; un hallazgo que llamo la atención en éstas pruebas, fue el incremento en el material requerido para fabricar un modelo del mismo tamaño con una menor resolución, consideramos que quizá esto se deba a que al fluir una mayor cantidad de material por la boquilla en un menor tiempo, se reduce la eficiencia con la cual el material es empleado para el conformado de la capa, sin embargo, esta consideración no es concluyente y requerirá darle seguimiento en una etapa subsecuente de la investigación. Es muy importante señalar que, se busca que los estudiantes sean capaces de generar este tipo de información para los modelos que se propongan fabricar, pues en la práctica profesional la contratación de servicios de fabricación aditiva, el costo de los modelos se asocia con estos dos factores, por un lado el tiempo requerido de uso del equipo y por otro la cantidad de material consumido, este factor es particularmente importante para el proceso LCD pues el costo de la materia prima es considerablemente más elevado que el del insumo empleado en el proceso FDM.

Conclusiones

Con base en las pruebas realizadas hasta este punto de nuestra investigación, podemos observar que considerando el tiempo de impresión y los costos del material contra la calidad de los modelos que se pueden obtener empleando estas dos tecnologías, el uso del proceso FDM es el más adecuado para las etapas tempranas de trabajo y para el proceso de desarrollo de un concepto de diseño, pues permite obtener modelos volumétricos útiles para una visualización general de la forma y para realizar las primeras evaluaciones y correcciones de una propuesta. Encontramos también, que la tecnología LCD es apropiada para la generación de modelos con un alto nivel de detalle en escalas reducidas, por ejemplo, para el diseño de piezas de joyería o partes de mecanismos, así mismo el nivel de fidelidad formal de los modelos LCD permite obtener modelos con superficies continuas y alto nivel de detalle que requieren poco procesamiento para darle acabados, haciéndolos propicios para etapas de comunicación final de la propuesta, y también como matrices para fabricación de moldes.

Derivado de las pruebas relacionadas con el proceso LCD y la variación en los niveles de espesor de las capas de impresión, podemos observar que dada la naturaleza del proceso de fotopolimerización, una capa más gruesa de material requiere un tiempo mayor de exposición a la luz UV para garantizar la correcta formación del modelo, esto significa, que un modelo con un nivel de resolución menor consume una cantidad de tiempo similar al de un modelo con el máximo nivel de detalle, si adicionalmente consideramos que bajo parámetros similares un modelo de alta y baja definición requieren la misma cantidad de material encontramos altamente impráctico el uso de la tecnología LCD en un nivel de resolución menor al óptimo, lo cual significa que no es posible elaborar modelos rápidos bajando la resolución del modelo, esto nos permite reforzar nuestra sugerencia de emplear la tecnología FDM para la producción de modelos durante el proceso de diseño y reservar el uso de la tecnología LCD para etapas de comunicación final de la propuesta, o bien para la elaboración de moldes o matrices para la reproducción de una forma diseñada.

Referencias

- Baudish, P. y Mueller, S. “Personal fabrication”. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, Vol. 10, No. 3-4, 2016.
- Dollens, D. “De lo digital a lo analógico”. Gustavo Gili, 2002.
- Ford Edward. “Make: Getting Started with CNC”. Maker Media, 2016.
- Guerrero, L y Orihuela, H. “El desarrollo de modelos como didáctica del Diseño”. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya*, Vol. 8, No. 5, pp. 2469-2474, 2016.
- Organización Internacional de Normalización. “Fabricación aditiva –principios generales- Fundamentos y vocabulario”, *Norma ISO/ASTM 52900*, 2019. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:dis:ed-2:v1:en>

Evaluación de los artículos | Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange

5 mensajes

Renato Bertão

21 de enero de 2021, 0:15

Para: lguerrero@cua.uam.mx

Cc: Caridad García, Caridad García

Estimados

Héctor Orihuela Páez

Lorena Guerrero Morán

MADIC - Master in Diseño, Información y Comunicación (UAM - Cuajimalpa)

Inicialmente quiero agradecerle por compartir su investigación en el contexto del diseño.

Le envío este mensaje para informarle que ya hemos revisado su artículo "EMERGING DESIGN PRACTICES IN A GLOBAL CONTINGENCY CONTEXT" que formará parte del libro Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange.

Se adjunta el archivo de Word con sugerencias de ajustes y correcciones.

Por favor, preste atención al "Comentario" del título del artículo, así como a las demás notas a lo largo del texto.

Me gustaría aclarar que nuestra revisión no sugiere ajustes de contenido, sino solo cambios menores para que el texto sea más claro para diferentes audiencias.

Importante: los autores son libres de rechazar sugerencias si las consideran inapropiadas.

Sin embargo, en algunos envíos, hemos identificado algunos errores y problemas que los autores deben haber pasado desapercibido y, en estos casos, nos hemos tomado la libertad de corregirlos.

En relación a este archivo, los autores solo necesitan posicionarse en relación a las sugerencias y ajustes a través de "**Aceptar cambio**" o "**Rechazar cambio**".

Además, en cuanto a la revisión, hay tres aspectos a los que nos gustaría que se prestara especial atención:

- **Identificación de los autores:** considerando la diversidad de información presentada en los envíos de las ocho universidades, decidimos estandarizar los títulos de los autores de acuerdo con la tabla siguiente. Le pido amablemente que confirme que el ajuste que hicimos es apropiado.

- **Formateo:** el archivo adjunto ya está formateado según los estilos solicitados por la editorial TED. Por lo tanto, pedimos a los autores que NO cambien el formato de la revisión.

- **Firma de la "Declaración de los autores".** Como es habitual en las publicaciones académicas, se solicita a los autores que firmen un documento sobre cuestiones de autoría, derechos de autor, etc. Se envía la plantilla de este documento, la cual debe estar firmada por todos los autores y adjuntarse en formato PDF único al momento de devolver la versión final del artículo.

Con respecto a la devolución de la versión final del artículo, de ser posible, solicitamos enviar antes del **25 de febrero de 2021**.

Estoy disponible para cualquier aclaración.

Saludos,

Re-nato Bertao

Co-editor | Experience Design: Korea & Latin America Research Exchange

3 adjuntos

Nombre del archivo	Tamaño	Formato
Position and title.jpg	240K	Image
R_UAM_CUA_Héctor Orihuela Páez and Lorena Guerrero Morán.docx	41K	Word Document
Research Exchange_Authors declaration.doc	46K	Word Document

Position and title.jpg

240K

 R_UAM_CUA_Héctor Orihuela Páez and Lorena Guerrero Morán.docx
41K

 Research Exchange_Authors declaration.doc
46K

Emerging design practices in a global contingency context

Héctor Orihuela Páez^{1, 2}, and Lorena Guerrero Morán²

^{1, 2} Departamento de Teoría y Procesos del Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México. Email: lguerrero@cua.uam.mx

Abstract: The health contingency we are experiencing has become a catalyst for a series of changes undergone by the production and consumption models in recent years, which are largely the result of innovations in technology information, computer-assisted manufacturing, e-commerce, among others. Faced with a perspective like the one posed by the immediate future, models such as distributed manufacturing can become vitally important for the supply of consumer products, given the impossibility of moving goods globally, offering new vitality to regional markets and empowering small and medium-sized companies to meet local demands in more competitive conditions. The use of computer-assisted manufacturing technologies in turn allows these local companies to have great versatility to manufacture a wide range of products, or to produce highly customized or on-demand products, without significantly sacrificing profitability or the ability to do so in a timely manner. The use of CAM technologies changes the traditional paradigm in which the cost per unit produced is inversely proportional to the volume of units manufactured, and thus these new conditions become determining factors to consider from a design perspective. It is unquestionable that the practice of design will be considerably transformed, which is why we reflect on the implications this new scenario poses for design not only for its practice as a professional activity, but also from the perspective of the theoretical and methodological support that this praxis requires. In general terms, design will have to be assumed not only as a prefiguration activity at the beginning of the production chain, but to become a collaborative exercise with flexible cycles to adapt to emerging conditions in a timely manner.

Keywords: Megatrends, Microtrends, Industry 4.0.

Objectives

The objective of this document is to present from a theoretical perspective, the transition process that the current production model is going through, this transition is caused by the deep and accelerated technological change, as well as a new perspective of society, on its participation in the process of creation and consumption. These changes can be observed in a concrete way in the emergence of global phenomena that today we consider megatrends, and that were driven by the emergence of the health contingency, in turn these have made it possible to make visible local behaviors of great importance, which are manifested in good measured as a micro-level response of macro-level change trends. Based on a documentary analysis, we observe that, both on the large and on the small scale, design plays a fundamental role in consolidating and taking advantage of the opportunities that this scenario of profound change poses. And we make a first approximation about the exercise of design in this context, based on the analysis and reflection on the emerging behaviors resulting from the health contingency.

Introduction

Industrialization and Globalization

Perhaps one of the most impactful processes of the 20th century is that Industrialization, – although started earlier– experienced an accelerated expansion after the Second World War. Practically, the entire economy moved towards industrialized production. The manufacture of goods and products according to models of scale economy reached the point of establishing a paradigm where the unitary cost of production was inversely proportional to the volume of units produced. One of the first consequences of this model was production concentration and

Asunto: Constancia de revisión de manuscritos.
Revista DAYA Diseño, Arte y Arquitectura
Universidad del Azuay

