



# La fabricación desde lo digital

---

Procesos análogos para diseños digitales

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

Tesis para obtener el grado de maestro en diseño avanzado

Presenta:

Ingeniero en diseño, Vicente Andrés Fagalde Galleguillos

Directora: Dra. Erika Elizabeth Pérez Muzquiz

Co-director: Dr. Habid Becerra SantaCruz

Morelia, Michoacan, Agosto 2024.

# La fabricación desde lo digital

Vicente Fagalde



## Dedicatoria

Esta investigación se logro gracias al constante apoyo de mi familia que a lo largo de este programa me brindaron de todo el apoyo que podría pedirles y que me enseñaron que el cariño no entiende de distancias.

## Agradecimientos

Agradezco al programa de becas nacionales, por darme la oportunidad de realizar mis estudios en este país, a mi asesora por exigirme a que me acoplara a los estándares exigidos, lo cual me permitió mejorar mis habilidades profesionales y a la coordinación, quienes permitieron que toda esta experiencia fuese posible.

Tambien se agradecen los aportes de:

Tomas Broquedis

Nicolas Kersting

Alejandro Peñaloza

Nils Reichhard

Mario Vergara

Quienes me aportaron con su creatividad, inteligencia y ánimos.

Esta tesis, es en memoria a mi abuela, Olga Elena Cuevas Alarcón (1940-2023), quien falleció durante el desarrollo de esta investigación, y si bien no me fue posible estar ahí para sus últimos momentos, la sentiré dándome ánimos para el resto de mi vida.

## Resumen

Este proyecto surge sobre un problema que se encuentra en el campo de la fabricación digital, ya que este concepto incluye diferentes técnicas de manufactura que demandan un acceso a la tecnología que no es accesible para un porcentaje de la población. Considerando que uno de los conceptos clave de la fabricación digital es la democratización de la fabricación, es un problema el que estos recursos no logren ser utilizados de forma pareja por las comunidades interesadas en estos procesos, especialmente en países que no poseen grandes recursos económicos, en donde estas tecnologías pueden interpretarse como un lujo, lo cual lleva a la pregunta ¿Cómo podríamos lograr que las técnicas de fabricación digital se logren aplicar en contextos donde los recurso económico no lo facilitan?

El objetivo de esta investigación es la creación de una metodología de producción de objetos artesanales que permita replicar los resultados que comúnmente serían utilizados en procesos de fabricación digital, utilizando procesos de fabricación análogos. Para esto, se

seleccionó la creación de objetos con materiales endémicos del estado de Michoacán y la elaboración de objetos de pequeña escala, tales como tazas o jarras. Se espera también que estos objetos logren poseer características de un diseño paramétrico.

La metodología de esta investigación comienza con una selección y estudio del material que será utilizado, buscando encontrar la mejor forma de manipularlo y de informarlo para crear así objetos de diseño, ya determinada la técnica para trabajar el material, se busca implementar procesos de fabricación que permitan la aparición de valores que puedan variar en el diseño de manufactura, ya que en lo procesos de diseño paramétrico se definen parámetros que informan una geometría y sus posibles variaciones, en este caso se buscaría que el proceso de fabricación de el objeto seleccionado posea un control semejante por parte de quien lo esté operando.

Palabras Clave: Fabricación, Diseño paramétrico, Bajo costo, Análogo, Cerámico

## **Abstract**

This project arises from a problem found in the field of digital manufacturing, since this concept includes different manufacturing techniques that demand access to technology that is not accessible to a percentage of the population, considering that one of the concepts The key to digital manufacturing is the democratization of manufacturing, it is a problem that these resources cannot be used evenly by the communities interested in these processes, especially in countries that do not have large economic resources, where these technologies can be interpreted as a luxury, which leads to the question: How could we achieve that digital fabrication techniques can be applied in contexts where economic resources do not facilitate it?

The objective of this research is the creation of a constructive system that allows replicating the results that would commonly be used in digital manufacturing processes, using analog manufacturing processes. For this, the creation of objects of endemic materials from the state of Michoacán was selected and to create small-scale objects,

such as cups or jugs, it is also expected that they are objects that manage to possess characteristics of a parametric design.

The methodology of this research begins with a selection and study of the material that will be used, seeking to find the best way to manipulate it and inform it in order to create design objects, once the technique for working with the material has been determined, it will seek to implement manufacturing processes that allow the appearance of values that can vary in the manufacturing design, since in the parametric design processes parameters that inform a geometry and its possible variations are defined, in this case it would be sought that the manufacturing process of the selected object has a similar control by whoever is operating it.

Keywords: Fabrication, Parametric design, Low cost, Analog, Ceramic

# Índice

Resumen

Abstract

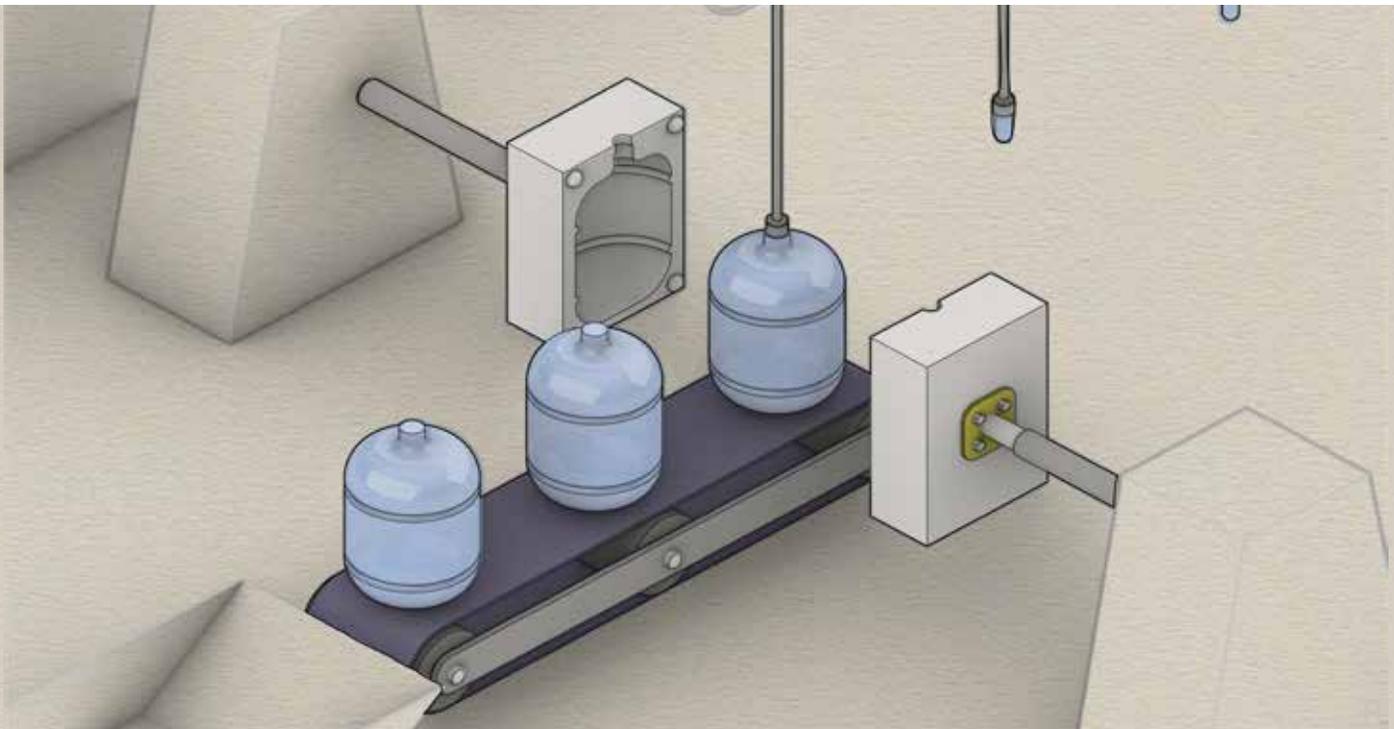
1. Introducción.....	5
Problema.....	9
Justificación.....	13
Objetivos.....	17
Alcances del trabajo.....	21
Metodología propuesta.....	23
2. Estado del Arte (casos de estudio).....	25
Catenary Pottery Printer.....	27
Torres Al Bahar.....	29
Sensory Morphing Skins.....	31
NUDO.....	33
Técnicas Tradicionales.....	37
3. Marco Teórico.....	39
El diseño democrático.....	41
Homogeneización del diseño.....	45
Lo paramétrico como espacio de personalización.....	49
El diseño paramétrico.....	51
La fabricación digital.....	59
Implementación de la impresión 3D en diferentes campos laborales.....	69
La democratización de la fabricación.....	73
Asociación de problemática.....	79
4. Diagnóstico de locación.....	81
5. Diseño de experimental.....	91

Primeros ensayos.....	95
Primeros resultados.....	105
Conclusiones del primer prototipo.....	107
Registro de técnicas aplicadas.....	109
Primeras conclusiones.....	121
Superficie Irregular.....	123
Sistema de dos mitades.....	125
Sistema de embutido.....	127
Segundos ensayos.....	129
Formación del molde.....	137
Resultados esperados.....	139
Proceso de moldeado.....	144
Resultados de la producción.....	145
Conclusiones del segundo prototipo.....	147
Registro de Segunda Iteración.....	153
Registro de Tercera Iteración.....	169
6. Conlcusión: La cultura de un objeto.....	183
Conclusión: lo digital en lo cultural.....	185
Modelo replicable.....	187
Iteración final.....	189
Resultado final obtenido.....	193
7. Cumplimiento de objetivos.....	195
Conclusiones Finales.....	197
8. Bibliografía.....	199
9. Anexos	202

## Introducción

La fabricación digital es una herramienta que permite la creación de figuras y geometrías complejas en una escala baja de producción, contrario a la fabricación en masa, la cual necesita de un gran volumen de demanda para de esa forma ser rentable. "El objetivo de la fabricación personal no es hacer lo que puedes comprar en las tiendas, sino hacer lo que no puedes comprar" (Gershenfeld, 2012) (p.49). Por lo que es un proceso que facilita la adquisición de bienes que de otra forma no se encontrarían a un alcance inmediato, no obstante el uso de estas tecnologías está limitado por sus propios costos de producción, ya que el tiempo que

demora en producir cada unidad es más elevado que el que se alcanza con la fabricación utilizada de forma tradicional (ej: Inyección de plástico) lo que impide que se generen negocios que produzcan en escalas industriales utilizando estos recursos y obliga a que se incorporen otros procesos tales como el uso de moldes para realizar estelas de escala mayor a lo que sería simplemente trabajar con productos directos de la impresora. Una característica importante de la fabricación digital es que es una práctica que suele realizarse en espacios específicos de producción, los cuales deben contar con personal capacitado y programas de diseño 3D para que opere como espacio de producción, de otra forma



se puede operar con modelos de libre acceso que pueden descargarse de páginas específicas, una página recurrente es Thingiverse, la cual ofrece a los usuarios la oportunidad de mostrar su trabajo y cargarlo a la plataforma para que otros usuarios puedan descargarlos y utilizarlos de forma gratuita.

Se realizó un estudio para determinar el costo de instalación para un laboratorio de estas características y se determinó que la inversión inicial de 74.000 Usd, y una vez proyectado el escenario menos favorable de ingresos con 3 horas de trabajo por equipo. Se determinó que la inversión tendrá una tasa interna de retorno en un período de 5 años del 47%, y un valor actual neto de \$75.000. (Guevara, 2023) (p.121), por lo que es una inversión considerable pero no en vano ya que es recuperable.

Los espacios dedicados al uso de máquinas de fabricación digital suelen utilizar métodos variados para generar sus propios ingresos, no obstante, uno de los métodos más comunes es ofrecer los servicios de fabricación, es decir cobrar por el uso de la máquina para la fabricación de un modelo diseñado por un tercero, y cobrar a partir de tarifas fijas que se basan en la can-

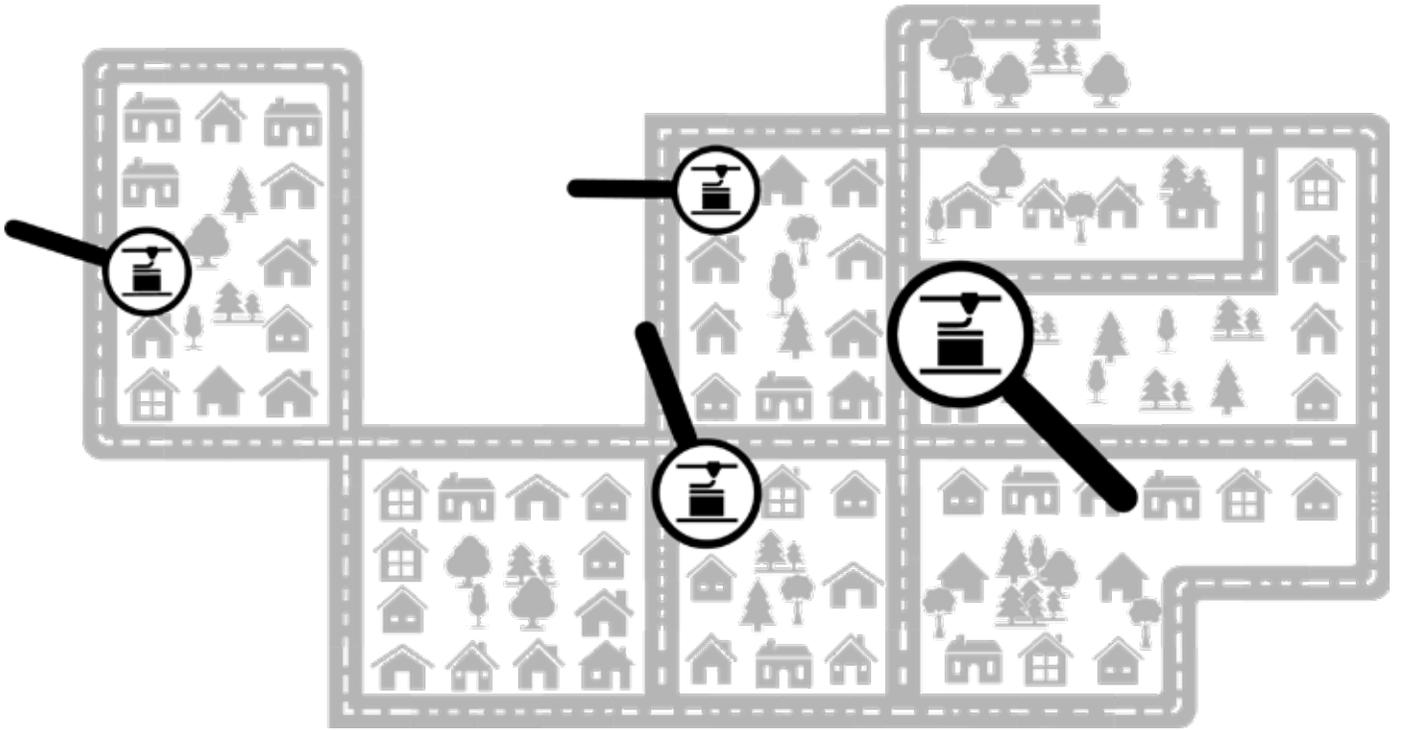
tidad de horas de uso, el material usado y la energía consumida.

No obstante se determina que el método de cobro por estos servicios "está basado en el tiempo de la máquina, no en la forma ni variedad, es decir, no hay un cargo adicional por la complejidad o diferencia" (SHoP Architects, 2012) , por lo que el costo está definido por el tiempo de fabricación y no por el objeto creado en si , lo que determina que el valor del producto final no es determinado por su complejidad de fabricación, si no que por el valor que se le entrega por su propio diseño, ya sea por motivos de utilidad o de peso cultural. De igual manera "se requiere un proceso de producción único, pueden ser muchas variantes, porque el proceso es el mismo" (Juarez, 2016) (p.285), lo que indica que para poder realizar una fabricación a mayor escala, hace falta la inserción de estas tecnologías en un contexto que permita un mayor alcance de producción.

A partir del contexto presente es que se propone la utilización de estas técnicas de fabricación digital para la creación de herramientas que puedan insertarse en proceso de fabricación más complejos y que de esa forma logren construir

objetos personalizados ofreciendo una parametrización a sus resultados, es decir, que puedan crear distintas variaciones de un objeto, de manera que al construir esta herramienta se logre crear un proceso de fabricación que facilite la producción a un costo menor de lo que significaría utilizar la fabricación digital para la construcción de cada una de las iteraciones de manera individual.

El buscar el uso correcto y eficiente de las nuevas posibilidades producidas por los avances tecnológicos, en conjunto con las técnicas y materiales de fabricación locales y con peso cultural, permite la creación de objetos de diseño único, los cuales agregan valor a la identidad desde la cual surgen los objetos producidos, aumentando así la productividad de las zonas y resaltándolas de su entorno.



## Problema

El problema sobre el cual se fundamenta esta investigación es que el costo de producción individual por parte de la fabricación digital genera una falta de accesibilidad a dichas técnicas, ya que, debido a sus costos de operatividad y tiempos de producción, no es sostenible su uso continuo y no permite una fabricación en serie de productos que si pueden ser diseñados por agentes locales. Esto impide y desincentiva a emprendedores a utilizar estas técnicas y a

generar nuevos negocios a partir de ellas, de hecho, se estima que “los países en vías de desarrollo dependemos del consumo de un producto (o tecnología) en vez de pensar en producirla por nosotros mismos” (Juarez, 2016).

Según un análisis sobre la factibilidad económica de los laboratorios, se determinó que “las nuevas pequeñas empresas son fundamentales para la creación de empleo, crecimiento económico y la reducción de la pobreza” (Guevara, 2023) (P.112), por lo que los laboratorios de fabricación debiesen ser un foco



de interés para estos países, de tal forma como lo determina Pablo. C. Herrera.

“La iniciativa de los Fab Labs de MIT buscan potenciar el poder creativo de las personas que, bajo las condiciones del sistema industrial actual, ha devenido en consumidores pasivos cuyo mayor espacio de libertad es decidir sobre las creaciones que otros han pre-establecido” (Juarez, 2016) P.286

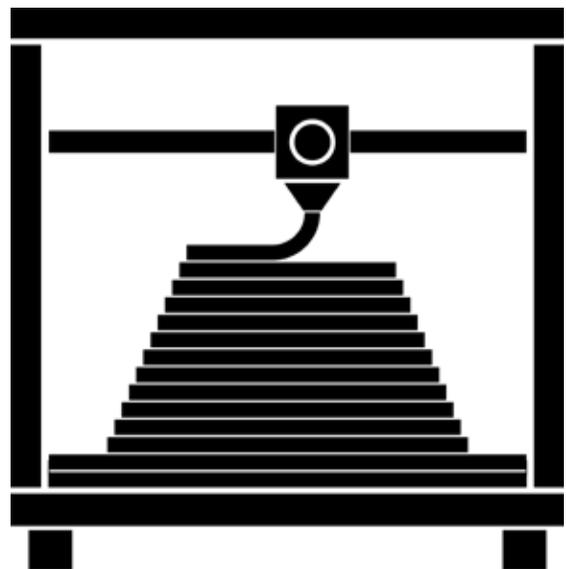
Ya que generar poder creativo en la población incentiva el desarrollo de emprendimientos que coloquen sus productos desarrollados en el contexto del mercado nacional, podemos entender que empoderar a los emprendedores a utilizar estas tecnologías es un incentivo a la económico que puede generar recursos y empleos, por lo que el que no se puedan utilizar estas instalaciones de fabricación debido a sus costos o que no logren insertarse en el mercado debido a sus costos de inversión inicial o por falta de personal capacitado, genera pérdida de oportunidades que mantienen el estado de consumo a los habitantes de estos países.

La inversión necesaria para operar un laboratorio no gira exclusivamente en torno al costo de adquirir las máquinas de fabricación,

o a los costos de operación que se ocupan para que funcionen las instalaciones, tales como el gasto energético, otra razón por la que es costoso el operar este tipo de establecimiento es debido a que estos espacios ocupan de personal capacitado que opere el laboratorio y sin acceso a una mano de obra capacitada su operatividad no será posible, tal como se describe:

“Un LFD no es un espacio con máquinas como lo es una sala de impresiones a tinta; se requiere mantenimiento y personal permanente que pueda darle solución a corto plazo a estas necesidades, y para ello es necesario especialización y entrenamiento.” (Juarez, 2016) (P.287)

Por lo que la inversión requerida en los espacios de fabricación digital no solamente consta del gasto necesario para la adquisición de las máquinas ocupadas, también hacen falta invertir recursos en la capacitación del personal que estará ocupándolas y estará brindando el mantenimiento necesario al espacio de fabricación, lo que genera preguntas sobre el perfil de quienes operen estos espacios, y si sobre si su capacitación técnica se limitara a un uso específico o si incluirá la capacidad de proponer sobre el uso de estas técnicas



De igual manera, esa segregación generada a partir del uso de estas tecnologías evita que sean usadas por parte de las comunidades de artesanos de los pueblos con una fuerte identidad cultural, tales como los pueblos encontrados en el estado de Michoacán, los cuales podrían utilizar estas tecnologías para incentivar el interés de las generaciones más jóvenes en la construcción de objetos a partir de los materiales locales, ya que se ha descubierto que "cada vez son menos los artesanos que realizan esta actividad, dado que las nuevas generaciones ya no gustan del oficio que por tanto tiempo han mantenido sus antepasados. De ahí la necesidad de incorporar procesos de innovación social para dar respuesta a las necesidades de este." (Guadalupe Torres Chávez, 2018) (p.478). Es en este punto donde se encuentra una brecha del conocimiento, que es como se combinarían las técnicas de fabricación análogas y tradicionales de un territorio delimitado con técnicas de fabricación digitales que deben de ser practicadas y aprendidas utilizando tecnologías modernas. Es en este punto en el que se espera la intervención por parte de un diseñador en la cual se estudien las propiedades y

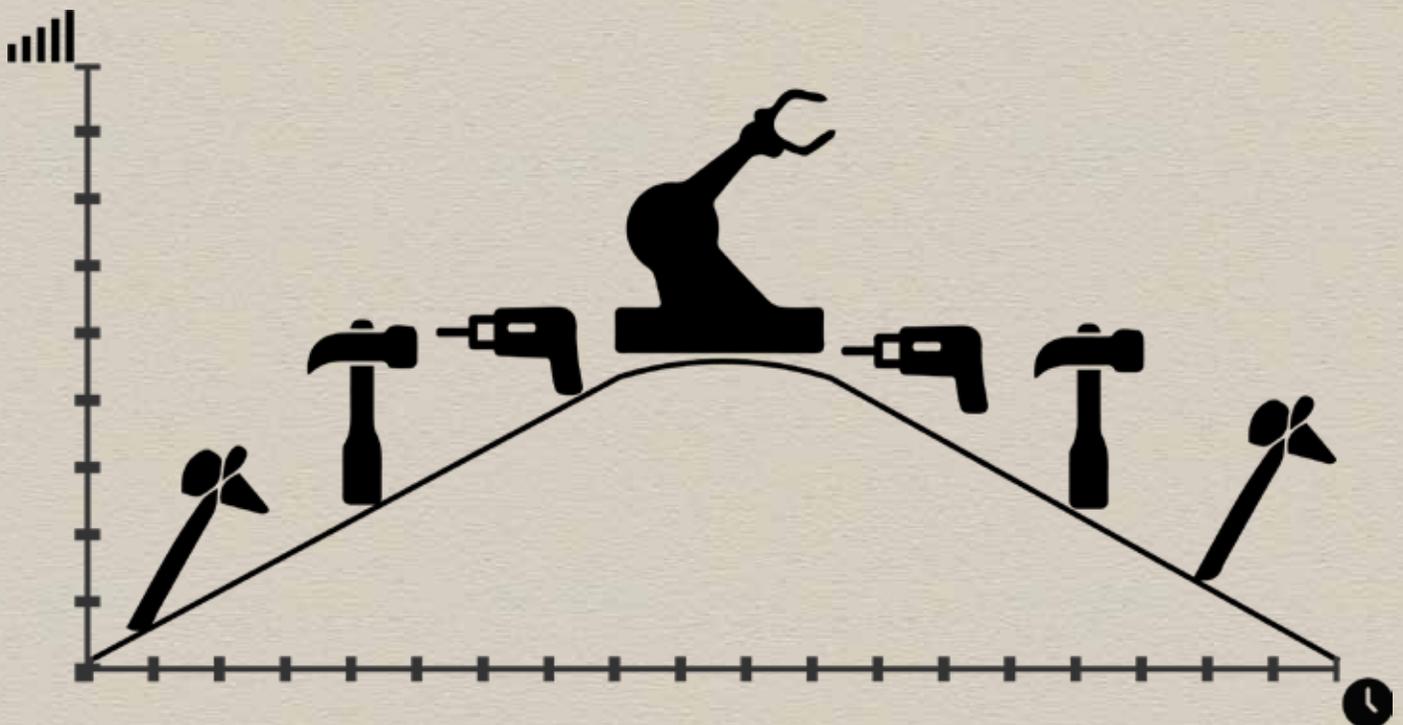
características de las técnicas de fabricación que se pueden encontrar como parte de la identidad cultural y potenciarlas mediante el uso de estos nuevos recursos que permiten una producción más rápida y con la capacidad de informar los resultados con las herramientas de diseño digital que se pueden tener a disposición.

## Justificación

El problema sobre el cual se fundamenta esta investigación es que el costo de producción individual por parte de la fabricación digital genera una falta de accesibilidad a dichas técnicas, ya que, debido a sus costos de operatividad y tiempos de producción, no es sostenible su uso continuo y no permite una fabricación en serie de productos que si pueden ser diseñados por agentes locales. Esto impide y desincentiva a emprendedores a utilizar estas técnicas y a generar nuevos negocios a partir de ellas, de hecho, se estima que "los países en vías de desarrollo dependemos del consumo de un producto (o tecnología) en vez de pensar en producirla por nosotros mismos" (Juarez, 2016).

Según un análisis sobre la factibilidad económica de los laboratorios, se determinó que "las nuevas pequeñas empresas son fundamentales para la creación de empleo, crecimiento económico y la reducción de la pobreza" (Guevara, 2023) (P.112), por lo que los laboratorios de fabricación debiesen ser un foco de interés para estos países, de tal forma como lo determina Pablo. C. Herrera.

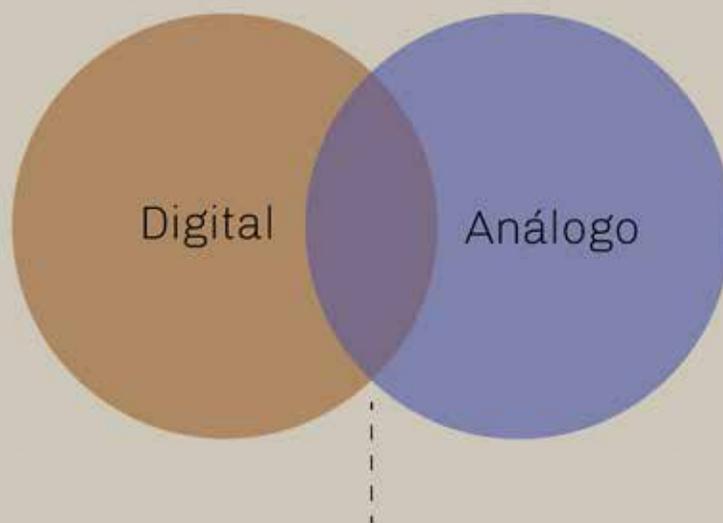
"La iniciativa de los Fab Labs de MIT buscan potenciar el poder creativo de las personas que, bajo las condiciones del sistema industrial actual,



ha devenido en consumidores pasivos cuyo mayor espacio de libertad es decidir sobre las creaciones que otros han pre-establecido” (Juarez, 2016) P.286

Ya que generar poder creativo en la población incentiva el desarrollo de emprendimientos que coloquen sus productos desarrollados en el contexto del mercado nacional, podemos entender que empoderar a los emprendedores a utilizar estas tecnologías es un incentivo a la económico que puede generar recursos y empleos, por lo que el que no se puedan utilizar estas instalaciones de fabricación debido a sus costos o que no logren insertarse en el mercado debido a sus costos de inversión inicial o por falta de personal capacitado, genera perdida de oportunidades que mantienen el estado de consumo a los habitantes de estos países.

La inversión necesaria para operar un laboratorio no gira exclusivamente en torno al costo de adquirir las máquinas de fabricación, o a los costos de operación que se ocupan para que funcionen las instalaciones, tales como el gasto energético, otra razón por la que es costoso el operar este tipo de establecimiento es debido a que estos espacios ocupan de personal capacitado que opere el laboratorio y sin acceso a una mano de obra capacitada su operatividad no será posible, tal como se describe:



El alcance de este trabajo propone un método de fabricación que combina técnicas análogas y digitales para crear objetos con material cerámico en el estado de Michoacán.