A quien corresponda.-

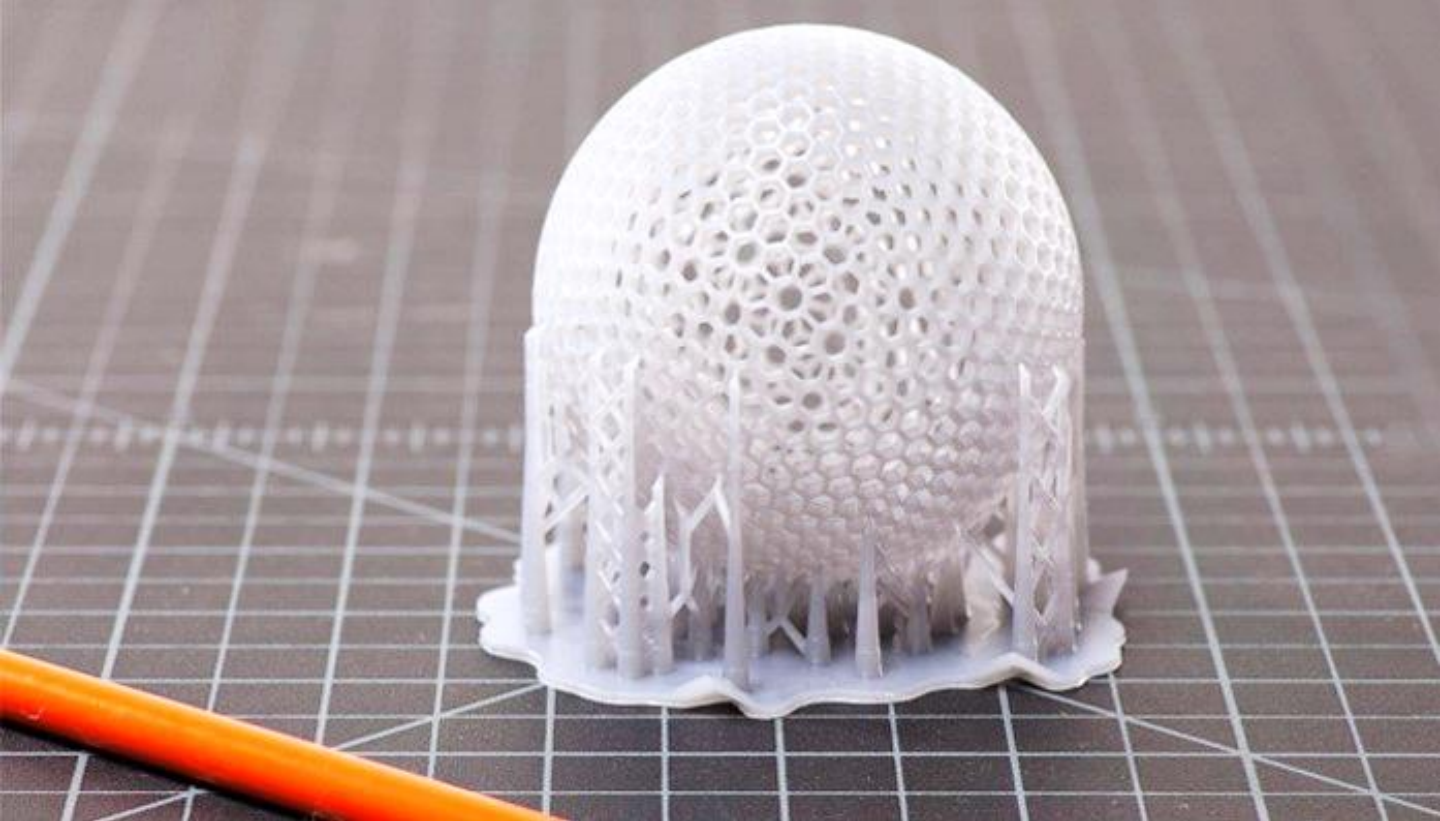
La Revista DAYA Diseño, Arte y Arquitectura de la Universidad del Azuay, hace constar por este medio que la **Mtra. Lorena Guerrero Morán** fungió como Miembro del Comité Académico Evaluador, revisando los siguientes manuscritos:

- Pintura epóxica: Material multifuncional para el diseño interior (DAYA No. 8).
- Implementación de Diseño Contexto–Entorno: Estudio Ecocéntrico en Paradas de Autobús (DAYA No. 9).

El Equipo Editorial de la Revista DAYA agradece su valiosa participación y recomendaciones para los documentos evaluados. Estamos seguros de que sus objetivas y acertadas observaciones han sido contribuciones significativas para la valoración de cada uno de los manuscritos. Se extiende la presente para los fines y usos legales que el interesado convenga.

Atentamente
Cuenca, 20 de noviembre de 2020.

Prof. María del Carmen Trelles, Mgt.
Directora
Revista DAYA Diseño, Arte y Arquitectura
Universidad del Azuay



MANUAL DE OPERACIÓN DE IMPRESORA 3D DE LCD y DE ESPECIFICACIÓN DE ARCHIVOS DIGITALES PARA IMPRESION

Mtra. Lorena Guerrero Morán
Licenciatura en Diseño



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	QUÉ ES LA FABRICACIÓN ADITIVA	2
3.	TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN LCD	2
4.	ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DIGITAL	3
4.1	MODELO DIGITAL 3D	4
4.2	PROCESAMIENTO DEL MODELO 3D	5
4.2.1	DIMENSIONAMIENTO	7
4.2.2	AHUECADO	8
4.2.3	PERFORACIONES	9
4.2.4	POSICIONAMIENTO	11
4.2.5	SOPORTES DE IMPRESIÓN	13
4.2.6	PARÁMETROS DE IMPRESIÓN	14
4.3	GENERACIÓN DE CÓDIGO	15
4.4	FABRICACIÓN DE LA PIEZA	
4.4.1	RECOMENDACIONES GENERALES	16
4.4.2	PARTES DE LA IMPRESORA	17
4.4.3	CHECK LIST DE LA IMPRESORA	18
4.4.4	ENCENDIDO Y PROGRAMACIÓN	20
4.4.5	IMPRESIÓN	21
4.5	POSPROCESAMIENTO	23
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA IMPRESIÓN CON RESINAS FOTOCURABLES	25
6.	RESINAS FOTOCURABLES	27

INTRODUCCIÓN

El presente documento busca ser una guía de referencia rápida para los estudiantes de la Licenciatura en diseño que les permita familiarizarse con el uso de equipos de fabricación aditiva, en particular con el proceso de foto polimerizado con LCD en un equipo Elegoo Mars, y a su vez, conocer los parámetros principales que intervienen en la fabricación de modelos y prototipos con tecnologías de polimerizado de resinas líquidas. Se busca que esta información resulte de utilidad y enriquezca el proceso de diseño y especificación de las propuestas formales que el estudiante desarrolle en los talleres y laboratorios y que este conocimiento se refleje en una mayor viabilidad técnica de las propuestas que desee materializar usando esta clase de tecnologías.

Adicionalmente este manual contiene información sobre los distintos elementos que intervienen en el proceso de fabricación para que el estudiante pueda considerar sus implicaciones en el proceso de fabricación y especificación de los diseños.

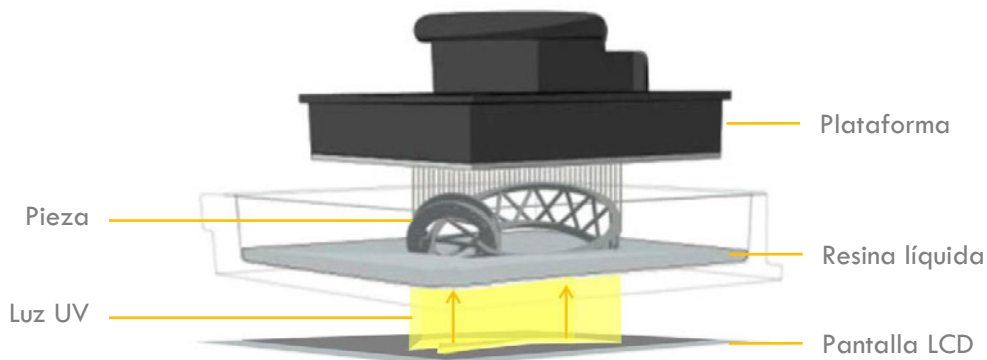
QUÉ ES LA FABRICACIÓN ADITIVA

En términos generales, la fabricación aditiva conocida comúnmente como impresión 3D, es un proceso que permite construir geometrías físicas tridimensionales mediante la adición sucesiva de material a partir de datos obtenidos de modelos digitales tridimensionales.

QUÉ ES LA TECNOLOGÍA LCD

En el caso particular de la tecnología de LCD, la creación de capas de material se consigue a partir de la aplicación selectiva de luz UV a una resina fotocurable que se encuentra en estado líquido y se solidifica al contacto con la luz.

Para este tipo de impresión 3D, se parte de una plataforma que se sumerge en la resina líquida y a medida que la exposición a luz UV, proveniente de una pantalla LCD, solidifica la resina formando una capa, la plataforma va desplazándose hacia arriba para que se repita la operación hasta que la pieza quede conformada.



4. PROCESO DE FABRICACIÓN DIGITAL

Como cualquier proceso de fabricación digital, la impresión 3D es en esencia un proceso de transición de lo digital a lo analógico, es decir la conversión de un modelo virtual tridimensional en un objeto físico tangible. Para lograr esta conversión es necesaria la interacción entre un sistema de Diseño asistido por Computadora (CAD) y un sistema de manufactura asistida por computadora (CAM). Esta sinergia ha sido descrita en el modelo propuesto por Ford (2016) para la fabricación digital el cual se puede resumir de la siguiente manera:

1. Generación del modelo virtual del objeto a fabricar mediante el uso de un sistema CAD.
2. Procesamiento de la información tridimensional del modelo virtual para su deconstrucción en una serie de especificaciones más simples que puedan ser procesadas para su fabricación. En el caso de la fabricación aditiva este proceso es coloquialmente conocido como "Slice" (rebanado) que consiste en la deconstrucción del modelo tridimensional en una serie de capas delgadas que se fabricarán una a una para la construcción física del modelo.
3. Una vez que conocemos cada una de las capas que conformarán el modelo estas deben procesadas por un sistema CAM que se encargará de convertirlas de una especificación de diseño (CAD) en una serie de instrucciones que el equipo de control numérico (CNC) encargado de la fabricación deberá seguir para lograr la fabricación del objeto
4. Finalmente, las instrucciones generadas en el sistema CAM se alimentan en un equipo CNC, en éste caso, la impresora Elegoo Mars, que convertirá esta información en señales electrónicas que serán ejecutadas por una serie de arreglos electromecánicos que realizarán la fabricación del modelo.
5. De forma complementaria, para el proceso de impresión 3D con tecnología LCD, es necesario una última etapa de post procesamiento del modelo para lograr su óptimo desempeño mediante algunas acciones manuales que complementan la fabricación digital.

4.1 MODELO DIGITAL 3D

Como hemos señalado el punto de partida de cualquier proceso de fabricación digital es la especificación formal digital de la forma que deseamos fabricar. Para los procesos de fabricación aditiva esta especificación es un modelo virtual tridimensional, el cual puede ser generado en una gran diversidad de programas CAD. Existe una gran variedad de programas de modelado tridimensional sin embargo dada la naturaleza del proceso de fabricación que se ha de seguir, se considera altamente deseable que este modelo sea generado en programas cuyo principio de funcionamiento sea el **modelado por construcción geométrica de sólidos o CSG** por sus siglas en inglés, la principal ventaja que estos programas nos ofrecen, es que los modelos generados cuentan con la congruencia geométrica requerida para su posterior procesamiento en los sistemas CAM, a diferencia de los programas de modelado por superficies, los modelos no suelen presentar problemas de huecos o espacios de superficies invertidas que en muchos casos, se convierten en errores en las instrucciones de fabricación o eventualmente hacen imposible obtener el código de fabricación con un sistema CAM.

ESPECIFICACIONES GENERALES:

A continuación ofrecemos una lista de requerimientos generales que nos permitirán garantizar que el modelo obtenido se ajuste de forma adecuada a la especificación formal digital:

- El archivo digital debe guardarse en **formato STL** -estereolitografía, pues es el que suele presentar la mayor compatibilidad con los sistemas CAM.
- El diseño/modelado debe estar en tamaño real.
- El modelo será un sólido, evitando en lo posible el modelo por superficies, como veremos más adelante es posible ajustar un espesor de pared a un modelo sólido en caso de ser necesario, sin embargo en muchos casos los modelos de superficie no podrán ser modificados para generar paredes o zonas de espesor variable.
- En los modelos tridimensionales una unidad de dibujo corresponde a un milímetro.
- El modelo debe contener una sola pieza, en caso de que el diseño requiera diversas partes, estas deberán suministrarse en archivos por separado.

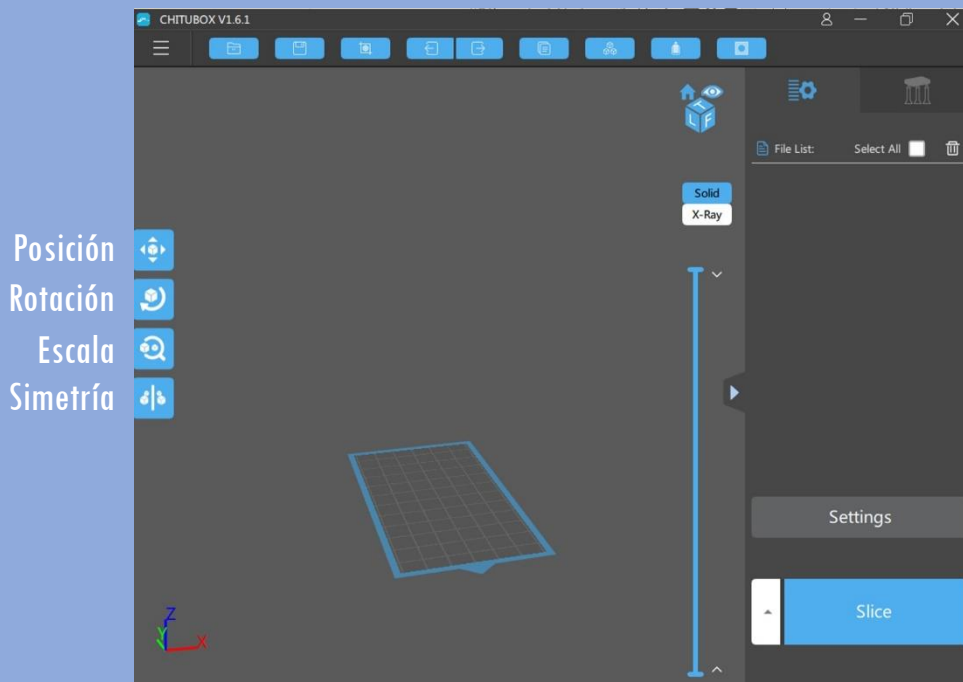
4.2 PROCESAMIENTO DEL MODELO 3D

Una vez que contamos con el modelo 3D en el formato y con las características adecuadas para su procesamiento, es necesario convertir este modelo en las instrucciones necesarias para que el equipo CNC realice la fabricación del mismo. Esta tarea que comprende el segundo y tercer paso del modelo general de fabricación digital, se realiza empleando un programa de computo CAM.

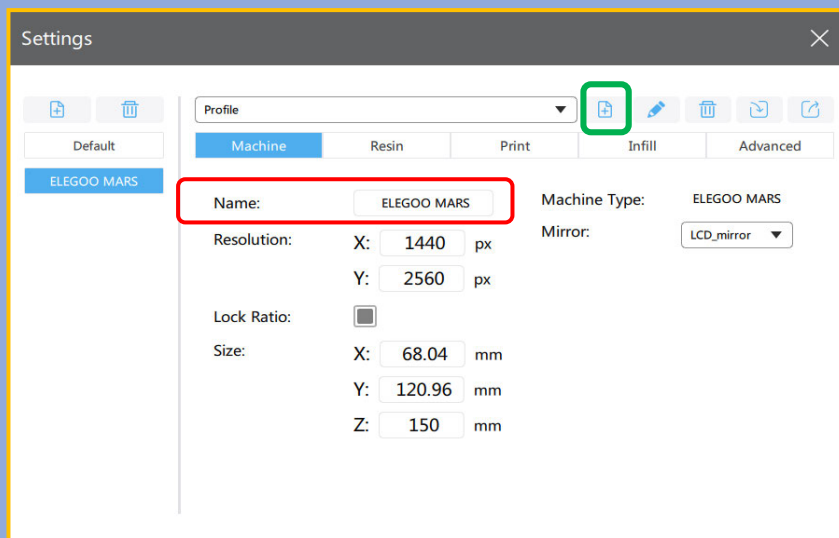
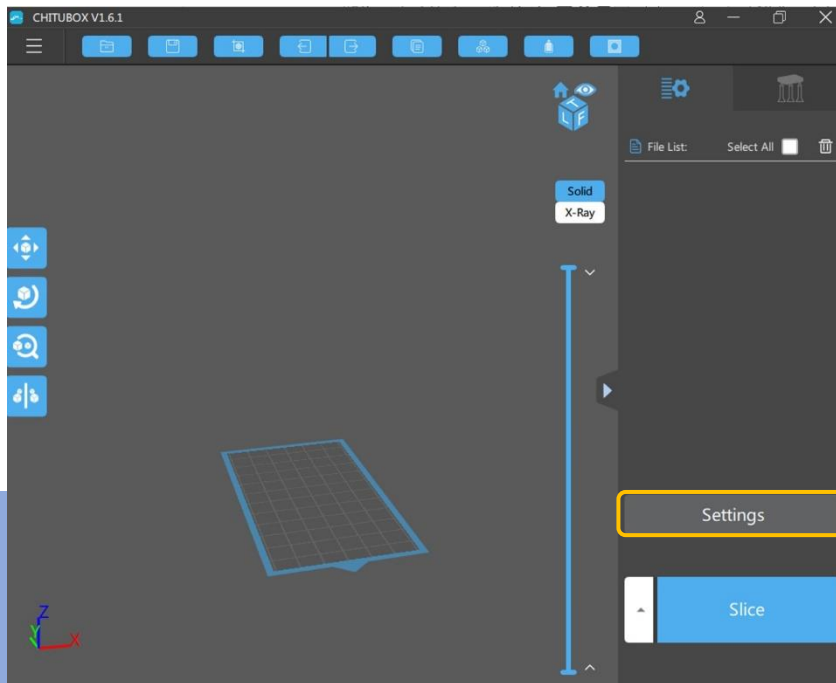
En primera instancia, el modelo se dividirá en secciones horizontales bidimensionales, posteriormente, se generarán las instrucciones adecuadas para que la maquina realice la fabricación de estas capas de acuerdo a los parámetros establecidos por el usuario, tales como: la altura de la capa, tiempo de exposición, inclusión de soportes, entre otros. Finalmente, estas instrucciones se compilan y se genera un archivo digital con las instrucciones de fabricación que serán ejecutadas por la impresora 3D.

En el caso de la impresora Elegoo Mars ambas tareas se ejecutarán en el software Chitubox V1.6.1®, el cual nos permitirá hacer el “rebanado” del modelo así como la generación del código de fabricación.

Pantalla de inicio



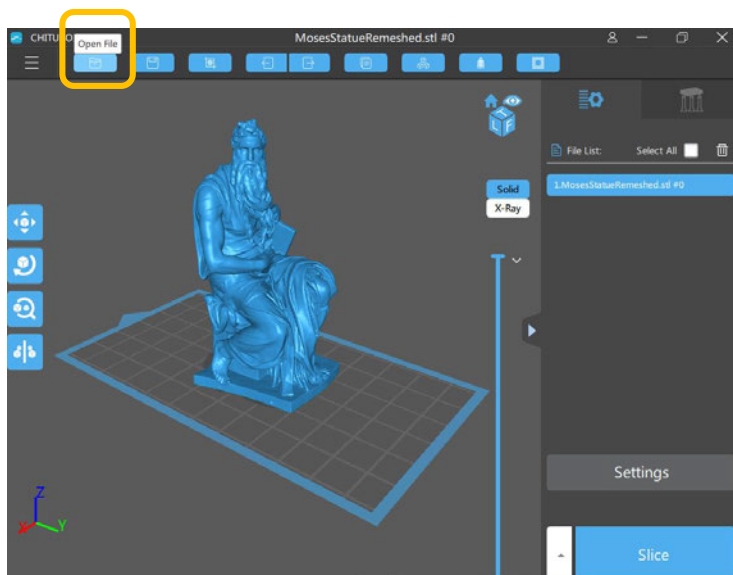
Antes de abrir nuestro archivo, **debemos configurar éste software** con las pre-configuraciones necesarias para la impresora que estamos usando. Para esto, primero debemos desplegar la ventana “Settings” y asegurarnos que la impresora seleccionada sea la **Elegoo Mars**. En caso de no ser así, podemos agregar el perfil con la función **“Add new profile”** y seleccionar el modelo de nuestra impresora de la lista.



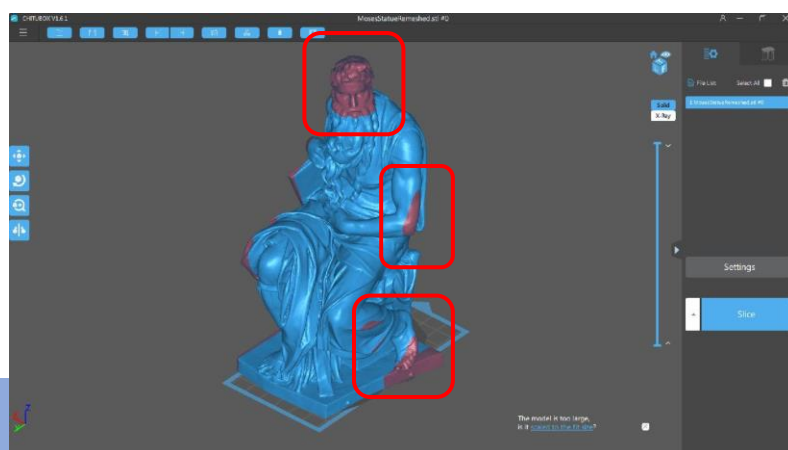
4.2.1 DIMENSIONAMIENTO

Para comenzar, abrimos nuestro archivo en el programa, seleccionando el primer icono del menú superior  “Open File”.

Como se menciona con anterioridad, se recomienda el uso de los archivos en formato *.stl ,sin embargo, este software es compatible también con el formato *.obj.