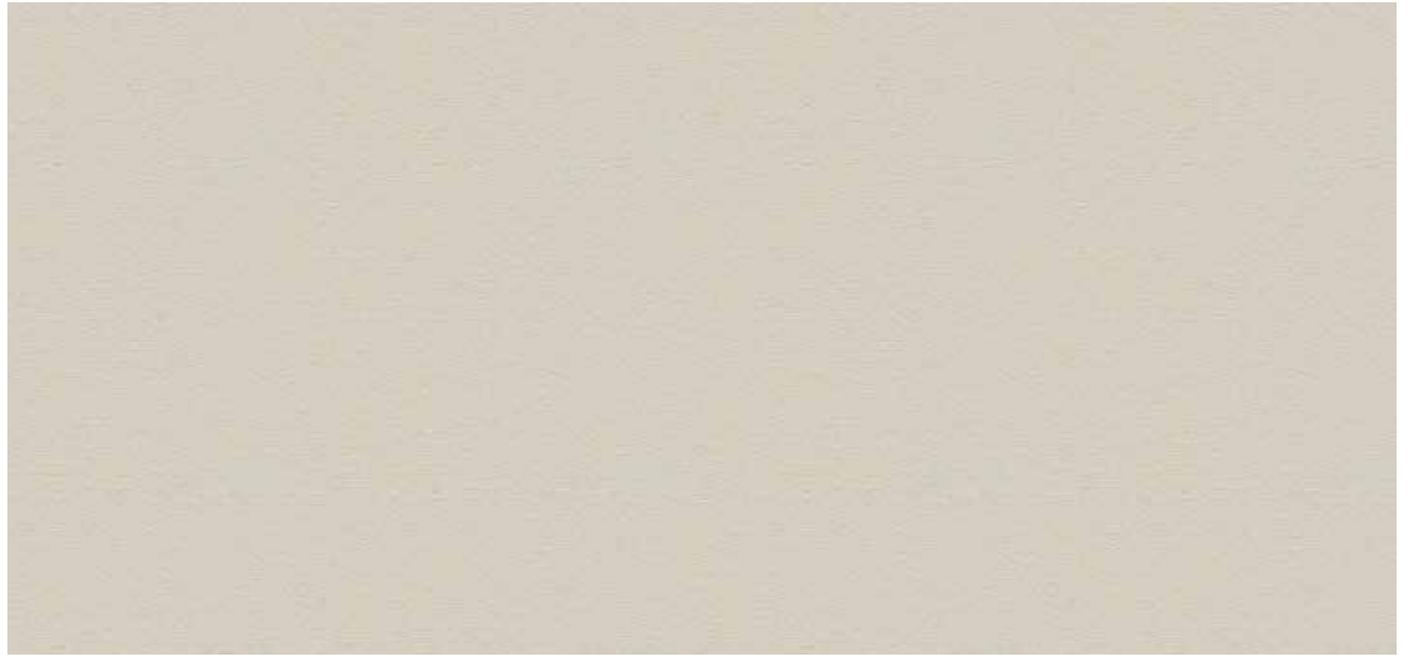
“Un LFD no es un espacio con máquinas como lo es una sala de impresiones a tinta; se requiere mantenimiento y personal permanente que pueda darle solución a corto plazo a estas necesidades, y para ello es necesario especialización y entrenamiento.” (Juarez, 2016) (P.287)

Por lo que la inversión requerida en los espacios de fabricación digital no solamente consta del gasto necesario para la adquisición de las máquinas ocupadas, también hacen falta invertir recursos en la capacitación del personal que estará ocupándolas y estará brindando el mantenimiento necesario al espacio de fabricación, lo que genera preguntas sobre el perfil de quienes operen estos espacios, y si sobre si su capacitación técnica se limitara a un uso específico o si incluirá la capacidad de proponer sobre el uso de estas técnicas

De igual manera, esa segregación generada a partir del uso de estas tecnologías evita que sean usadas por parte de las comunidades de artesanos de los pueblos con una fuerte identidad cultural, tales como los pueblos encontrados en el estado de Michoacán, los cuales podrían utilizar estas tecnologías para incentivar el interés de las generaciones más jóvenes en la construcción de objetos a partir de los materiales locales, ya que se ha descubierto que “cada vez son menos los artesanos que realizan esta actividad, dado que las nuevas generaciones ya no gustan del oficio que por tanto tiempo han mantenido sus antepasados. De ahí la necesidad de incorporar procesos de innovación social para dar respuesta a las necesidades de este.” (Guadalupe Torres Chávez, 2018) (p.478).

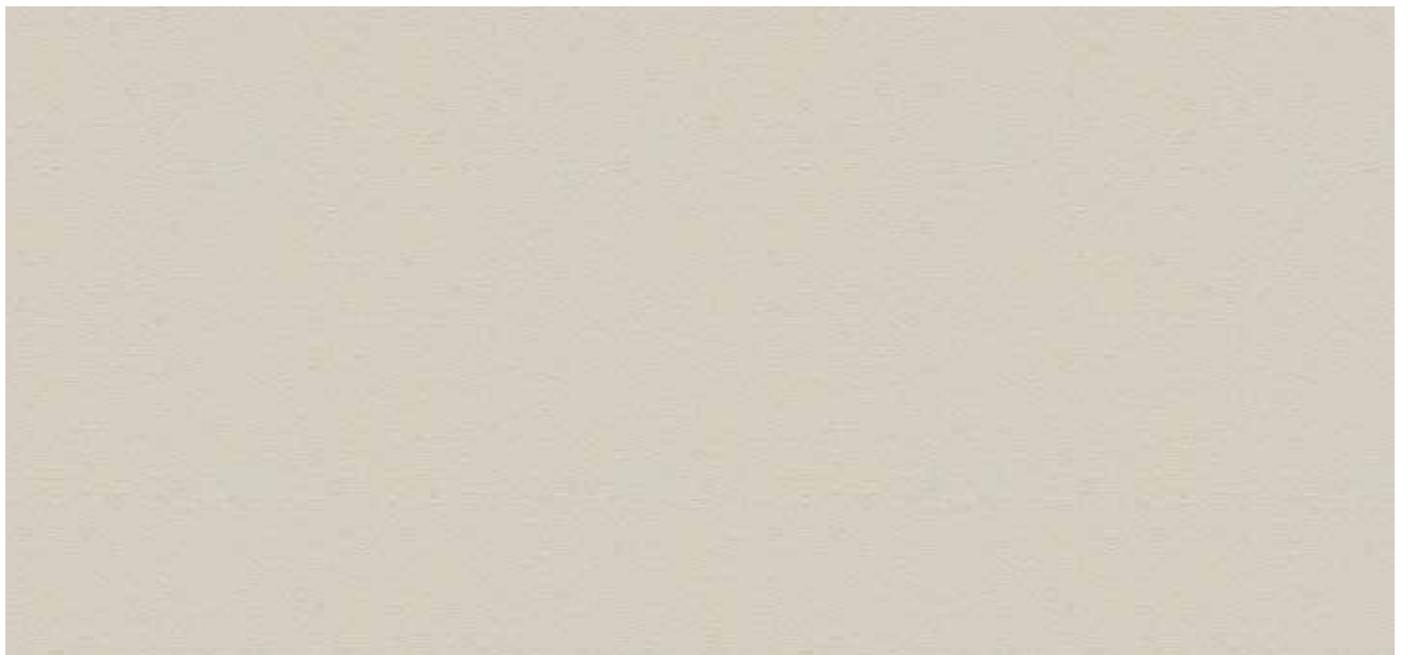


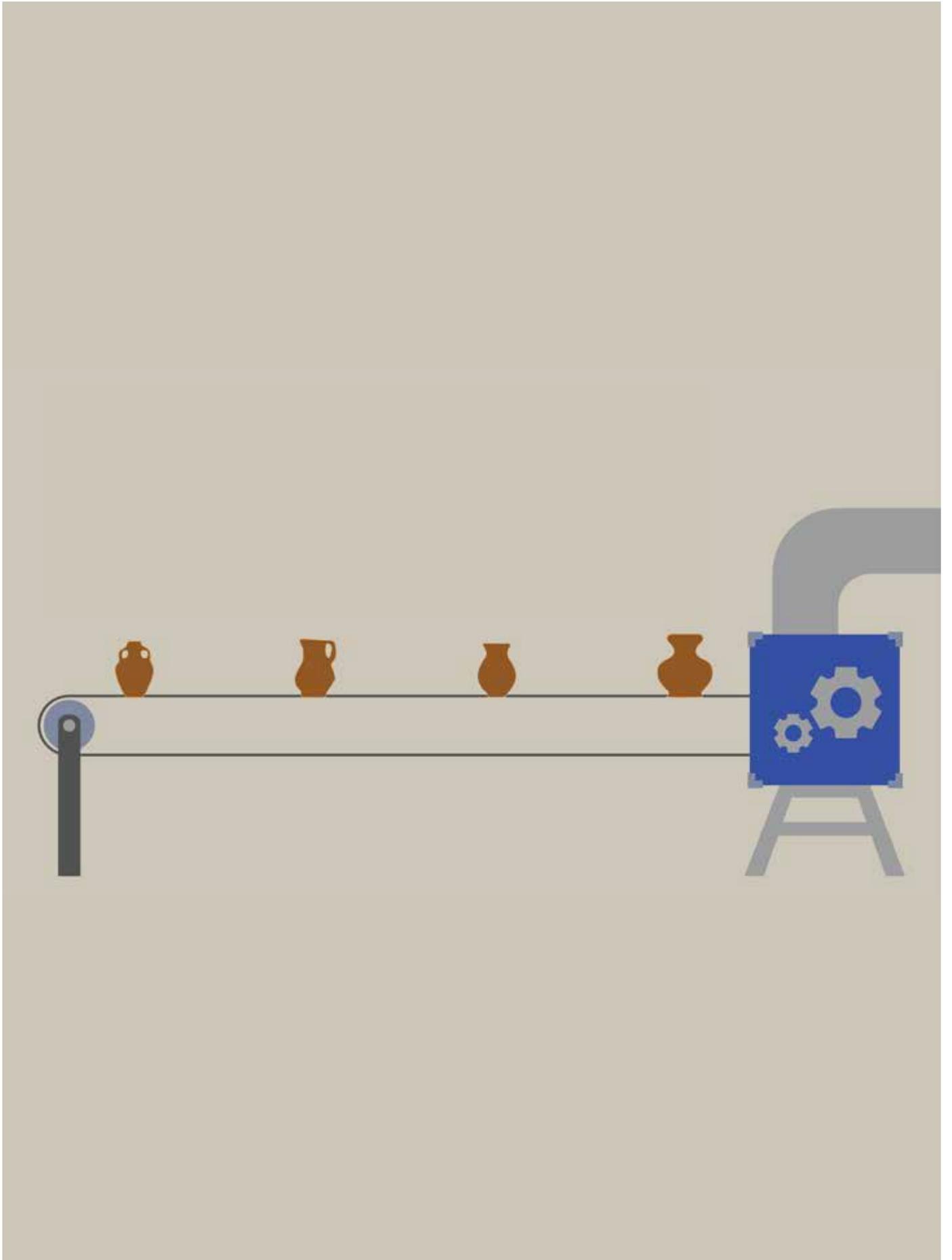
Es en este punto donde se encuentra una brecha del conocimiento, que es como se combinarían las técnicas de fabricación análogas y tradicionales de un territorio delimitado con técnicas de fabricación digitales que deben de ser practicadas y aprendidas utilizando tecnologías modernas. Es en este punto en el que se espera la intervención por parte de un diseñador en la cual se estudien las propiedades y características de las técnicas de fabricación que se pueden encontrar como parte de a identidad cultural y potenciarlas mediante el uso de estos nuevos recursos que permiten una producción más rápida y con la capacidad de informar los resultados con las herramientas de diseño digital que se pueden tener a disposición.



## **Objetivos**

“El objetivo de este trabajo es la creación de una herramienta que integre técnicas del mundo de la fabricación y el diseño digitales en un contexto de artesanía y producción local, con lo cual se logre crear un sincretismo que termine por producir un aporte a las comunidades locales a partir de innovaciones tecnológicas.”





Los objetivos específicos consisten en:

1. Analizar referentes respecto a las técnicas de diseño digital y sus aplicaciones en el contexto actual.
2. Estudiar una localidad que posea técnicas de producción artesanal, para definir técnicas y herramientas.
3. Evaluar las técnicas de fabricación y ensayar la inserción de nuevos procesos productivos.
4. Iterar sobre el uso de nuevas herramientas en un contexto tradicional, realizando un levantamiento de prototipos.
5. Determinar las características que otorgan valor cultural a un objeto, para así producir uno que involucre la fabricación digital en sus procesos y logre preservar dicho valor



## **Alcances del trabajo**

Los alcances de este trabajo, llegan hasta el diseño de un método de fabricación, el cual es la construcción de un aparato creado con técnicas de fabricación digital y que permiten la fabricación análoga de objetos con la materialidad seleccionada, en este caso el objeto estará creado con un material cerámico de igual forma que se trabaja en las locaciones presentes en el estado de Michoacán, y este proyecto buscara reinventar a forma de trabajar los materiales presentes y llevar sus resultados a un orden de diseño paramétrico.

El objeto de fabricación que se desarrolla es uno que construirá objetos de uso diario, de manera que serán de una escala similar a las de las tazas que pueden encontrarse en las ferias artesanales que se ubican en la zona, por lo que se construirán objetos con un volumen no mayor de de 15Cm X 10Cm X 10Cm. Y que de igual manera cumplan la función de ser contenedores de bebidas o que se usen de forma meramente estética.

Una de sus características más importantes es que los objetos pro-

ducidos por esta máquina deberán poder variar el parámetro seleccionado que en este caso será el de su "rotación" es decir que esos objetos deberán de estar compuestos por diferentes niveles que se repartan a lo largo del eje vertical, y que la característica de esta máquina sea controlar la rotación de cada uno de estos niveles, de forma que se podrían producir objetos perfectamente lisos y sin rotación aparente entre sus componentes individuales y también se podría presentar una mediana o pronunciada curvatura, esto quedaría bajo la intencionalidad del operador y todos los objetos debiesen de compartir características como el mismo volumen o materialidad, por lo que debiesen de ser reconocidos como una familia paramétrica.

## **Metodología propuesta**

### **Análisis de locación**

Para el inicio de esta investigación, se desarrolló un levantamiento de las técnicas utilizadas en la artesanía local, con el objetivo de determinar qué materiales, herramientas y técnicas hacen falta para el desarrollo de los objetos que son producidos de manera local.

### **Materialidad**

El primer elemento importante es la selección del material a trabajar, en este caso se seleccionó un material ocupado comúnmente en el estado de Michoacán, el cual sería la cerámica, este material posee la característica de poder ser moldeado con facilidad y también extruido o rotado, dependiendo de la técnica que se use se le pueden dar varias formas y por lo tanto se selecciona como material a trabajar debido a su versatilidad y significado cultural.

### **Morfología**

Una vez definido el material a trabajar se utilizará un programa de modelación 3D para crear la morfología de la geometría deseada, la cual estará compuesta por distintos "niveles" que se acoplarán unos con

otros y al unirse crean un molde para vaciar el material seleccionado, estos módulos o niveles estarán diseñados de tal manera que podrán rotar unos respecto a otros y así al acoplarse en distintos formatos podrán crear variaciones del resultado que saldrá de ellos.