Y nos aseguramos que cuente con las dimensiones adecuadas, en caso de que éste exceda el tamaño del área útil de la impresora, el programa sombreada de **rojo** las partes de modelo que se encuentran fuera del área de trabajo.



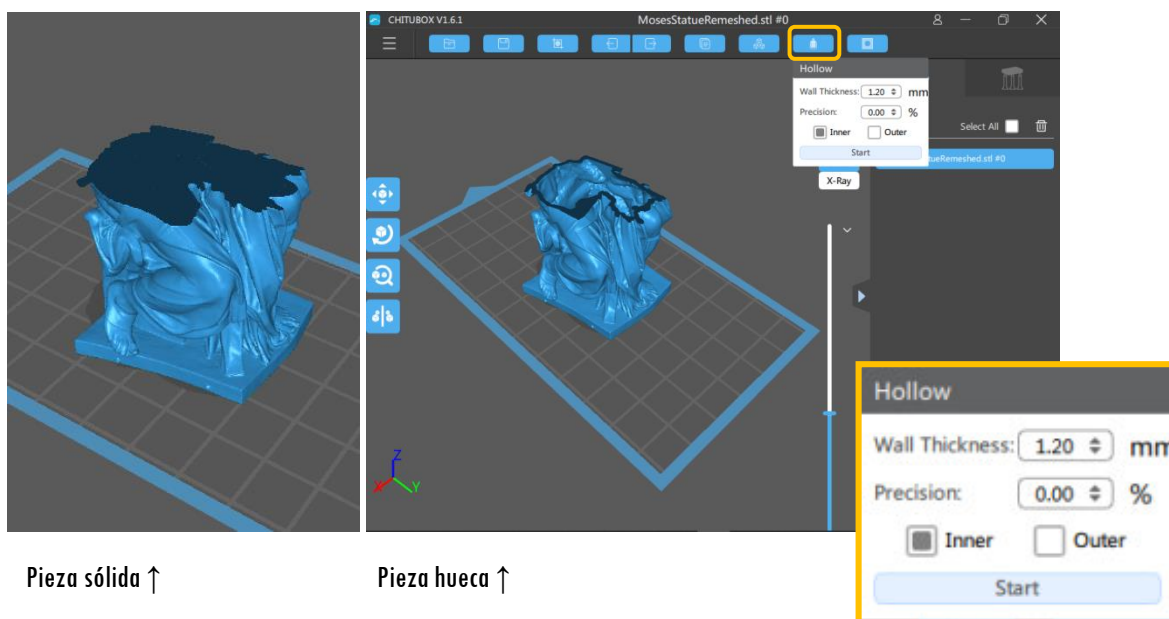
Importante:

Si el modelo no cuenta con las dimensiones deseadas, es preferible realizar las modificaciones necesarias en el software CAD de origen y exportar de nuevo el modelo.

4.2.2 AHUECADO

Una vez que hemos importado nuestro modelo, debemos considerar que por defecto, será considerado por el programa como una pieza sólida. Para que el programa cree un modelo hueco de nuestra pieza, emplearemos la función “Hollow” ubicada en el menú superior 

Una vez desplegada la función, podremos introducir el valor del espesor de pared que deseamos para la pieza -Wall Thickness- y seleccionamos -Inner- para que la impresión conserve las dimensiones definidas en el modelo digital.

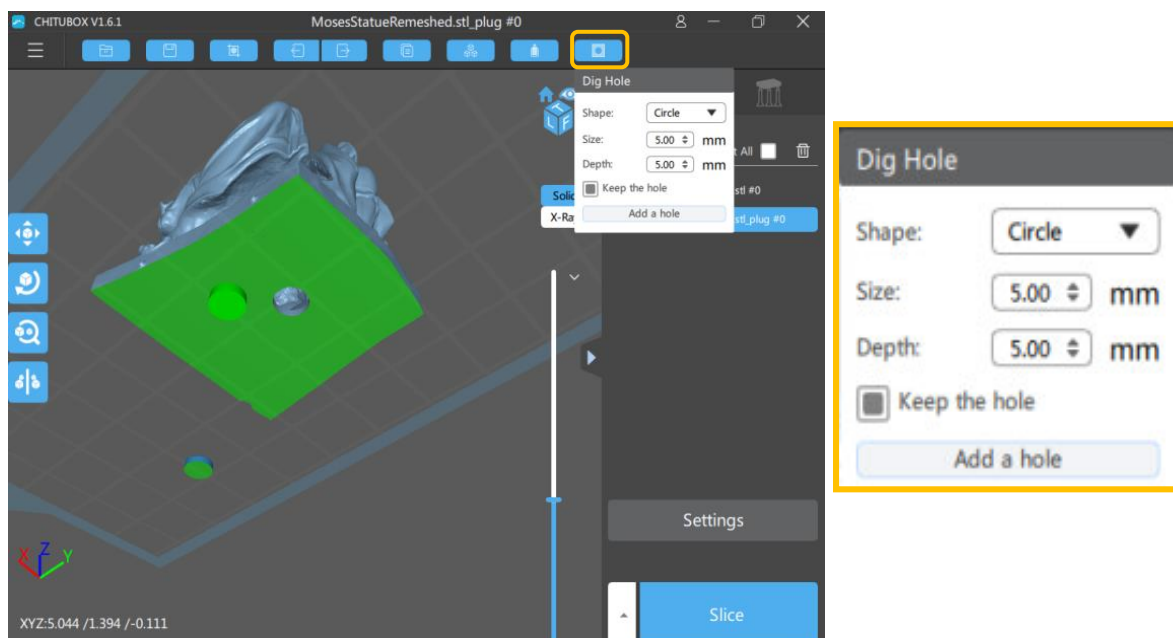


Es conveniente generar un modelo hueco, porque contribuye a reducir el consumo de material de fabricación, y también, porque un modelo con una pared de 1 mm a 2 mm nos dará la resistencia mecánica necesaria para la evaluación de casi cualquier forma que nos encontremos desarrollando, quizá la única excepción donde valdría la pena considerar la fabricación de un modelo completamente sólido, es cuando se trata de piezas o componentes mecánicos que formarán parte de un mecanismo y estarán sometidas a esfuerzos permanentes.

Para modelos de visualización se recomienda trabajar con un espesor de pared entre 1 y 2 milímetros.

4.2.3 PERFORACIONES

El siguiente paso, será realizar una serie de perforaciones en la base del modelo, por las cuales pueda ser desalojado el material que eventualmente quedaría atrapado en el interior de la pieza durante la impresión. Debemos recordar que la fabricación se realizará mediante la solidificación de las capas sucesivas, por lo que la resina que no se solidifica y queda al interior del modelo no tendrá por donde salir.

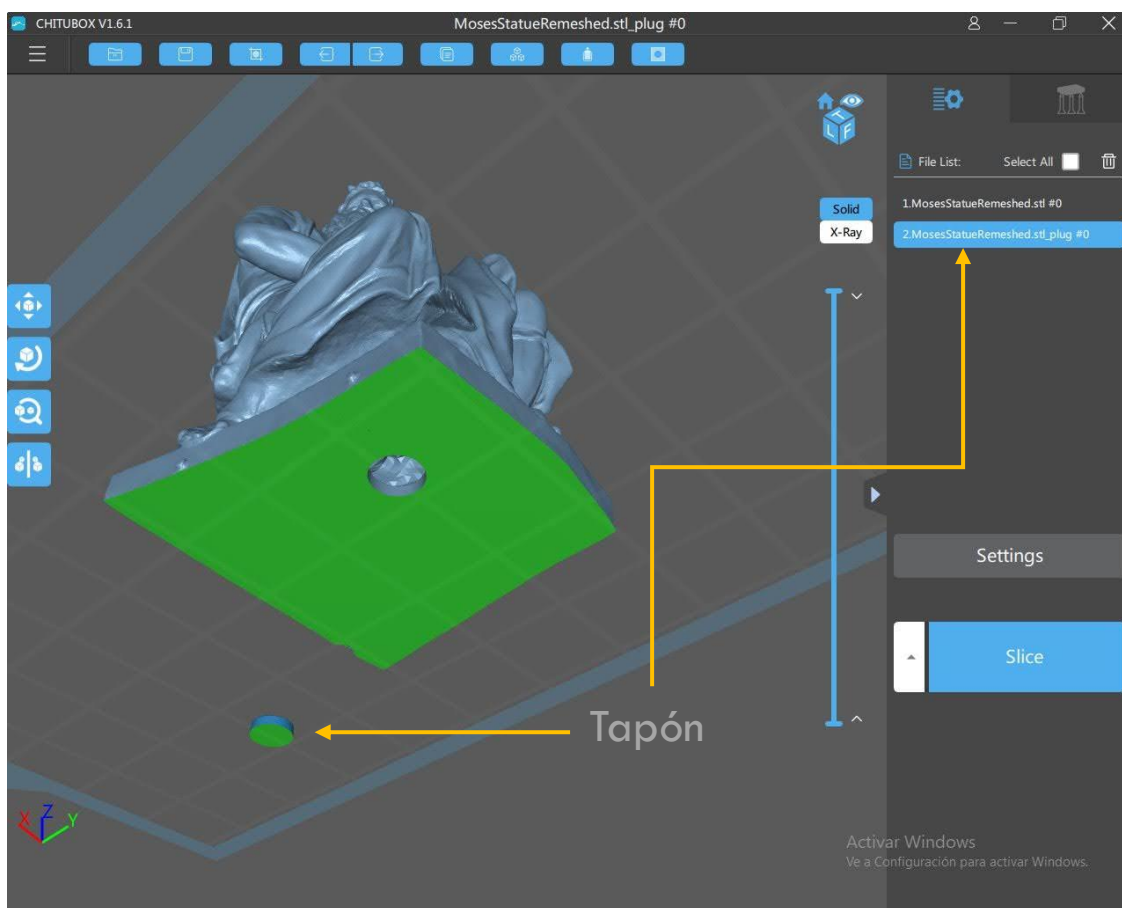


Para realizar las perforaciones utilizaremos la herramienta “Dig Hole” que se encuentra en el menú superior 

Una vez desplegada la herramienta, seleccionaremos la forma, tamaño y profundidad –*Shape, Size, Depth*– de las perforaciones que deseamos realizar y las cuales deberán ser proporcionales al tamaño de nuestro modelo.


Debemos cuidar que la profundidad sea la necesaria para atravesar la parte inferior del modelo, se recomienda realizar al menos dos perforaciones, para que al drenar la resina interior, contemos con otra perforación que permita la entrada de aire al interior del modelo y que por tanto, el desalojo del material se realice con facilidad. Para realizar la perforación seleccionamos “Add a hole” y posteriormente, de forma manual indicamos la ubicación en la parte inferior del modelo (área verde de la imagen) y hacemos click derecho, es necesario repetir esta secuencia por cada perforación.

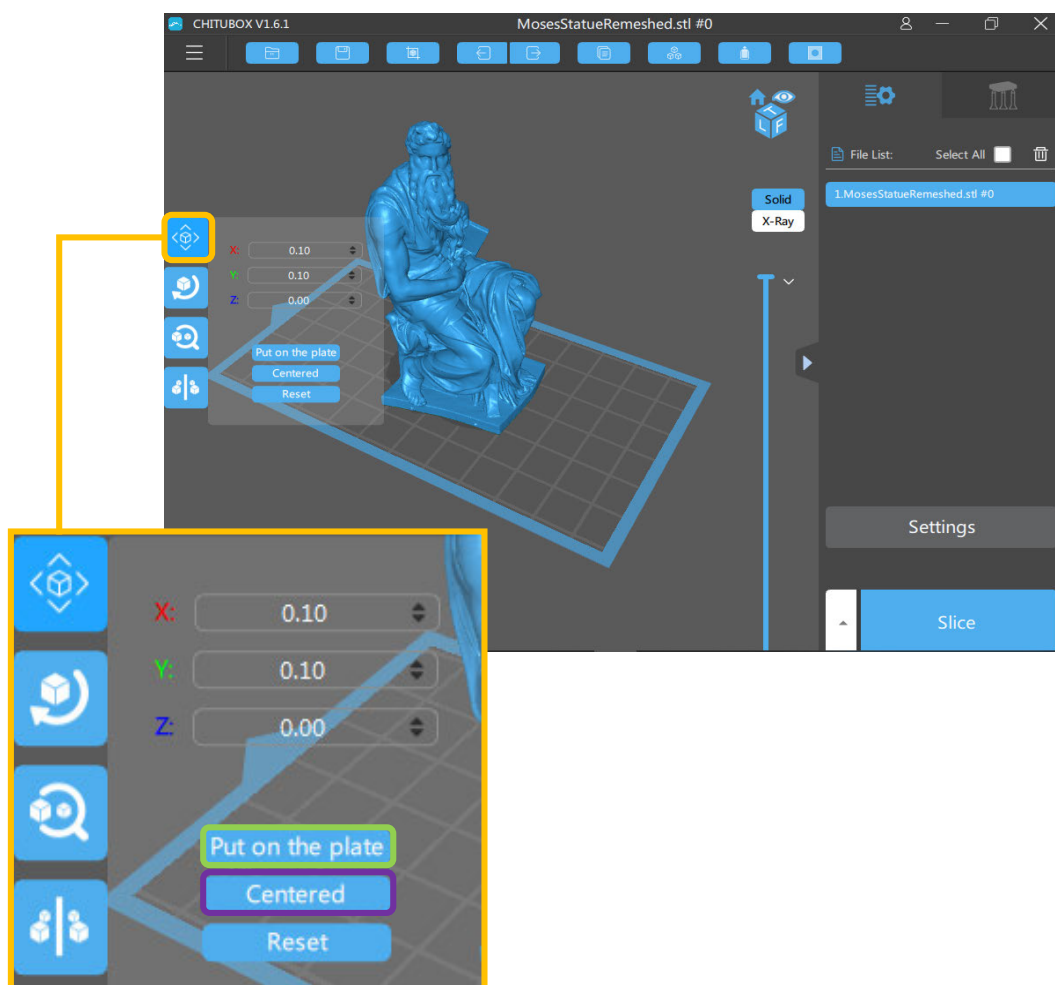
De forma automática, el programa nos genera una pieza equivalente a un tapón para cada perforación realizada, sin embargo, ya que en raras ocasiones son utilizados estos tapones, se sugiere eliminarlos del archivo de trabajo. Para hacerlo, solo debemos seleccionar en la lista lateral las piezas que presentan el subíndice “_plug” y eliminarlos de la lista con la función borrar o bien podemos simplemente seleccionarlos directamente en la pantalla y presionar la tecla “suprimir”.



4.2.4 POSICIONAMIENTO

Una vez que nuestro modelo es hueco y cuenta con las perforaciones para desalojar el material del interior, procedemos a colocarlo en la posición adecuada para su fabricación.

El primer paso, consiste en seleccionar la herramienta de posicionamiento  ubicada en el menú lateral y aplicar las funciones **“Put on the plate”** y **“Centered”** para garantizar que el modelo se encuentra al centro de la plataforma de impresión y apoyado sobre la superficie de la misma.



Recordemos que el proceso de fabricación del modelo se realiza de forma inversa, comenzando por la parte más alta del modelo y culminando en la base ubicada sobre la plataforma de impresión. Por ésta razón y de acuerdo a pruebas de impresión realizadas previamente, se considera que la mejor forma de optimizar éste proceso, es elevando el modelo de la superficie 5 mm y posteriormente, darle una inclinación entre 15° y 30° sobre la vertical absoluta del modelo.

Para hacerlo, seleccionamos la herramienta de posicionamiento e introducimos el valor de 5 en el recuadro de "Z".

Después, seleccionamos la herramienta de giro del menú lateral e introducimos un valor entre 15 y 30 en el recuadro de "X".

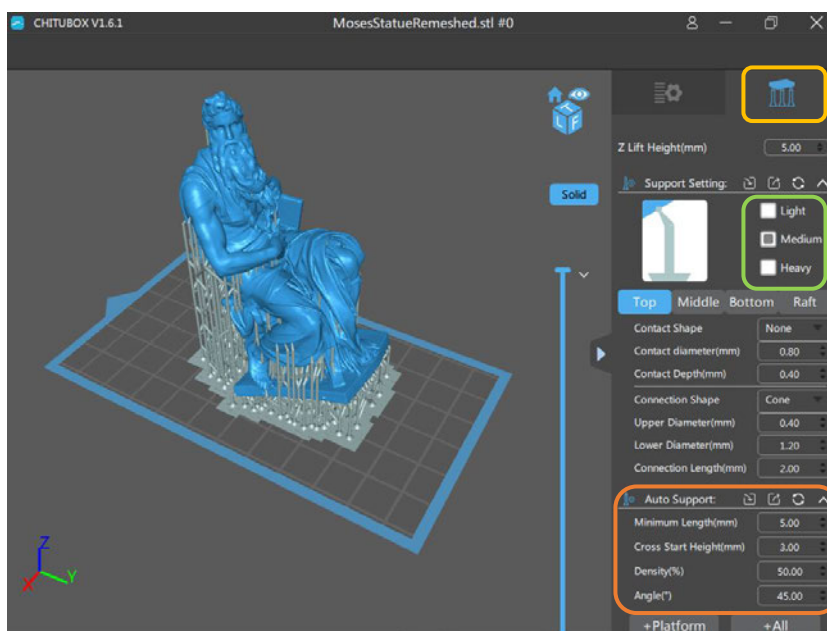


Esta acción permite evitar que la unión del modelo con la base sea un área excesivamente grande que dificulte su posterior procesamiento y el ángulo de salida, nos permite generar capas de construcción que no se encuentran alineadas a 90° con la altura del modelo, lo que ofrece al modelo una mejor resistencia mecánica, pues genera un área de contacto mayor entre capas y permite que la unión de las capas presente una resistencia axial a los esfuerzos a los cuales puede ser sometida la pieza terminada.

4.2.5 SOPORTES DE IMPRESIÓN

Una vez que nuestro modelo se encuentra correctamente ubicado en la plataforma de impresión, el siguiente paso consiste en adicionar los soportes necesarios para garantizar la correcta fabricación de la pieza.

Seleccionamos la herramienta **“Support Setting”** ubicada en la columna de trabajo de la derecha. Una vez desplegada, podemos agregar de forma automática los soportes requeridos, eligiendo entre tres tipos de soporte: **“Light”, “Medium” y “Heavy”**. En todos los casos, el programa agregará los soportes necesarios y la diferencia reside en el tamaño y cantidad de los mismos, mientras la opción **“Light”** agrega un numero importante de soportes, estos son de un diámetro y tamaño pequeño; mientras que la opción **“Heavy”** nos genera la menor cantidad posible de soportes, estos son de un tamaño mayor y con puntos de unión más grandes. Para la mayoría de los casos sugerimos usar la opción **“Medium”** para lograr un equilibrio entre la cantidad y el tamaño de los soportes.



En la parte inferior del panel, en la sección **“Auto Support”** podemos ajustar la cantidad de soportes con la opción **“Density”**; un valor entre 40% - 60% será suficiente para la mayoría de los modelos dependiendo de sus características formales. Una vez que hemos seleccionado estos parámetros, solo debemos hacer click en la opción **“+All”** y los soportes se generarán de forma automática y aparecerán en pantalla en un color gris cálido.

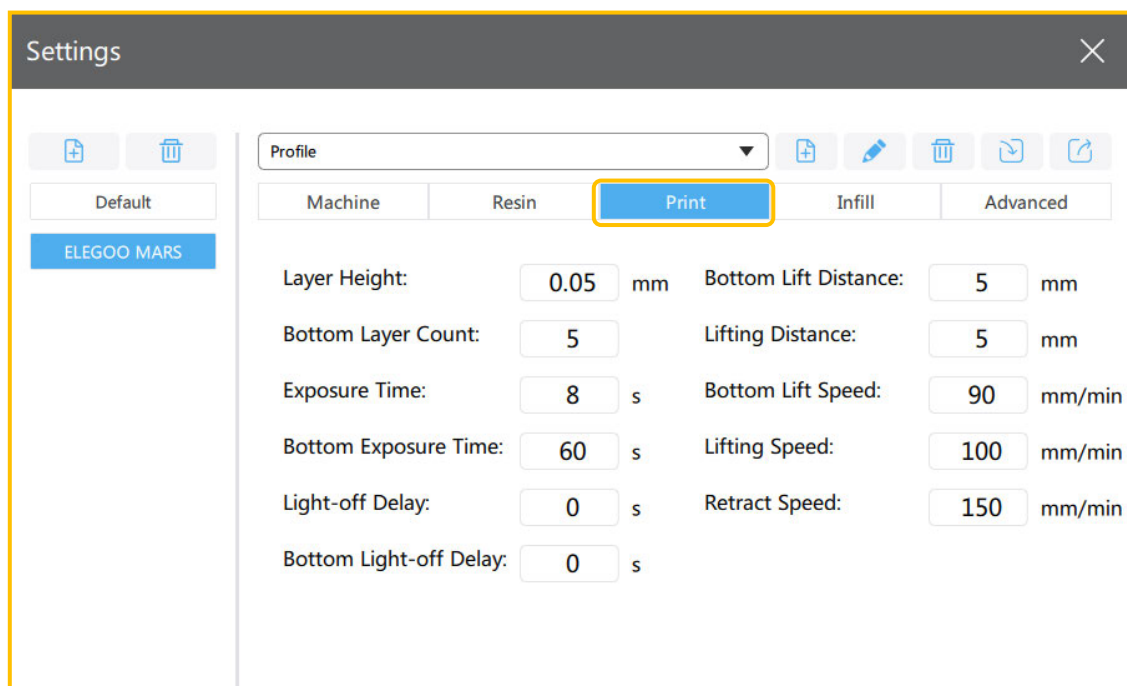
*Una vez que el usuario acumule experiencia, puede agregar de forma manual los soportes y reducir significativamente el consumo de material.