### **Fabriación**

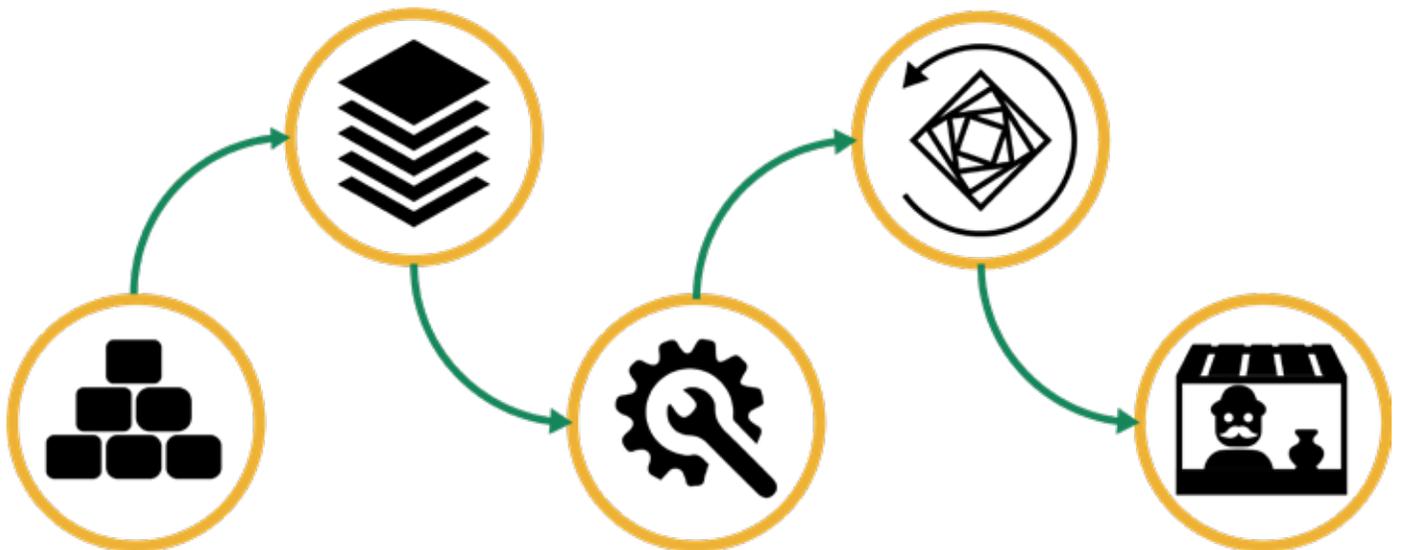
Ya definida la morfología a producir, la fabricación digital servirá como herramienta no para crear el objeto en sí, en su lugar será utilizada como herramienta para crear la herramienta de fabricación óptima, de forma en que se ocupara como un molde con la versión negativa de la figura seleccionada y podrá montarse con otros elementos de igual forma, de este modo será un objeto autoportante y fácil de configurar.

## Parámetro

Ya que el resultado será a partir de un algoritmo constituido por un programa paramétrico, sería esperable tener un amplio control sobre los resultados obtenidos, no obstante, en este caso la interfaz para la creación de objetos será el resultado de las distintas configuraciones producidas por los módulos fabricados, por su orientación y por la cantidad utilizada a la hora de fabricar el objeto, de esta forma la interfaz si bien será el resultado de un proceso digital, será un control análogo e intuitivo por quien la este operando.

## Insertar en la comunidad

Los objetos producidos por este proceso serán reconocibles los unos de los otros, como participes de una colección e diseño o una familia paramétrica, por lo que compartirán una estética similar los unos a los otros y podrán comprenderse como el resultado de un proceso de diseño creado por un mismo proceso, de esta forma deben de poder producirse también en una escala relativamente mayor a lo que permite la fabricación digital de manera autónoma y debiese de ser una producción suficiente para un comercio artesanal.



## **Estado del Arte**



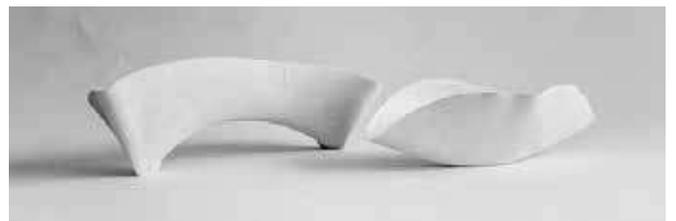
## Catenary Pottery Printer

El principal referente para este proyecto es Catenary Pottery Printer por el estudio chileno GT2P , ya que consiste en un aparato de control manual, el cual se forma por varios marcos de madera con medidas exactas a lo largo de cada uno de sus ejes, a partir de estas medidas es que se pueden colgar estratégicamente diferentes puntos de anclaje de una tela semi permeable en la cual se vierte cerámica líquida, la cual al quedar moldeada por la tela, comienza a formar diferentes geometrías derivadas por el efecto de la catenaria.



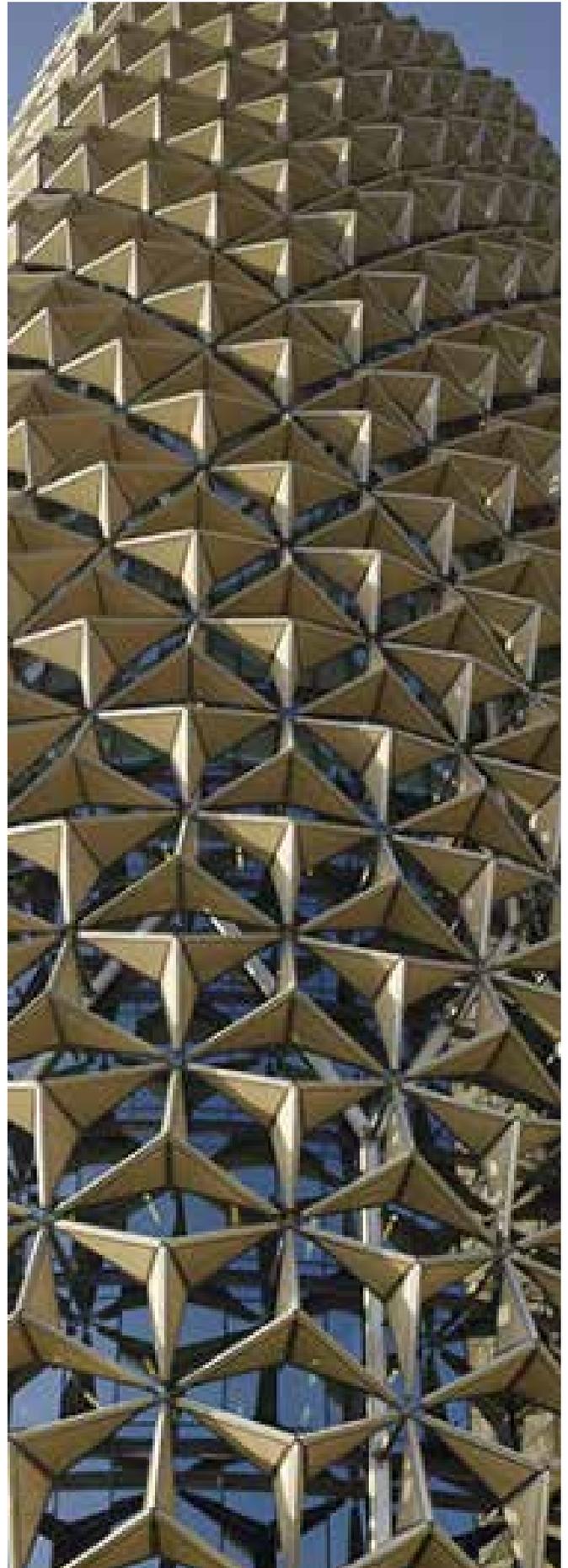


Esto permite que de un solo aparato, puedan surgir diferentes resultados, y estos resultados son medibles y comparables entre ellos, de manera que si algún usuario quisiera repetir un resultado previamente logrado, lo único que debiese realizar sería ubicar el manto en la posición previamente registrada y repetir el proceso, de manera tal que son objetos relativamente replicables.

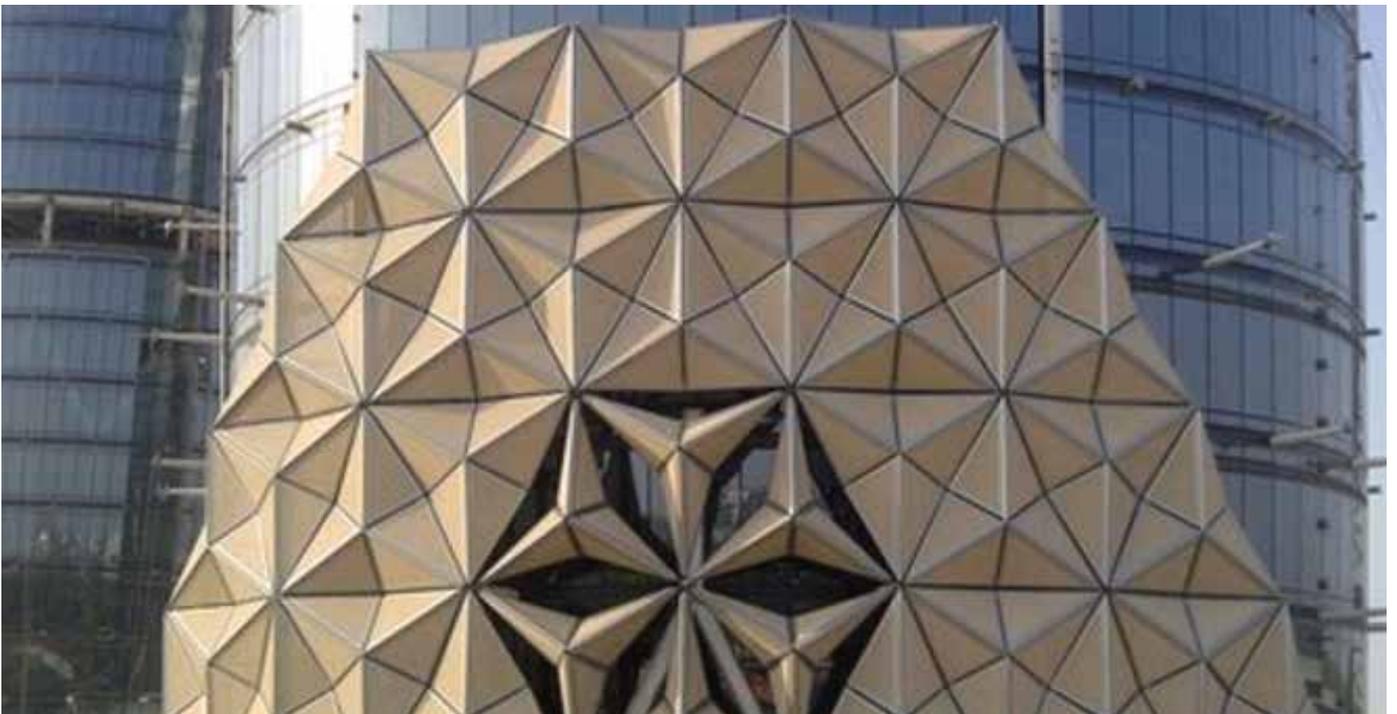


## Torres Al Bahar

Otro proyecto relevante para esta investigación consiste en las torres Al Bahar, diseñadas por los arquitectos de Aedas Architects en el año 2008 y construidas por Al-Futtaim Carrillion durante el año 2009 y el año 2012 (AL BAHR - an intelligent building of ABU DHABI, 15/09/2015), estas torres ubicadas en Abu Dhabi poseen una "piel" que reacciona a la posición del sol, con la intención de optimizar el uso energético del edificio, esto se logra gracias a una grilla de módulos teselados, que poseen la habilidad de contraerse o expandirse, de manera que generan una sombra apropiada para el uso energético normalmente empleado en calefacción.



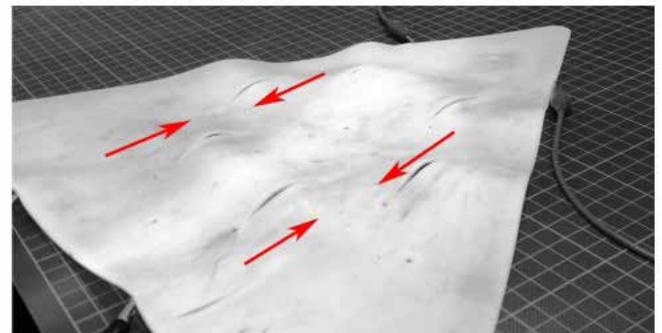
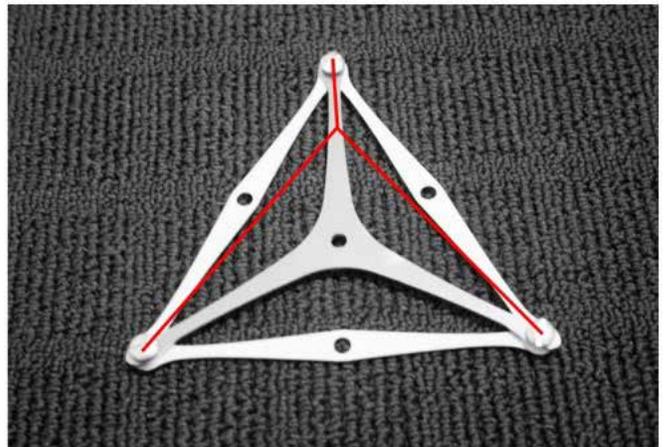
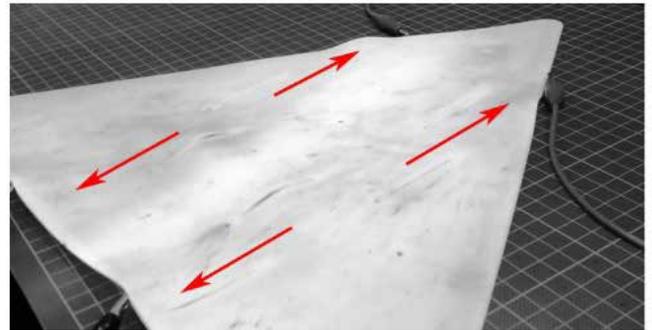
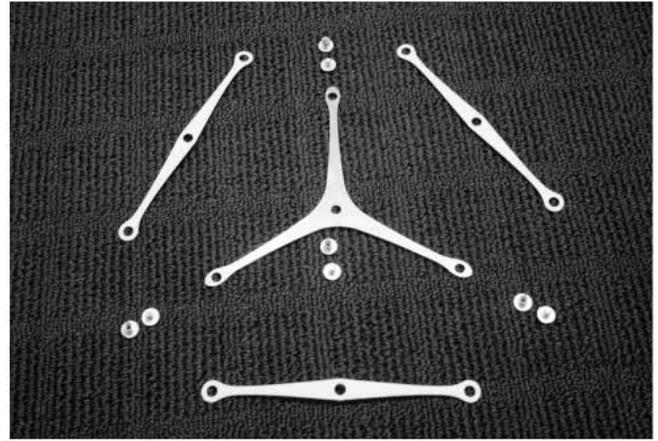
Este principio opera también gracias a paneles fotovoltaicos implementados en la membrana del edificio en cuestión, no obstante, un elemento propio de esta obra es y que logra que se destaque es el elemento de versatilidad y de diseño paramétrico encontrado en estos módulos, ya que existe un parámetro definido, que es la "apertura" de estos módulos, lo cual los vuelve un objeto paramétrico y performativo, lo cual además de estar informado por un factor claro (la luz solar) hay una respuesta en sus medidas a partir de él y eso genera una característica performativa en el actuar de la obra.