4.2.6 PARÁMETROS DE IMPRESIÓN

Para ajustar los parámetros propios de la impresión, debemos ingresar al panel de “Settings” donde verificamos que tenemos seleccionado el modelo de nuestra impresora Elegoo Mars y nos dirigimos a la tercera pestaña del panel “Print” y en ella indicaremos los parámetros de impresión.

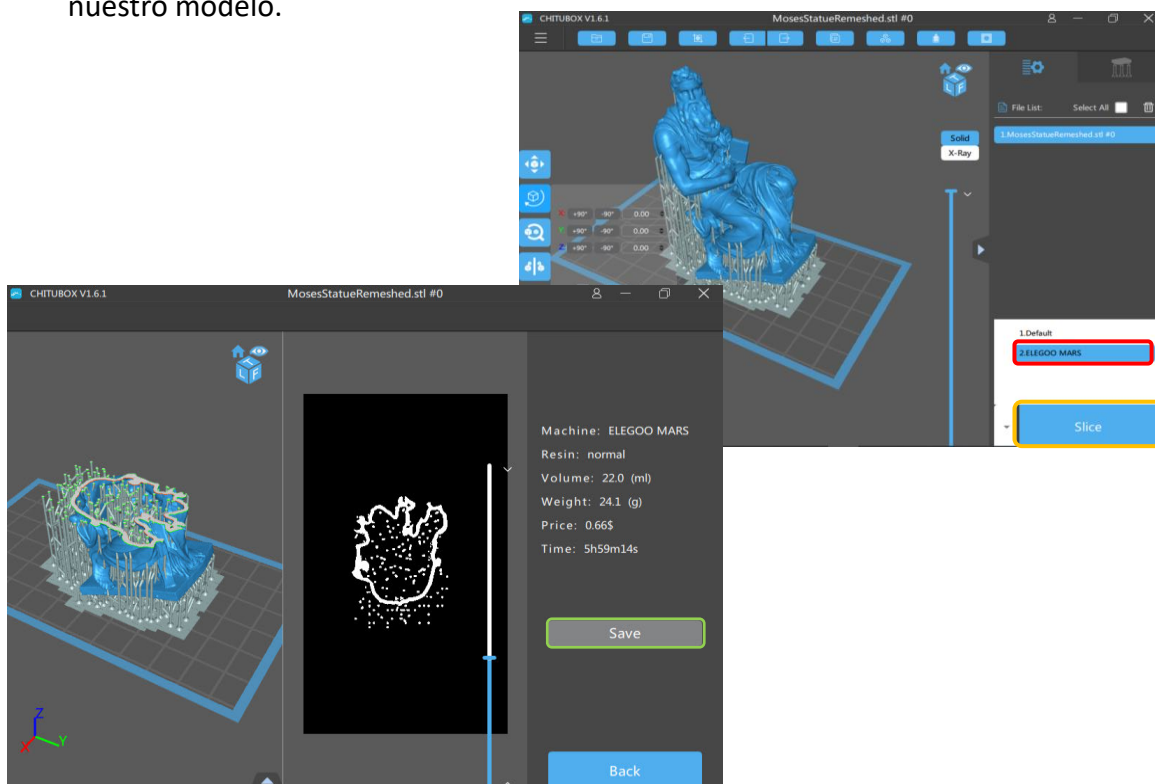
Se sugiere en principio, usar los parámetros como se muestran en la imagen adjunta para realizar una impresión de muy buena calidad con un tiempo de fabricación bastante aceptable.

Una vez que el usuario acumule la suficiente experiencia puede comenzar a probar con diferentes parámetros de impresión, es importante considerar que, a menor altura por capa tendremos un modelo más detallado pero que también requerirá una mayor cantidad de capas, un factor que también se debe considerar, es que incrementar el tamaño de capa requiere un incremento directamente proporcional en el tiempo de exposición pues a mayor cantidad de resina por capa se requiere mayor tiempo de exposición a la luz UV para garantizar la correcta solidificación de la pieza.



4.3 GENERACIÓN DE CÓDIGO

Cuando hemos ajustado todos los parámetros, finalmente procedemos a generar el archivo para la impresión con la opción “Slice”. Es importante cuidar que al hacer *click* sobre la pestaña lateral observemos que se encuentra seleccionada la opción de nuestra impresora para que el código generado sea el adecuado, una vez verificado esto, hacemos *click* sobre la pestaña “Slice” y esperamos a que nuestra computadora genere el código de fabricación de nuestro modelo.



Cuando el programa termina de generar nuestro código, nos aparecerá una ventana dividida en tres secciones: la sección de la izquierda, presenta la visualización del modelo, la sección central, nos mostrará una simulación bidimensional de cada una de las capas que se fabricarán y la sección derecha, nos ofrece la opción de guardar el código generado, ésta es la opción que utilizaremos para guardar nuestro código en una memoria USB, que después llevaremos al equipo de impresión.

El archivo resultante tendrá la extensión “*.bddlp” y lo guardaremos en nuestra memoria USB, misma que ingresaremos en el panel posterior de nuestra impresora.

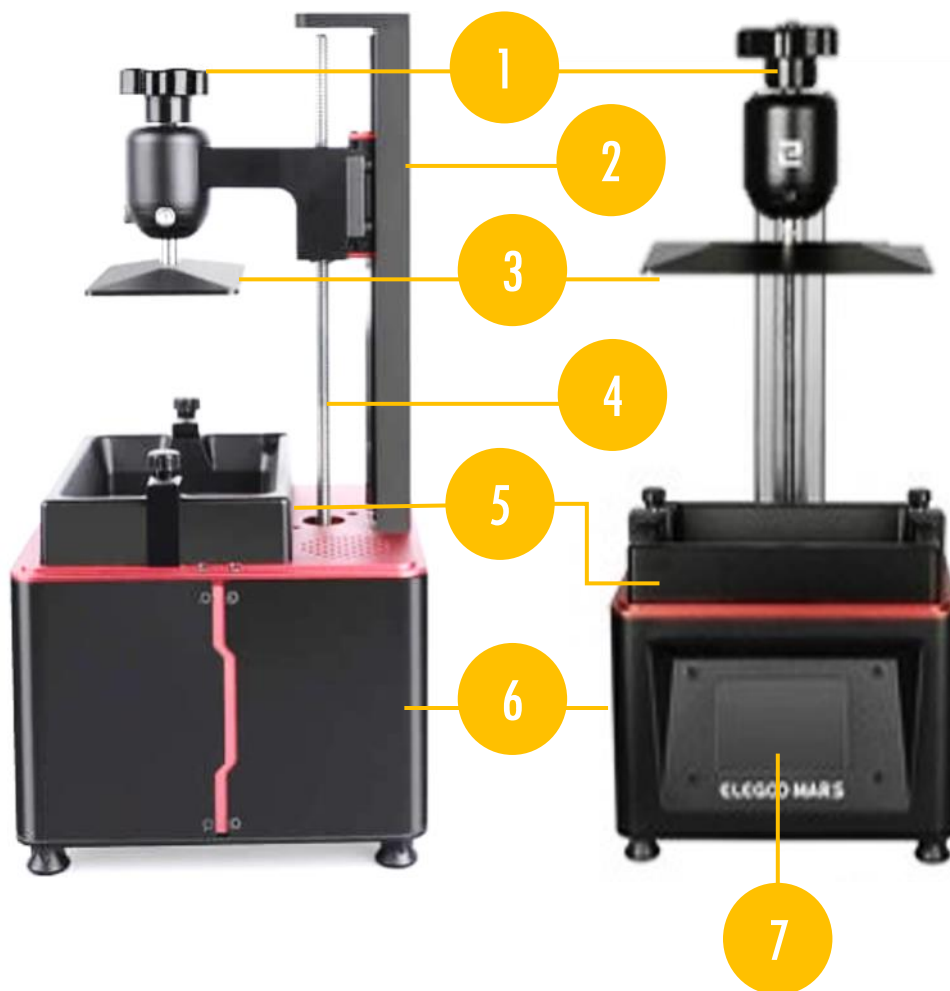
4.4 FABRICACIÓN DE LA PIEZA 3D

Para proceder a la fabricación de la pieza 3D y completar el cuarto paso de nuestro modelo de fabricación digital, es importante considerar las siguientes recomendaciones antes de iniciar:

1. Colocar nuestra impresora en una superficie plana, firme y nivelada. Debemos considerar que nuestro material se encuentra en estado líquido y por tanto puede derramarse, si el equipo no se encuentra asentado adecuadamente.
2. Contar con el equipo de protección requerido y colocárnoslo apropiadamente durante todo el proceso de fabricación: guantes, lentes de seguridad y cubrebocas.
3. Conectar nuestro equipo en una toma eléctrica aterrizada de 120V, cualquier variación en el suministro de energía afectará la fabricación de nuestra pieza o bien puede dañar el equipo.
4. Debemos considerar el tiempo estimado de fabricación, pues una vez iniciada la impresión, no se recomienda interrumpirla. Es necesario considerar en el cálculo del tiempo, los pasos de limpieza del equipo y post procesamiento que requiera nuestro modelo.

Si es la primera vez que utilizamos nuestro equipo será importante considerar que previamente debió nivelarse la cama de impresión, esta tarea debe ser realizada por un técnico o responsable del manejo del equipo.