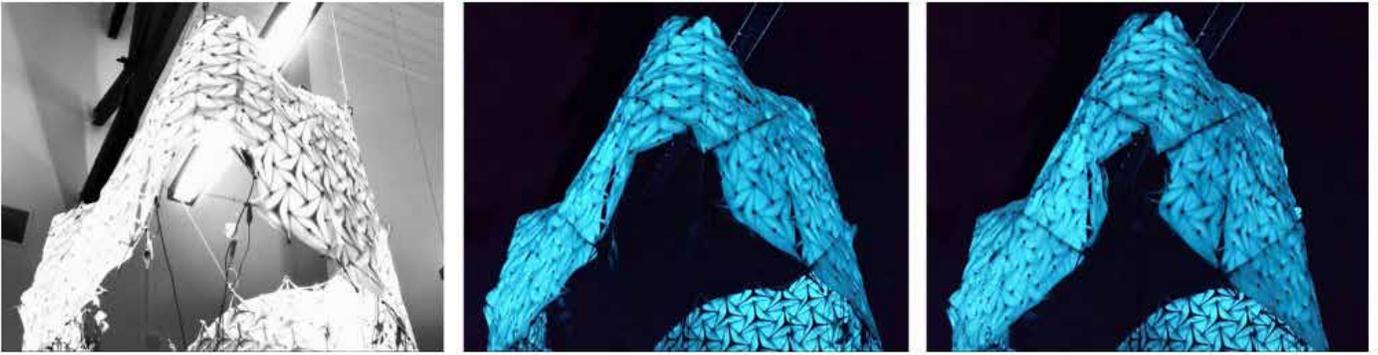


## Sensory Morphing Skins

Otro proyecto que apoya la iniciativa de esta investigación y muestra un experimento similar es el de Sensory Morphing Skins, por Chin Koi Khoo, este proyecto tenía por objetivo el "diseñar una piel arquitectónica suave y receptiva que integra un sistema sensorial y luminoso dentro de la superficie" y "él explora un método para integrar el cambio de forma, materiales sensoriales y de fosforescencia a través de proceso de computación física" (Khoo, 2012) (p.212), por lo que este proyecto estaría manejando una gran cantidad de información la cual sería procesada por medios digitales.

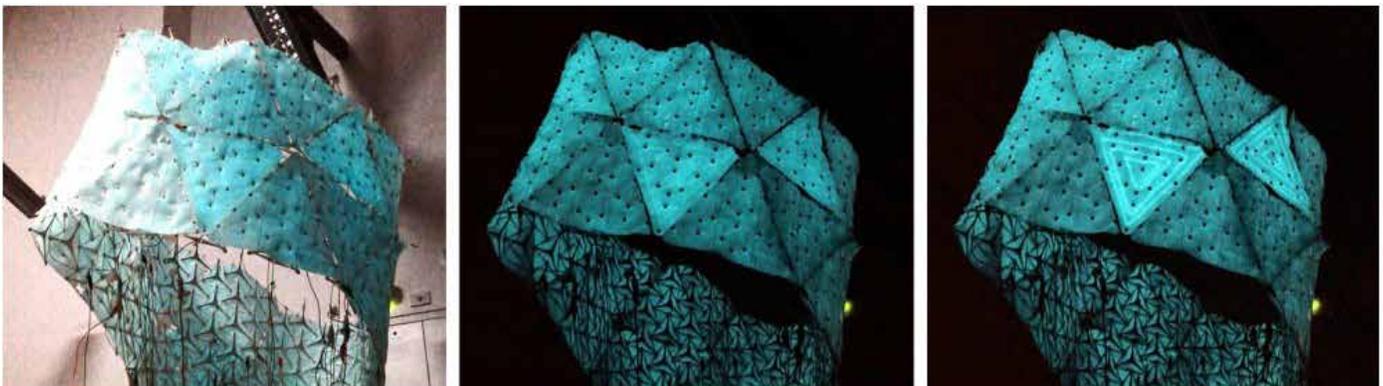
No obstante, también buscaba sacar el máximo provecho a las distintas materialidades y utilizar sus propiedades para adquirir datos "Además de la capacidad de detección de los materiales, esta investigación también explora más a fondo el potencial de los sensores pasivos. y un sistema de iluminación activo en el contexto del diseño de una piel arquitectónica receptiva" (Khoo, 2012) (P.213), lo cual significaba que buscaba crear una superficie que actuara como una





“piel” que fuese capaz de “sentir” y crear respuestas a partir de la información recopilada.

Una de las características mas relevantes de este proyecto es que si bien utiliza elementos electrónicos para leer los datos generados por sensores, estos datos informan a un controlador para que realice acciones que cambien la morfología del objeto final, es decir que este objeto podría ser llamado un “objeto paramétrico” ya que esta constituido por reglas que crean un resultado, y el elemento que define esta deformabilidad son los sensores que se juntan con los mismos elementos que componen al objeto “los materiales de detección iniciales probados en esta investigación son pinturas conductoras incrustadas con caucho de silicona y SMA. La integración de estos materiales establece potencialmente una exploración de diseño inicial para aplicaciones arquitectónicas como receptiva piel arquitectónica.” (Khoo, 2012) (p.212), lo cual lo vuelve un proyecto que combina lo digital con el uso de materiales y sus propiedades para ser un objeto sensible.



## NUDO

Es un proyecto de investigación realizado por la Universidad Adolfo Ibáñez, el cual tiene un enfoque similar a este proyecto, ya que de igual manera involucra las comunidades artesanales que trabajan el barro, y de igual manera buscan intervenir sus técnicas, utilizando métodos de fabricación modernos, esto con el fin de insertar conceptos digitales o crear nuevos productos con el fin de generar economías nuevas que involucren los productos de origen nacional.

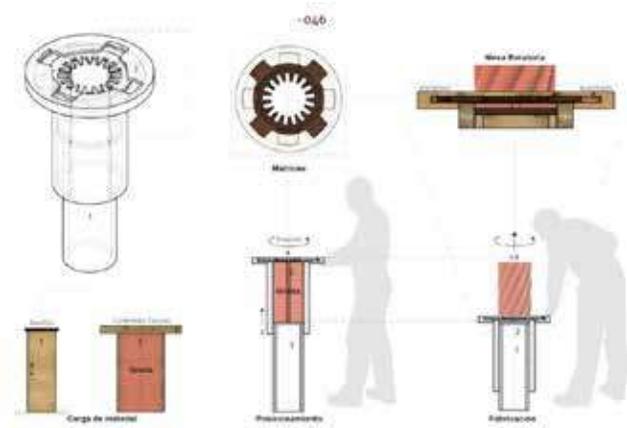
“NUDO representa una iniciativa piloto, que busca ser un proyecto punta de lanza para potenciar los motores de desarrollo local de actividades artesanales identitarias integrándolas al mundo contemporáneo del diseño mediante una cadena de comercialización.” (Alejandro Peñaloza Bavestrello, 2019)

El enfoque de este proyecto busca el desarrollo de nuevos productos, vinculándose de dos elementos fundamentales, el elemento cultura, el cual proviene de las técnicas artesanales con las cuales el proyecto fue desarrollado, y también con

referencias provenientes de nuevas formas de fabricación que incluyen los materiales presentes en los productos locales, en este caso el barro.

“La intervención se plantea por medio de la creación de objetos diseñados a partir de nuevos métodos de fabricación, generando un mercado de productos artesanales de diseños únicos y posicionándose en vitrinas de venta orientadas a un público específico.” (Alejandro





fabricación.

“Es por esto que buscamos agregar valor a productos con sello de origen, por medio de la creación de nuevos métodos de fabricación, intuitivos y fáciles de usar. Permitiendo así el co-trabajo entre la Artesanía y el Diseño, dando fruto a productos destinados a segmentos de nicho que puedan potenciar la economía del lugar y desplazar a los productos que no son producidos localmente” (Alejandro Peñaloza Bavestrello, 2019)

Peñaloza Bavestrello, 2019)

En este proyecto, se valoro el hecho de que las nuevas tecnologías como tal tienen una barrera que impide que cualquier otro individuo pueda adoptarlas en su uso de día a día o incorporarlas en sus procesos de fabricación artesanal, por lo que para que estas maquinas logren entrar en procesos de fabricación que posean un peso cultural, es necesario que se realice una adaptación por parte del diseñador, para que toma estos recursos tecnológicos y los aterrice en un medio que aquellos que no están totalmente habituados a estos métodos puedan incorporados y darles el provecho con el cual podrían generar cambios significativos a sus procesos de

Esta sensibilidad a la gente que produce aquellos productos que general la identidad cultural es aquello que hace que este trabajo de investigación resalte y se vuelva un referente importante para el contexto de este proyecto, ya que comprende que es el vinculo entre las personas y las nuevas tecnologías lo que permite el desarrollo a la innovación, y mas importante aún, entiende que en este espacio de vínculos, es que el rol del diseñador se vuelve relevante, ya que opera como agente entre quienes operan las maquinas y hacen funcionar estas nuevas formas de fabricación, que entienden como operan y saben que productos podrían surgir de estos métodos, pero de igual manera comprenden que

las técnicas tradicionales también merecen su propio nivel de estudio, demostrando así su propio valor y relevancia para la identidad de los objetos que producen.

Una de las mayores importancias para la actualización de las tecnologías presentes en la producción de objetos artesanales, es para que estas prácticas continúen llamando la atención de las personas jóvenes que viven en estos espacios y comunidades, ya que conforme la tecnología avanza, se vuelve mas tentativo buscar carreras afines a contextos mas modernos.

“Estos artesanos más jóvenes tienen una mentalidad mas “moderna” y abierta a nuevas técnicas y métodos de fabricación, están dispuestos a probar un nuevo método de trabajo que pueda potenciar su actividad haciendo algo distinto. ” (Alejandro Peñaloza Bavestrello, 2019)

Para contextualizar los resultados producidos por esta iniciativa, se consideran una mezcla de varios conceptos de diseño, entre ellos la artesanía tradicional, la fabricación producida gracias a herramientas de fabricación digital y también la ayuda del concepto del

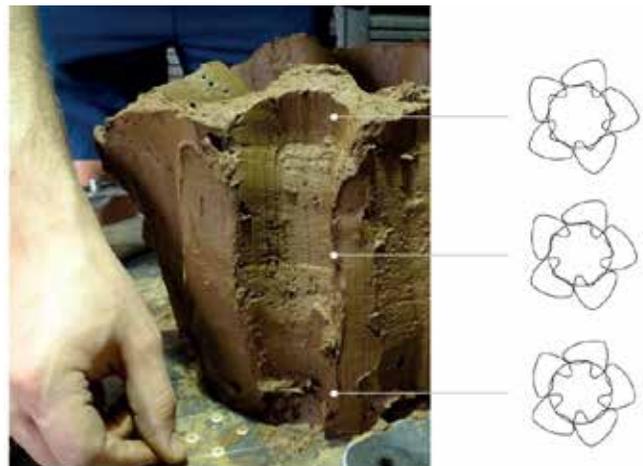


diseño paramétrico, todas estas cualidades se juntan para producir nuevos objetos y estos nuevos objetos en los cuales se puede ver la influencia de estas tendencias, podemos determinar de qué manera estas características insertadas pueden manifestarse de manera tal que agregan un valor al objeto final, produciendo así una obra que puede insertarse en distintos contextos comerciales.

“Pretende agregar valor a los productos con sello de origen, por medio de la creación de nuevos métodos de fabricación, fáciles de usar e intuitivos. Combinando el arte y el diseño con la artesanía, mediante la utilización de máquinas análogas y parametrizables que permitan la interacción del artesano con el objeto.” (Alejandro Peñaloza Bavestrello, 2019)

Finalmente, este proyecto se valora como referente debido a sus similitudes entre el enfoque en comunidades artesanales, uso de materia prima y inserción de nuevas técnicas de fabricación para la elaboración de nuevos productos, es decir es un proyecto que sigue una línea similar y que posee como objetivo algo similar a atraer con-

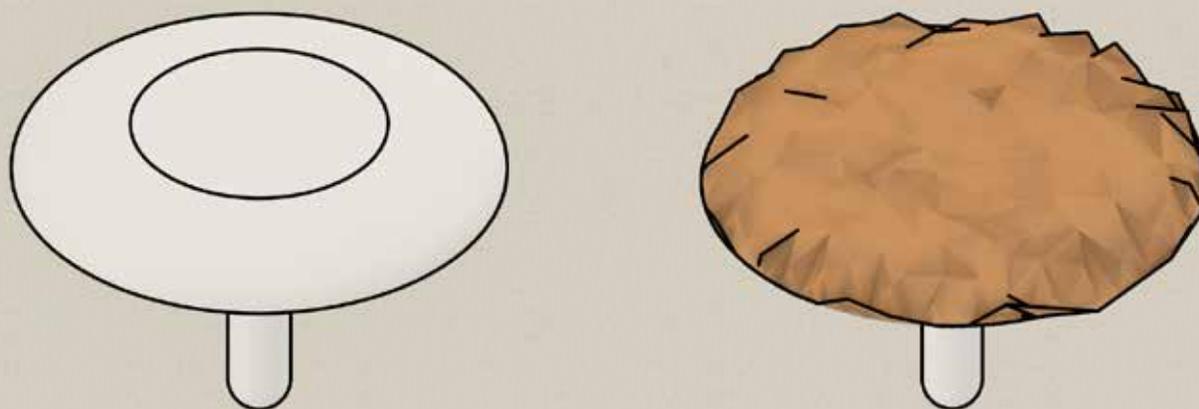
ceptos como el diseño paramétrico, pero utilizarlo de forma manual y comprensible para una mayor cantidad de personas, de forma que entregue un rol al diseñador, y el objetivo de aterrizar y democratizar nuevas tendencias, herramientas y tecnologías que ya se encuentran disponibles pero que contienen sus propias barreras de uso.



## Técnicas Tradicionales

En esta investigación, se explorarán diferentes técnicas de manejo de materiales propios del estado de Michoacán, específicamente materiales compuestos por tierra, tales como el barro o la cerámica, por lo que muchas técnicas utilizadas por los artesanos locales deberán de ser estudiadas y comprendidas para que se integren en los procesos de fabricación planteados.

Una de las técnicas que serán empleadas a lo largo del desarrollo del proceso es la técnica del roto casteo, la cual es una técnica ocupada por ceramistas para crear volúmenes vacíos, esta técnica consta de verter cerámica líquida en un molde de yeso o concreto y es muy común para la construcción de objetos en una escala mediana, es importante mencionar esta técnica como parte del estado del arte del proyecto, por que el proyecto en sí estará enfocado en rediseñar esta forma de producir objetos, reinventando la forma de organizar los moldes y permitiendo que este se vuelva un proceso mas dinámico.



Otra técnica estudiada y utilizada por los alfareros de barro rojo es la del trabajar con moldes de una pieza, la cual consiste en una figura comúnmente fabricada en madera o arcilla y es sujeta con una vara de madera, de forma en la cual es sujetado con una mano y el material se deposita por la parte exterior del molde, generando así un interior con textura uniforme generada por la textura del material y un exterior mas artesanal, generado por las manos o herramientas de quien trabaje este material. Una característica importante es que, al ser un molde de una pieza, es importante que no existan contra salidas en el molde, permitiendo así un des moldaje rápido y sin riesgo a romper la obre producida.

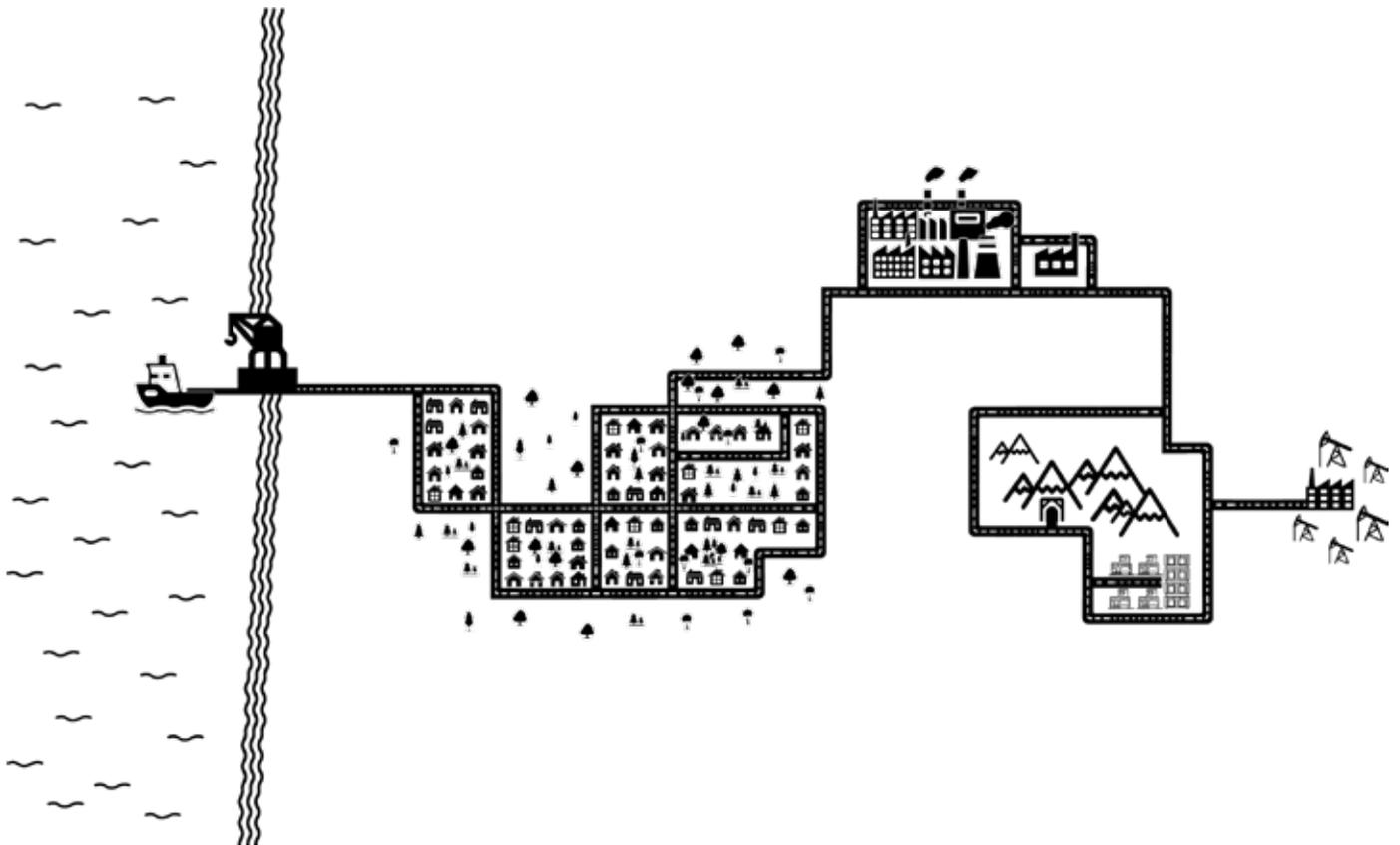


## **Marco Teórico**

Para esta investigación el marco teórico se desarrolla de manera en la cual se explican distintos conceptos y sus respectivas definiciones, estos conceptos son los que dan forma al proyecto y son relevantes para su comprensión general.

## El diseño democrático

La relación de los consumidores frente a los objetos de diseño se puede observar mediante nuestro modelo de consumo, en el cual los bienes consumibles se adquieren en tiendas virtuales o físicas y ofrecen alternativas a nuestras necesidades, bajo esta función los consumidores deben escoger sus productos y no formar parte del proceso en el cual estos productos son diseñados "el participante subyugado puede aspirar, como mucho, al papel de receptor y alumno, mientras que un productor/constructor/ diseñador puede conseguir la condición de participantes estratégico y su correspondiente papel en la toma de decisiones." (Sangüesa, 2014).



No obstante, existe un movimiento que busca el empoderamiento del consumidor y volverlo parte del proceso creativo, esto se consideraría como el movimiento "maker", movimiento que ha adquirido fuerza con los años y que se comprenderá bajo la definición de "la identidad en base al acto de crear", de modo que aquella persona que repara es artesano, es aficionado o es inventor puede definirse como tal." (Morales Martínez & Dutrénit Bielous, 2017) (p.8), por lo que plantean un movimiento de consumo ligado a la auto producción de bienes, lo que incluye conocimiento sobre como producir estos bienes, por lo que las comunidades makers son fuertes incentivadores a la democratización del conocimiento "Los valores que los Maker enaltecen son aquellos en torno a la idea de que se debe compartir abierta y libremente el conocimiento y las herramientas, además de descentralizar el conocimiento" (Martínez, 2018).

Podemos comprender cambio de paradigma que ofrecen estas comunidades, ya que ofrecen la oportunidad de que aquellos que desean un bien, e informen sobre ello y sean capaces de desarrollar las habili-

dades técnicas necesarias para poder crear sus objetos de consumo, esto crea el nacimiento de un nuevo concepto, el de un "prosumer" el cual es "prosumer, usuario productor y consumidor" (Fiel, 2016) , este desarrollo técnico se ve beneficiado por la divulgación de fuentes de conocimiento colectivo, la cual se puede encontrar en foros web o en páginas en las cuales los prosumer de diferentes lugares pueden compartir sus conocimientos y de manera colectiva crear fuentes de información para quienes deseen aprender de estas áreas del conocimiento. Esta es una mirada también compartida por Ramón Sangüesa ya que el describe que "Las tecnologías digitales son al mismo tiempo un medio de comunicación y un medio de producción, no solamente herramientas de comunicación para el debate." (Sangüesa, 2014)

Podremos llamar un diseño democrático a uno creado a partir de herramientas que fueron pensadas para facilitar esta acción ya que "el procomún del software libre es vital para el desarrollo del movimiento Maker, y se ha generado el mismo fenómeno de forma parecida ahora con el hardware libre." (Morales Martínez & Dutrénit Bielous,

2017) (p.10), lo que significa que durante este proceso de democratización, se han desarrollado no solamente programas digitales que promueven esta práctica, sino que también herramientas físicas que lo permiten, descrito también como "La impresora es una herramienta de empoderamiento del individuo porque nos acerca a posibilidades de fabricación que antes solo existían en las fábricas" (Ortega, 2016) de esta forma la tecnología se vuelve parte del proceso democratizante del diseño.

## Homogeneización del diseño

El diseño como practica es el trabajo de crear formas o objetos que cumplan una función específica, por lo que es un proceso que incluye la creatividad del diseñador y depende de sus herramientas a mano para su desarrollo. Por lo que en un contexto internacional en el cual la divulgación de tecnologías de fabricación y de métodos de diseño, la tecnología presente influye en nuestra manera de crear, por lo cual al estar influenciados por las mismas técnicas es esperable que los resultados comiencen a volverse similares "En todo el mundo estamos siendo testigos de la homogeneización del entorno construido a medida que se convierte en un páramo industrial inhumano" (Salingaros, 2018) P.14. Dicho de otra forma, los resultados de los procesos de diseño en diferentes culturas están volviéndose cada vez mas parecidos, lo que podría llevar a una perdida de la identidad.

El uso de programas de diseño puede facilitar la creación de formas y acelerar el proceso de trabajo, no obstante, junto con el uso del programa existe una curva de aprendizaje en la cual los diseñadores deben aprender a usar las herramientas que tienen presentes, en esta curva es cuando la creatividad comienza a centrarse en los usos preestablecidos de las mismas y quienes las utilizan pueden comenzar a centrar sus creaciones en las posibilidades que vienen establecidas o enseñadas.



“El uso superficial de software para crear formas extrañas, que ha seducido tanto a los arquitectos como a sus clientes, no es una verdadera innovación. Solo parece innovador para aquellos sin un conocimiento más profundo del diseño y la forma.” (Salingaros, 2018)

Bajo esta mirada podemos apreciar que las herramientas digitales pueden a portar a una homogeneización de las creaciones de diseñadores, arquitectos y artistas de diferentes partes del mundo, esto debido a que posiblemente quienes dominan estas herramientas aprenden por medios similares, utilizando redes digitales para ver tutoriales que nos enseñan de la misma forma y entregan las mismas conclusiones, sin espacio para insertar estas herramientas en un marco cultural, de esta forma hace falta recordar que “Las herramientas digitales son solo herramientas. La identidad como parte de una metodología de diseño práctica es capaz de crear una nueva arquitectura adaptable”. (Salingaros, 2018)

Estas herramientas brindan posibilidades de diseño que carecen de identidad las unas con las otras, ya que, si provienen de un ejercicio técnico, y no poseen un peso cultural del cual puedan colgarse o que permita su estadía en una cultura, "dejamos de entender y valorar la producción cultural basada en la retroalimentación directa que crea un ambiente sanador." (Salingaros, 2018), lo cual impide que estos objetos evolucionen a partir de una inserción en una cultura específica, la cual podría eventualmente reinventar al objeto dando un contexto, ya que "Un lenguaje de formas evoluciona a medida que se adapta a las necesidades cambiantes, inspirándose en elementos de diseño prácticos desarrollados en cualquier momento y en cualquier lugar. (Salingaros, 2018).

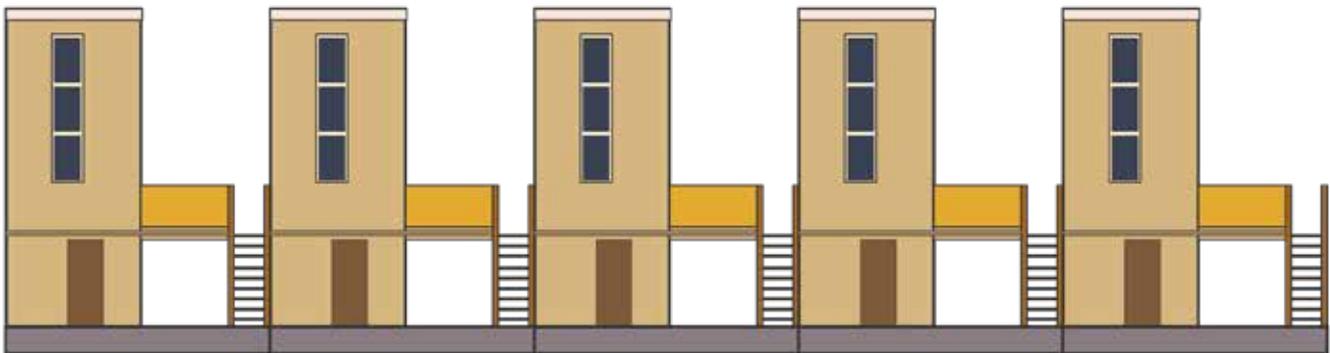
Por lo que se determina que es la cultura en la que se integra un objeto, lo que le puede dar una identidad y uso al objeto en sí.



## Lo paramétrico como espacio de personalización

El diseño paramétrico puede ser una estrategia de diseño que busca la adaptabilidad, busca formar configuraciones varias que puedan acomodarse a las necesidades de quien lo esté ocupando, de esta forma es que podemos encontrar "familias" de diseños, es decir grupos geométricos que conforman un grupo reconocible con grandes similitudes, no obstante cada parte de este conjunto contiene sus propias características, posee sus propios volúmenes y medidas, de este modo podemos comenzar a ver que parámetros de diferenciación podemos encontrar en cada configuración y encontrar con ello aquella que nos conviene más, aquella que cumple de mejor manera aquellas necesidades del usuario seleccionado.

La personalización está conectada a la expresión cultural y es una necesidad humana y es una elección que cambia la forma de ser de varios individuos "un prosumer es aquel que no se limita solamente a consumir, sino que es participe del proceso de creación de las herramientas, utilidades y productos que todos necesitamos y consumimos; el productor/consumidor." (Ortega, 2016).