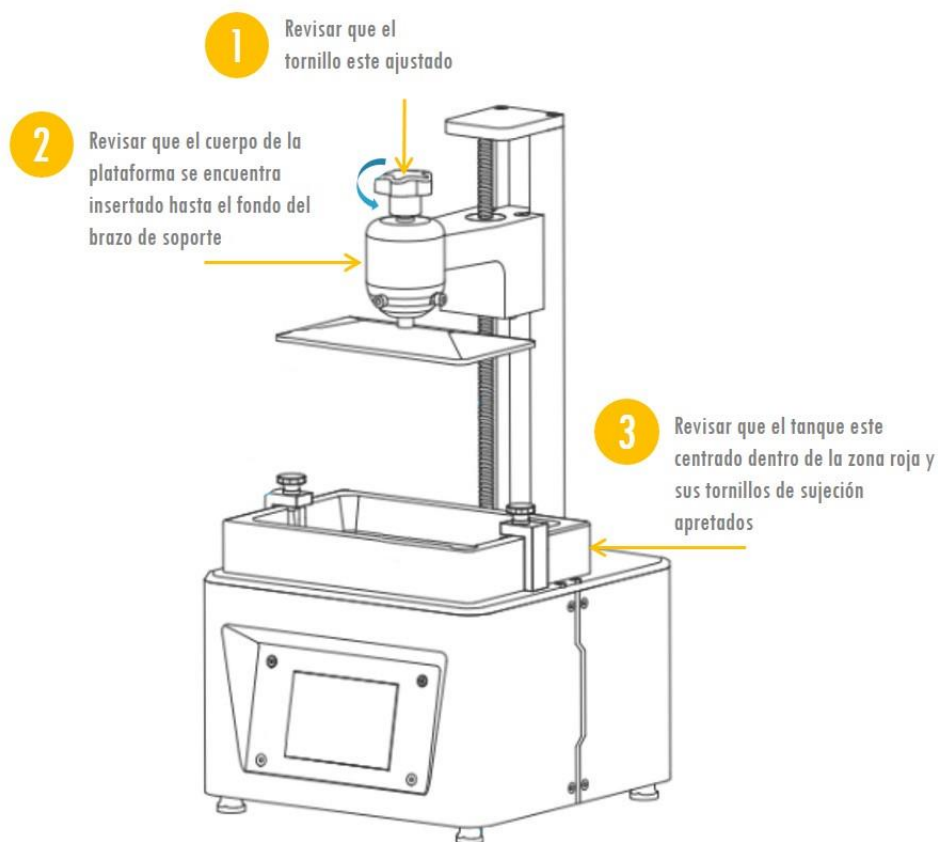
4.4.2 PARTES DE LA IMPRESORA



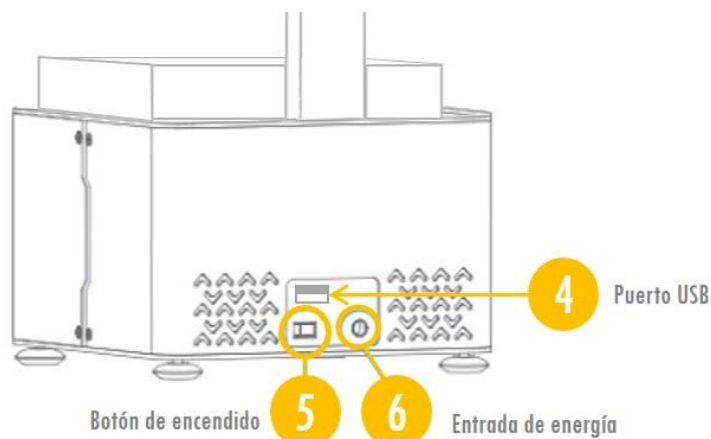
1. Tornillo sujetador de plataforma de impresión.
2. Brazo sujetador de plataforma.
3. Plataforma de impresión.
4. Eje Z.
5. Tanque de almacenamiento de resina.
6. Cuerpo principal de la impresora.
7. Pantalla táctil.

4.4.3 CHECK LIST DE LA IMPRESORA

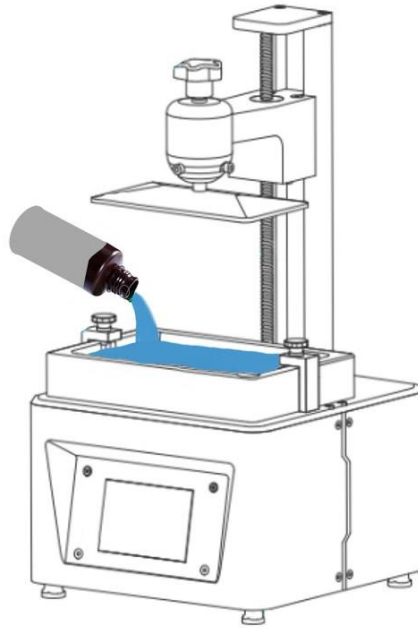
Antes de iniciar la impresión debemos realizar una revisión rápida de algunos elementos para corroborar que se encuentran bien puestos y sujetos:



En seguida, procedemos a poner la memoria USB que tiene el archivo en el puerto USB y encendemos el equipo. Ambos elementos se encuentran en la parte posterior del cuerpo de la impresora.



Una vez encendido el equipo, observamos que éste haya iniciado correctamente, iluminándose la pantalla táctil que deberá mostrarnos el menú de inicio.



Antes de continuar procederemos a colocar la resina líquida en el tanque de impresión, para esto utilizaremos la resina adecuada según el proyecto que estemos realizando. En cualquier caso, antes de verter la resina y mientras se encuentra en su recipiente perfectamente cerrado, la agitaremos vigorosamente para integrarla de forma adecuada.

Se recomienda que el llenado del tanque se realice en este momento, cuando ya hemos ajustado nuestra máquina y no tendremos que moverla, así minimizamos el riesgo de derramar accidentalmente la resina.

El vertido de la resina debe hacerse de forma lenta y constante hasta llenar únicamente $\frac{3}{4}$ partes del tanque, es importante no llenar el tanque encima de este nivel, pues corremos el riesgo de que al ingresar la plataforma de impresión en el tanque, se derrame por encima del borde. Igualmente importante es, no realizar trabajos de impresión con un nivel bajo de resina pues corremos el riesgo de agotar la reserva de resina y que la pieza no se fabrique completa y que esto pueda dañar nuestro equipo.

Una vez que hemos llenado el tanque esperaremos entre 5 – 10 minutos antes de continuar para dar oportunidad a que las burbujas que se hayan formado durante el vertido de la resina, puedan salir a la superficie y evitar huecos en nuestro modelo por aire atrapado en la resina.

4.4.4 ENCENDIDO Y PROGRAMACIÓN

Transcurrido el tiempo de espera, iremos a la pantalla principal de nuestra impresora, en el menú inicial presionamos la opción “Print” para ingresar al menú de impresión.



En el menú “Print” nos aparecerá una lista con los archivos y carpetas disponibles en nuestra memoria USB. Se recomienda guardar tu archivo directamente en la raíz de la memoria, para localizarlo fácilmente y que el nombre sea único y te permita identificar la pieza a imprimir fácilmente. Con las flechas arriba y abajo te puedes desplazar entre los archivos y seleccionar el que deseas imprimir presionando en la pantalla el **icono de tu modelo** - además del nombre aparecerá una miniatura del modelo.



Seleccionado nuestro modelo, la pantalla nos mostrará el nombre del archivo, una pre visualización del mismo y tres botones: 1. Eliminar, 2. Correr y 3. Regresar.

4.4.5 IMPRESIÓN

En el caso de que tengamos todo listo y el archivo sea el correcto, colocamos la cubierta plástica de la impresora y una vez cerrada el área de impresión presionamos “correr” y la impresión iniciara en breve. Es importante que antes de iniciar la impresión realicemos una última verificación para comprobar que nuestro equipo se encuentra listo, tiene el material necesario, no existen obstáculos que impidan el libre movimiento de las partes mecánicas y que contamos con el tiempo requerido para completar el proceso de fabricación.

Cuando el proceso de fabricación se inicia, la parte inferior de la pantalla nos mostrará el tiempo calculado de la impresión, al igual que el número de capas y porcentaje de avance que lleva hasta el momento.

La impresión se lleva prácticamente de forma automática de principio a fin, si después de unos minutos no observamos ningún inconveniente, es altamente probable que no sea requerida nuestra intervención hasta terminar el proceso.

En cualquier caso, se recomienda estar atentos al proceso de fabricación e ir verificando el porcentaje de progreso del mismo.



Completada la impresión, el equipo moverá la base de impresión a la posición más alta, exponiendo por completo las piezas terminadas.

Esperamos un lapso de 5 minutos para que el exceso de resina pueda caer de nuevo en el contenedor y evitar derrames fuera de la maquina.



Concluido el proceso de impresión, retiramos la cubierta plástica superior y la colocamos de forma segura en una mesa, posteriormente aflojaremos el tornillo superior que fija la plataforma de impresión hasta que esta quede libre y con mucho cuidado la retiramos de la maquina.



Con la plataforma de impresión libre dejaremos unos momentos la plataforma sobre una servilleta o papel para que caigan las gotas de resina que aún puedan permanecer, después con ayuda de una cuña de plástico procedemos a despegar las piezas de la base con cuidado de no dañarlas.



4.5 POSTPROCESAMIENTO

- Después que retiramos la pieza de la plataforma, debemos sumergirla en alcohol isopropílico, de ser posible, sumergirla completamente y agitar el recipiente para que la resina excedente sea retirada del modelo.
- Dejamos reposar la pieza en el alcohol alrededor de 15 minutos.
- De forma paralela, realizamos la limpieza de la plataforma, para lo cual emplearemos alcohol en aerosol y una toalla de papel hasta retirar todos los residuos de resina que se encuentren adheridos a la plataforma y todas las partes que la conforman. Una vez que la plataforma se encuentre limpia, la colocamos sobre una servilleta de papel limpia hasta que la reincorporemos al equipo.
- El siguiente paso, será enjuagar la pieza en agua corriente hasta retirar el exceso de alcohol y resina que aún pueda permanecer en la pieza. La dejamos escurrir por unos minutos y seguidamente, se recomienda colocarla bajo la luz de una lámpara UV por un periodo de 1 a 2 horas para terminar el proceso de curado de la resina UV. En caso de no contar con una lámpara UV, la pieza se puede exponer a la luz del sol por un periodo similar.