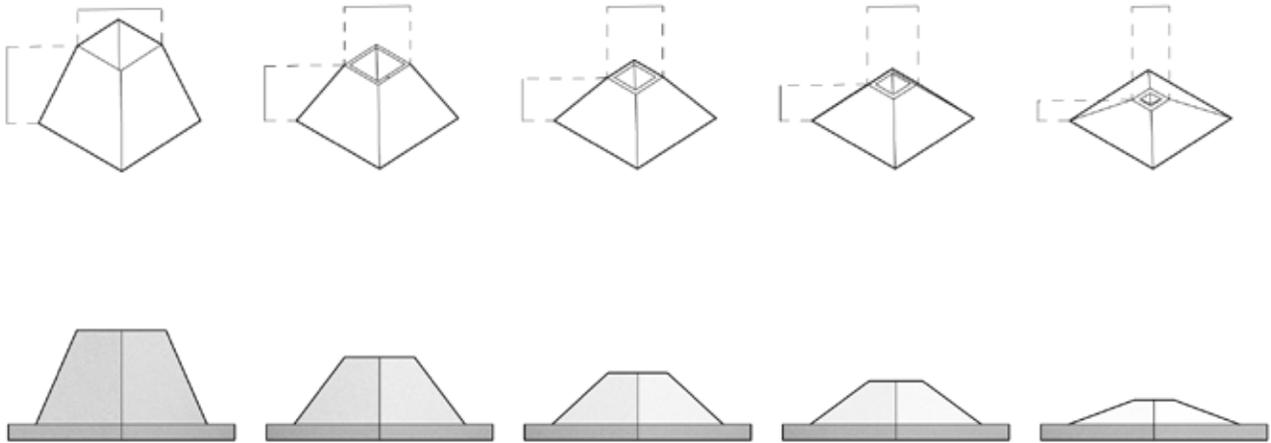
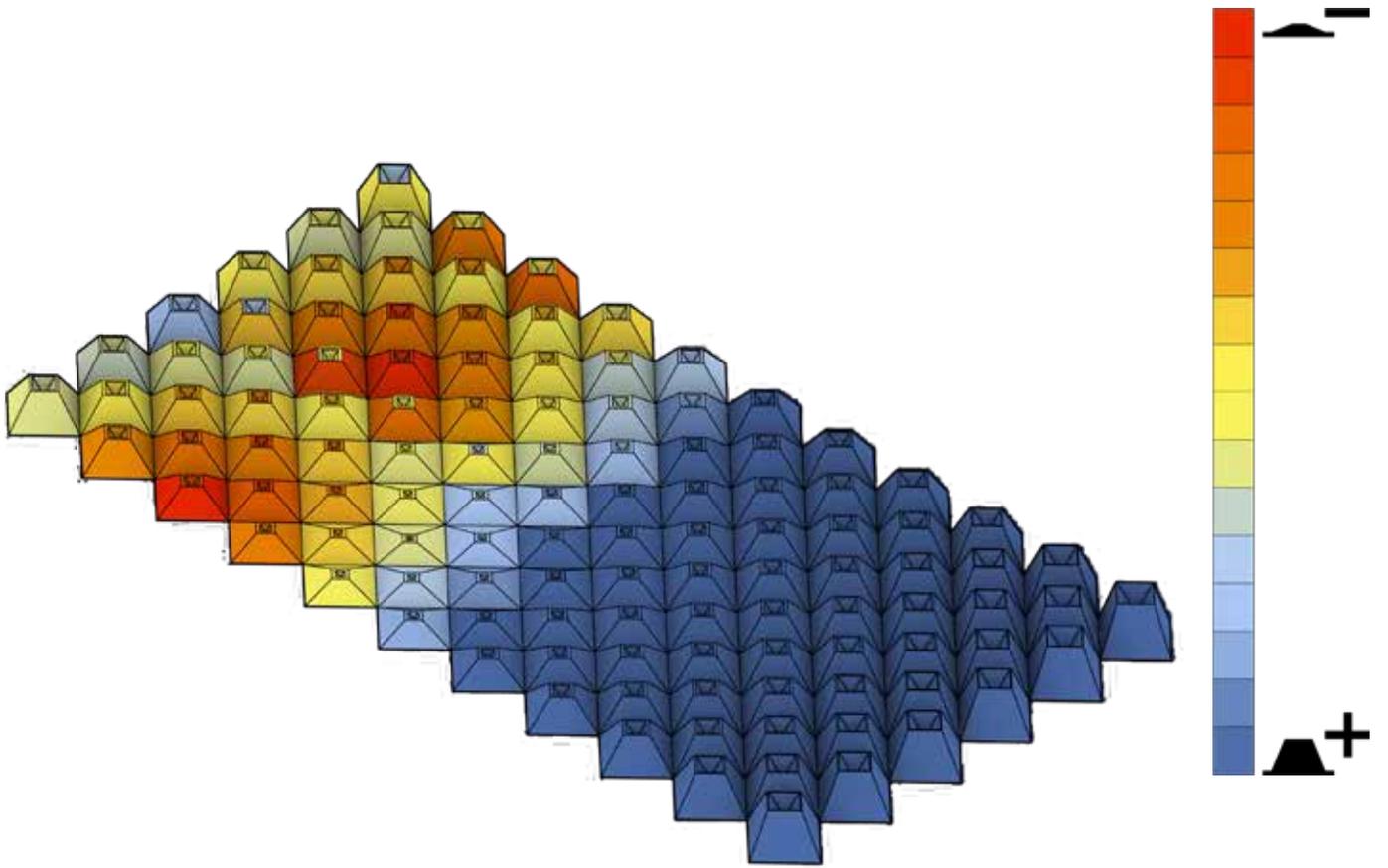


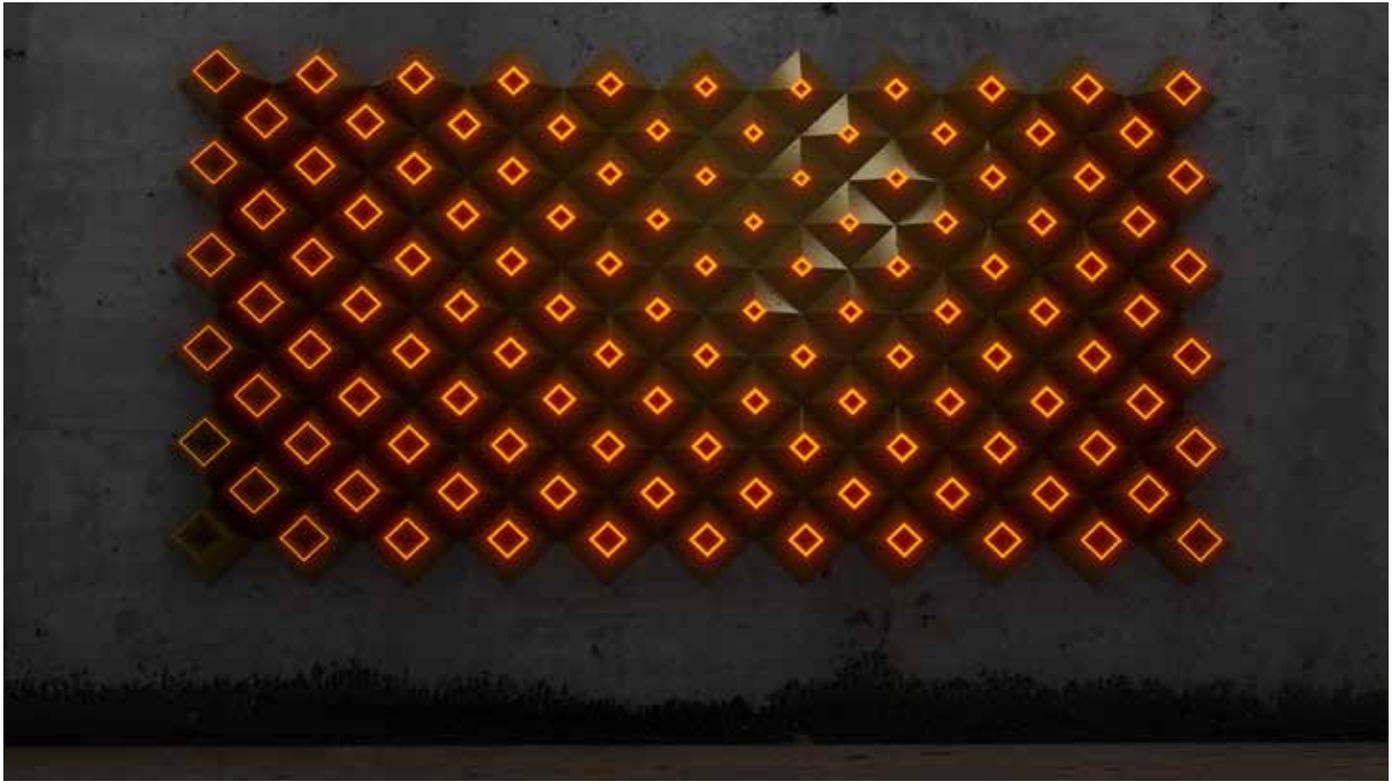
La personalización es el derecho para cambiar aquello con lo que estamos conviviendo, usando o habitando, es una extensión de nuestra identidad y nos permite estar cómodos con nuestro entorno, de esta forma podemos comenzar a evaluar la idea de lo paramétrico como un espacio de personalización, como una manera en la cual tu nunca adquieres un objeto hecho para todas las medidas, si no que uno que al ser consumido sea especificado para las necesidades específicas, porque no es un objeto lo que se esa adquiriendo, es un diseño flexible capaz de cambiar y de volverse lo que cada uno necesita.



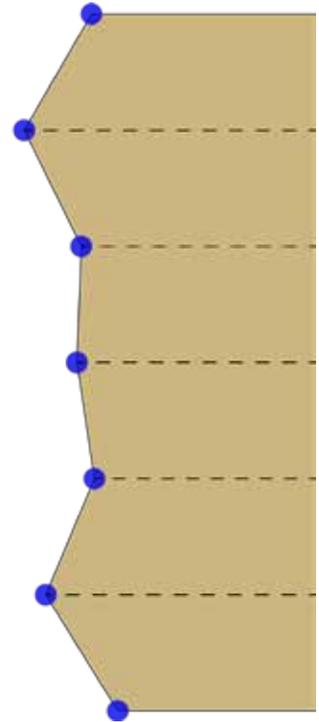
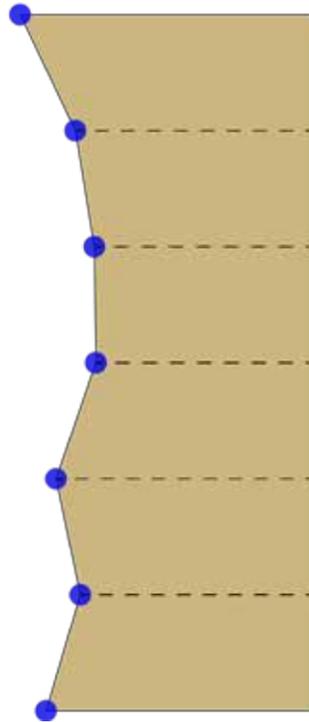
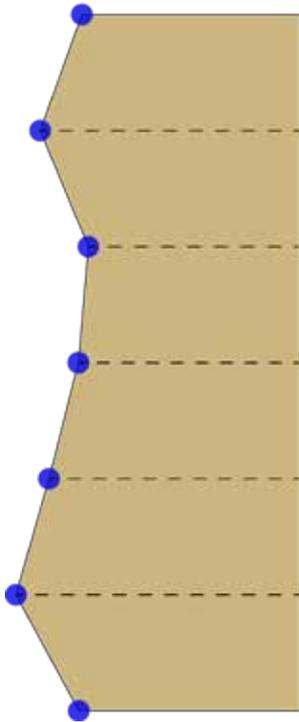
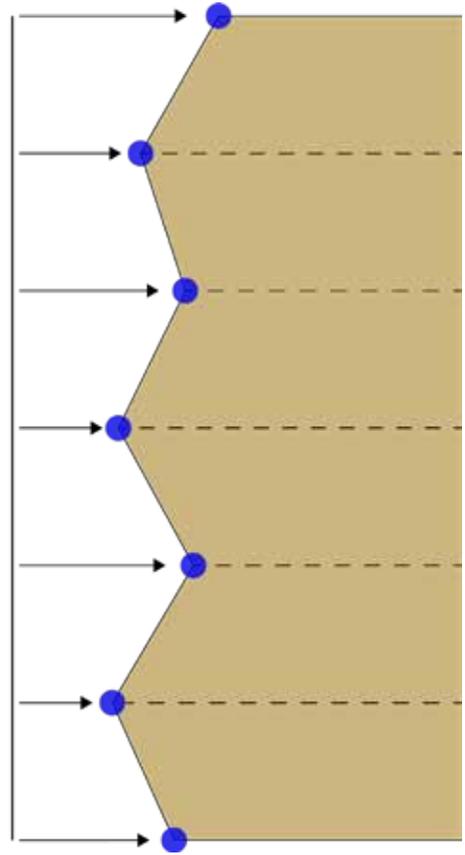
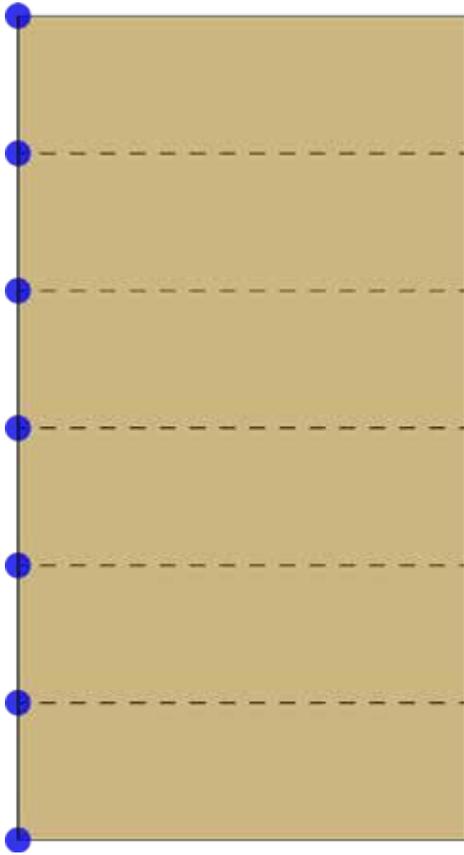
## **El diseño paramétrico**

El diseño paramétrico, será entendido en esta investigación, como aquel que este compuesto por parámetros, es decir, son formas que están construidas a partir de valores que informan una o varias de sus propiedades y medidas, tal como lo describe el arquitecto Marc Aurel Schnabel "el concepto subyacente del modelado paramétrico se basa en datos, variables y su relación con otras entidades, que luego pueden responder a las variaciones de los datos de entrada" (Schnabel, 2007), esto está estrechamente ligado a la mirada desde la computación sobre el significado de un parámetro, lo cual podría ser "En las ciencias de la computación, un parámetro es una variable que puede ser recibida por una rutina o una subrutina (que utilizan los valores asignados a un parámetro para modificar su comportamiento en el tiempo de ejecución). (Navarrete, 2014).



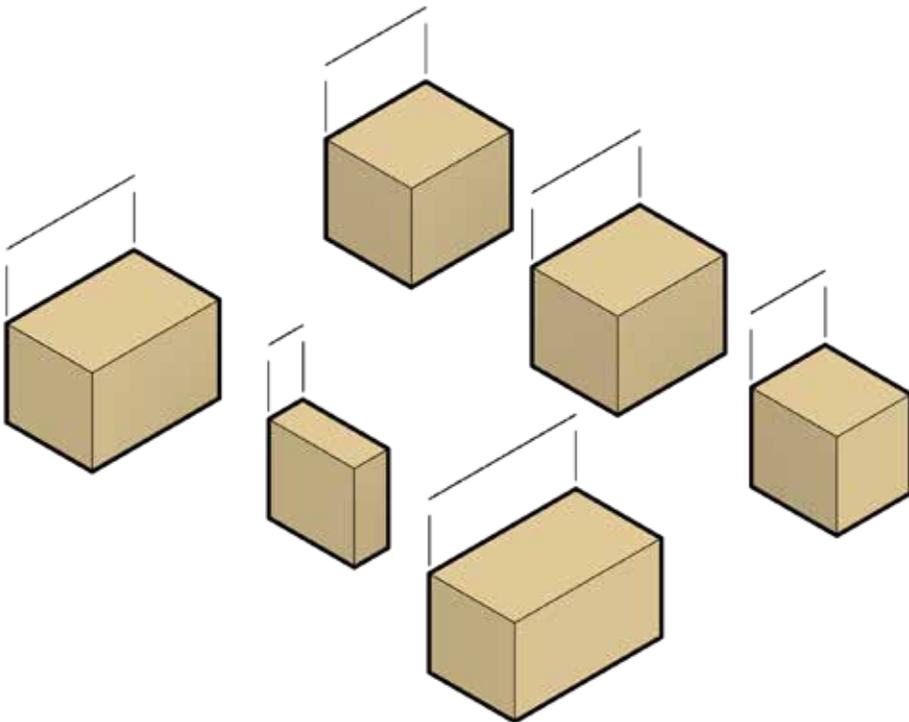
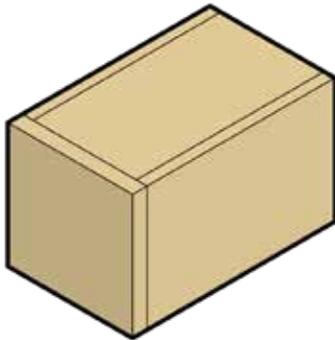
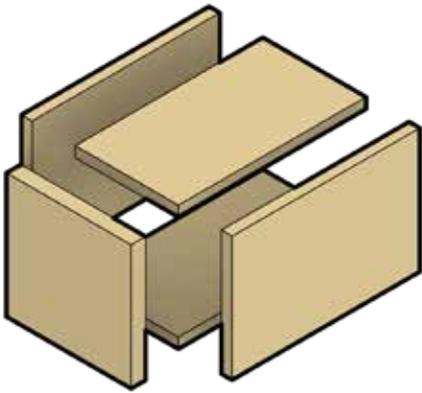


Una manera de determinar que parámetros son los afectados por una estrategia de diseño paramétrico es la de tomar varias formas y ordenarlas de tal manera que se expongan patrones entre las unidades, exponiendo de esta forma las variaciones y permitiendo que se describa una historia sobre los posibles cambios que pueda sufrir una geometría, ya que estas geometrías son el resultado de información externa que está siendo insertada en ellos para así causar alguna forma de cambio "Se pueden establecer enlaces a una variedad de datos y posteriormente usar como base para generar formas geométricas utilizando herramientas de diseño paramétrico." (Schnabel, 2007).