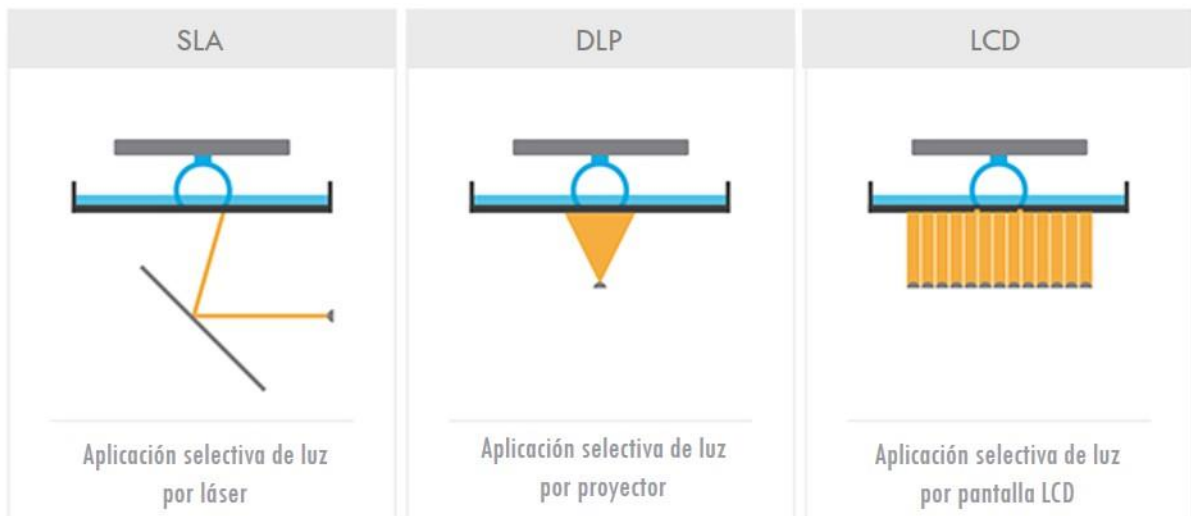
- Concluida la impresión, se debe retirar de la tina la resina sobrante y devolverla al recipiente hermético, cuidando que no se introduzca ningún agente contaminante como polvo o pedazos de resina solidificada. Para hacer esto, se aflojan los tornillos laterales de la tina y una vez retirada, apoyándonos con un embudo vertemos la resina por una de las esquinas hacia el recipiente, en caso necesario, se puede emplear un filtro de papel para pintura para retirar cualquier elemento extraño de la mismas. La tina vacía se limpiará con alcohol isopropílico y toallas de papel, cuidando no dañar la malla de revelado inferior.
- Es muy importante cuidar que no existan escurrimientos en la parte inferior de la tina, pues al exponerse a la luz UV ésta se solidificará y podría causar que la tina se adhiera a la fuente de luz UV de la maquina y dañarla o afectar su optimo rendimiento.
- Después que las piezas se han expuesto a la luz complementaría, se deben retirar los soportes y la base de impresión empleando unas pinzas de corte o una tijeras. Las piezas se pueden lijar, pintar o aplicar acabados para modificar su apariencia o tacto.
- Finalmente, concluido el proceso de fabricación y limpieza del equipo, se deberá instalar de nuevo la plataforma, tina y cubierta plástica para proteger todas sus partes y evitar que el polvo ingrese en el área de impresión.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA IMPRESIÓN CON RESINAS FOTOCURABLES

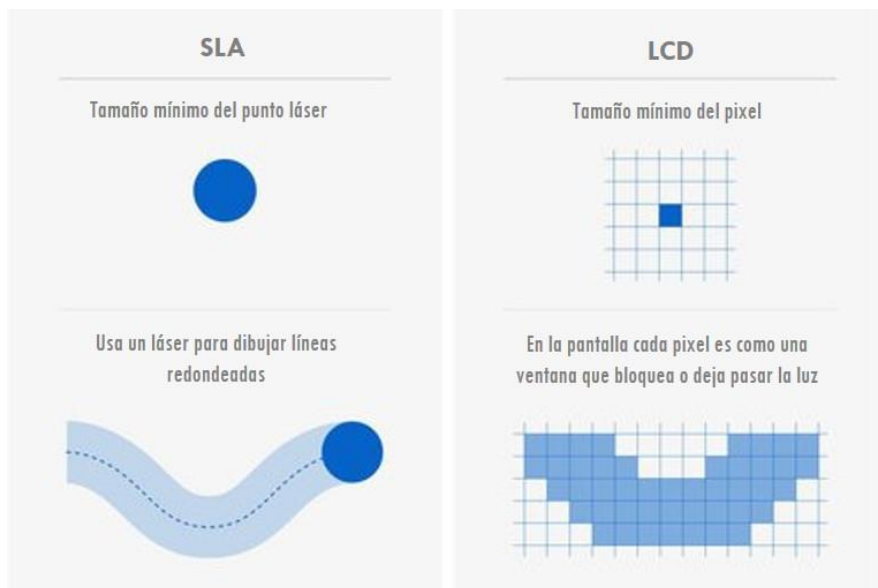
La impresión 3D con resinas fotocurables se realiza con base en 3 tecnologías principales: SLA, DLP y LCD.

La principal diferencia entre éstas tecnologías es la fuente de luz empleada para solidificar la resina:

- **La estereolitografía o SLA**, utiliza un láser dirigido por galvanómetros para curar la resina. Los galvanómetros son como espejos que se emplean para guiar el rayo láser a través del fondo transparente del tanque hasta un punto particular en la plataforma de construcción.
- **La DLP**, utiliza un proyector de luz digital ultravioleta para curar la resina, el cual proyecta imágenes de capas enteras en la parte inferior del tanque de resina. En esta tecnología, la luz se dirige de manera selectiva mediante un dispositivo digital de microespejo (DMD) que consiste en cientos de miles de espejos diminutos.
- **La LCD o MSLA**, emplea una pantalla LCD a través de la cual una serie de LEDs proyectan la luz digital ultravioleta para curar la resina. La pantalla actúa como máscara, revelando solo los pixeles necesarios para cada capa de impresión. Esta tecnología no requiere de ningún dispositivo especial para dirigir la luz.



La fuente de luz empleada por éstas tecnologías, incide en la forma como cada capa de impresión es generada y por ende, en las características de las capas obtenidas. Como en la impresión SLA, es un láser la fuente de luz, lo que hace el láser es dibujar líneas redondeadas en su trayecto de curado de la resina, mientras que en la impresión LCD, la pantalla proyecta la figura completa de cada capa, dejando pasar la luz en algunas zonas y bloqueando otras (*ver imagen*). Esto, condiciona por ejemplo, el tiempo de fabricación, la impresión con LCD es mucho más rápida que la SLA.



Otra diferencia, radica en el tamaño mínimo de la luz proyectada, mientras en la impresión SLA el tamaño mínimo viene dado por el diámetro del láser, en la impresión LCD, el tamaño mínimo equivale a un pixel y dado que la pantalla LCD permite filtrar parcialmente la luz, se puede variar la intensidad de luz en cada pixel. Este aspecto es importante porque se puede reducir el efecto de escalonamiento en la impresión y así obtener superficies de mayor calidad.

Efecto de escalonamiento en la impresión.



6. RESINAS FOTOCURABLES

En la actualidad, existe una variedad de resinas fotocurables para impresión 3D que continuamente se amplía y se especializa para equipos y campos específicos de aplicación, sin embargo, podemos hablar de dos grandes categorías: las de uso estándar y las avanzadas.

Las resinas estándar, están orientadas a un uso genérico en impresoras 3D de resina.

Entre sus características principales encontramos que permiten un buen acabado superficial de la impresión y tienen propiedades mecánicas moderadas, que se ajustan a los requerimientos habituales de los modelos de diseño, es decir, para visualización, manipulación, aplicación de acabados, entre otros.

Algunas de ellas son:

- Resinas de fabricantes de impresoras como Elegoo, Anycubic
- zABS, resinas con propiedades similares al ABS.
- zUDP, para impresiones rápidas.
- Color base Kit, permiten generar colores específicos a partir de colores base.

En la categoría de las resinas avanzadas, se ubican las resinas que ofrecen propiedades mecánicas específicas para aplicaciones funcionales o que tengan una cualidad particular necesaria para aplicaciones técnicas.

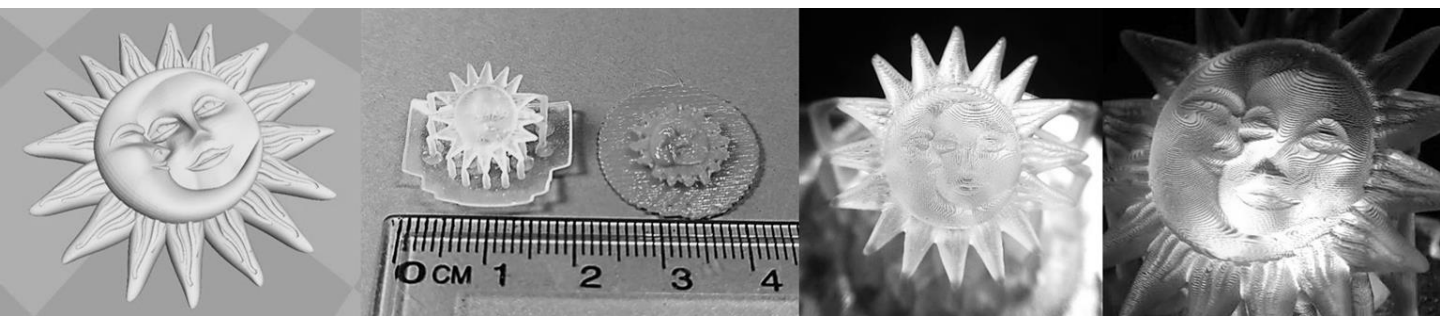
Entre los principales grupos encontramos:

1. Resinas de ingeniería, que son materiales desarrollados para aplicaciones concretas, como por ejemplo:
 - Grey Pro resin, que tiene buenas propiedades mecánicas y precisión geométrica elevada y buen acabado superficial.
 - Elastic Resin y Flexible Resin, con bajo modulo de tracción y alta elongación, que permiten imprimir elementos amortiguadores, embalajes, piezas flexibles.
 - High temp resin, presenta baja expansión térmica y alto módulo de tracción. Se emplea para imprimir moldes y matrices para operaciones de fundición y termoformado.
 - Rigid resin, es una resina reforzada con fibra de vidrio desarrollada para soportar grandes impactos.

2. Resinas dentales, tienen certificado de biocompatibilidad para asegurar la salud de productos para uso odontológico y se caracterizan por tener alto grado de exactitud, por ejemplo:
 - Dental Sand A1- A2, se usa para hacer modelos de coronas y puentes.
 - Dental SG Resin, se usa para imprimir guías quirúrgicas.
 - Dental LT clear resin, se usa para hacer férulas y retenedores.
3. Resinas castables, se usan para hacer piezas metálicas mediante el proceso de cera perdida, por su alto nivel de detalle en pequeña escala. Se usan sobretodo en joyería.

Aspectos a tener en cuenta para elegir una resina:

1. Tipo de impresora 3D
2. Longitud de onda del rayo UV que genera. La longitud de onda más común es 405 nanómetros (nm), pero el rango de las impresoras que se encuentran en el mercado va desde los 350 nm hasta 410 nm.
3. Considerar que el equipo de curado empleado en el posprocesamiento de la pieza, utilice la misma longitud de onda que el equipo de impresión 3D para obtener las máximas propiedades mecánicas que ofrece el material.



BIBLIOGRAFÍA

Elegoo (2020) Manual de la impresora Elegoo Mars.

Guerrero Lorena y Orihuela Héctor (2020). Fabricación aditiva en la generación de modelos de diseño, *Diseminación de la Investigación en la Educación Superior: Celaya 2020*, p 1834-1839.