De esta forma podemos ver que el diseño paramétrico si bien posee su valor objetual de manera intrínseca, el valor que obtiene la estrategia de diseño paramétrico solo surge a partir de la capacidad de la familia de objetos de volver explícita en que manera es que las geometrías se ven manipuladas por sus parámetros de cambio. Estos parámetros pueden depender de varias fuentes, en algunos casos las proporciones de los objetos o sus grosores y medidas, pueden deberse a elementos como los recursos presentes a la hora de la fabricación, ya que pueden encontrarse materiales de distintas propiedades, de igual manera y tal como se describe "Las técnicas de diseño paramétrico sugieren soluciones controlables y adaptables en una etapa anterior del proceso que reaccionan a las situaciones dadas y los resultados." (Schnabel, 2007) , por lo que es esperable que el diseño paramétrico ofrezca versatilidad frente a posibles variaciones o nuevos contextos frente a la hora de implementar un diseño.





Uno de los deberes del diseño paramétrico que cuando se piensa en un objeto adaptable a necesidades del usuario, no solamente habla de comodidades que podrían ofrecer el objeto en sí, también se refiere a comodidades de fabricación y adaptabilidad a las tecnologías presentes en el contexto de quien pretenda construir o consumir el objeto.

Otra forma de variación dentro del diseño paramétrico es aquella que se constituye a partir de una narrativa geométrica, una historia que se cuenta a partir de cambios en las medidas de la morfología y que no dependen de una materialidad, si no que de un objetivo consiente y concreto que busca ser transmitido, el objeto paramétrico es una historia que puede transmitir o provocar sensaciones gracias a que no es algo estático si no una variación que puede responder, y depende del diseñador a cargo de las propiedades paramétricas que sea definido que es aquello que busca transmitirse.

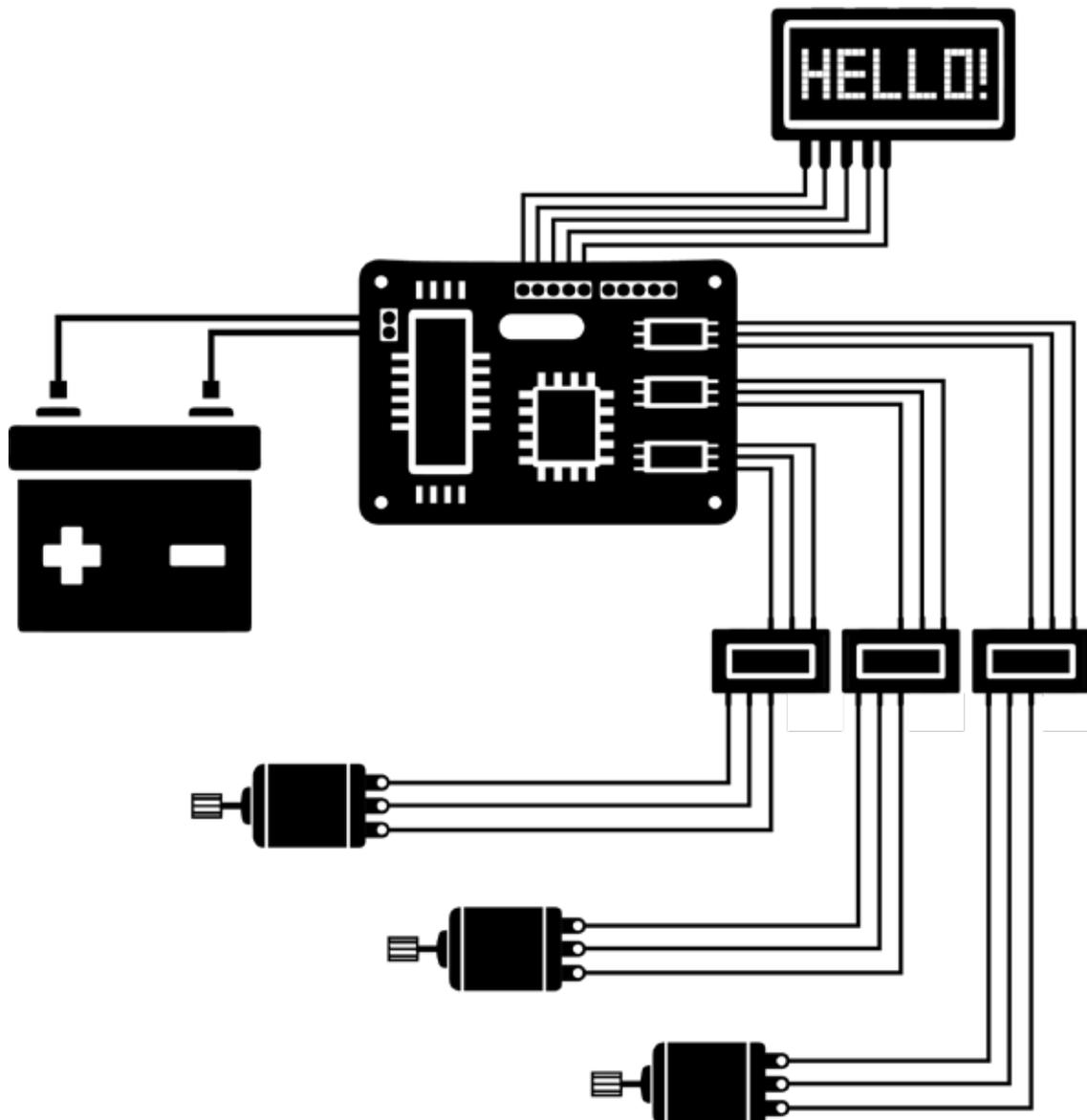
## **La fabricación digital**

La fabricación digital es un concepto que nace desde la idea de aparatos que podrían ser operados por un individuo capacitado, sean en su lugar operadas por un computador que controle los parámetros de fabricación de la máquina, otra manera de describirlo sería también "la fabricación digital es el conjunto de tecnologías integradas mediante las cuales se hace posible la digitalización de los procesos de fabricación" (Lorenzo Cueva, 2017).

De esta forma nacen las diferencias entre fabricación tradicional y fabricación digital, esta última tiene sorprendentes ventajas, tanto en versatilidad como en comodidad ya que no depende de grandes industrias con mano de obra capacitada, en lugar de eso es un nuevo medio que democratiza a fabricación de manera que "se acerca el momento en el que las cosas se puedan fabricar allí donde son requeridas, en la cantidad requerida, y con las adaptaciones o personalizaciones que sean necesarias" (Ortega, 2016).

Otra característica importante so-

bre los procesos de fabricación digital es la diferencia de capacitación que se le impone a un operador de alguna máquina de impresión 3D, contra un operador análogo, por ejemplo tomando a un maquinista que está realizando perforaciones sobre una tabla de madera, este individuo está moviendo una perilla de un taladro mecánico y moviéndola de manera que hacerlo genera una determinada profundidad en la cual el taladro estaría perforando el material en cuestión, si bien quien opera esta máquina tiene control sobre ella, su precisión se puede deberá muchos factores, ya sea su experiencia personal realizando la acción en juego o a partir de parámetros fijos, tales como un tope en la máquina, que impide perforar más haya de cierto punto, o una señal colocada, tal como una línea dibujada sobre la punta del taladro, indicándole que existe un límite que no debe sobrepasarse. En un caso contrario podríamos evaluar el mismo trabajo utilizando un con-

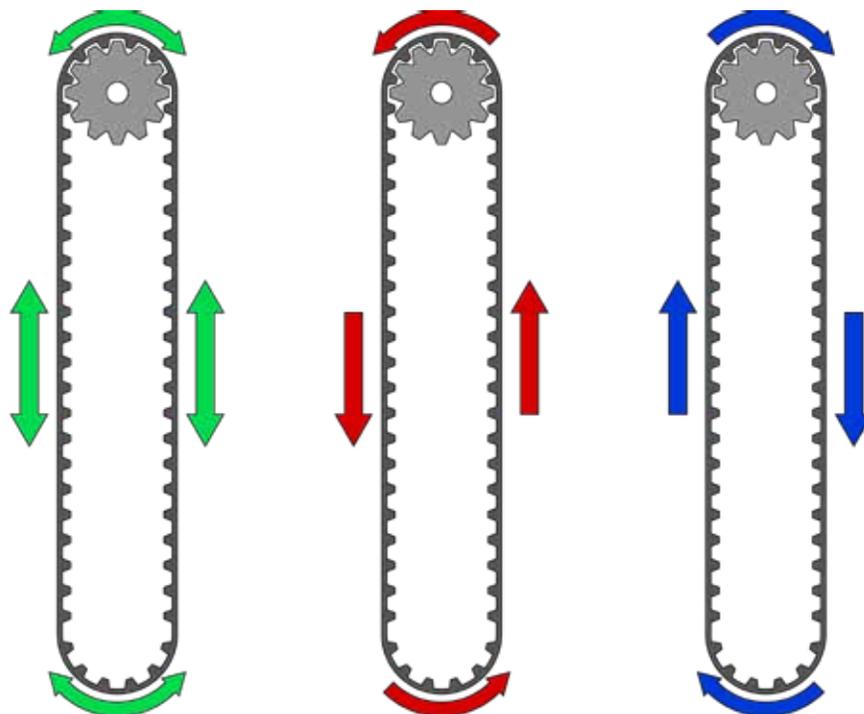


trolador, el cual movería la misma perilla que el maquinista, con la diferencia de que este aparato estaría controlándola a partir de motores con una cantidad controlada de grados de giro, por lo cual se logra concretar un diseño con mayor precisión, ya que las máquinas no improvisan sobre el trabajo que se les ha confiado, una vez que un diseño ha sido programado y la máquina lee el diseño, buscara realizar el trabajo tal como se le indica.

Una máquina de fabricación digital tiene más que ver con la manera en que opera a lo que específicamente hace, tal como lo describe el profesor de fabricación digital Adam

Jorquera "la fabricación digital no es una herramienta concreta, sino que se define más específicamente por un conjunto de herramientas" (Ortega, 2016) (pag.6). Lo que permite una máquina realizar movimientos precisos es el uso de motores eléctricos, y existe una variedad de los que realizan un trabajo específico, los más comunes en estos casos son los llamados "motores de paso a paso" o "Steppers", y poseen la cualidad de controlar el ángulo en el que se encuentran y a cuál esperan llegar.

La principal ventaja de estas herramientas es el aspecto de control que ofrecen, ya que es posible indicarle desde un ordenador cuantos

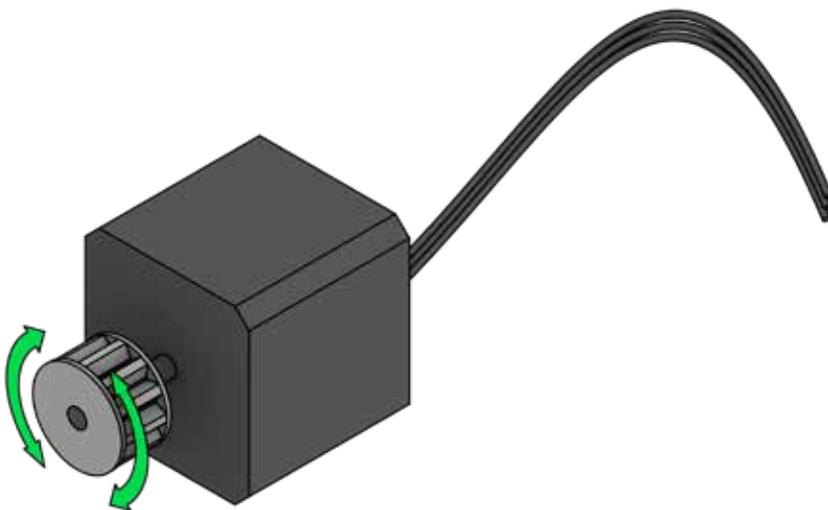


pasos de dar, y este motor girara la cantidad de pasos deseados, esto permite coordinar varios de estos motores de manera tal que se pueden alinear con rieles y permitir un movimiento coordinado a una grilla de posiciones, esto permite que las llamadas máquinas de fabricación digital, lleven diferentes herramientas a diferentes puntos de su espacio de trabajo y es una función transversal entre las herramientas de fabricación.

Un principio fundamental que permite el uso de herramientas de fabricación digital, es el uso de la digitalización de geometrías, es decir que las formas continuas que se generan a partir de programas de diseño, son segmentadas en "capas" o niveles, y cada uno de estos

niveles presenta un vector, o un "camino a seguir" lo cual le permite a la máquina utilizar sus motores para que un punto controlado se mueva a lo largo de los vectores determinas, luego otro motor que crea un eje de profundidad, permite que a máquina trabaje uno d estos ejes después del siguiente, creando asi una virtualización física de un trabajo diseñado. Este trabajo coordinado de motores que construyen ejes es lo que permite que las máquinas de fabricación digital llegan a construir geometrías siempre y cuando estas existan de una forma vectorial, es decir que sean una geometría existente en modo de coordenadas y vectores, las cuales pueden enviar instrucciones a un controlador.

Dentro de las máquinas de fabricación digital, existen dos prin-

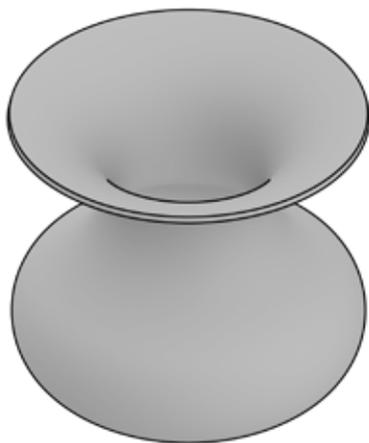


principales tipos de fabricación, la "sustractiva" y la "aditiva", en conjunto también existe la técnica de fabricación mixta y aquellas máquinas que doblan o modifican una geometría sin restar o agregar más material, por ahora este trabajo se concentra en definir los primeros dos tipos de métodos de fabricación.

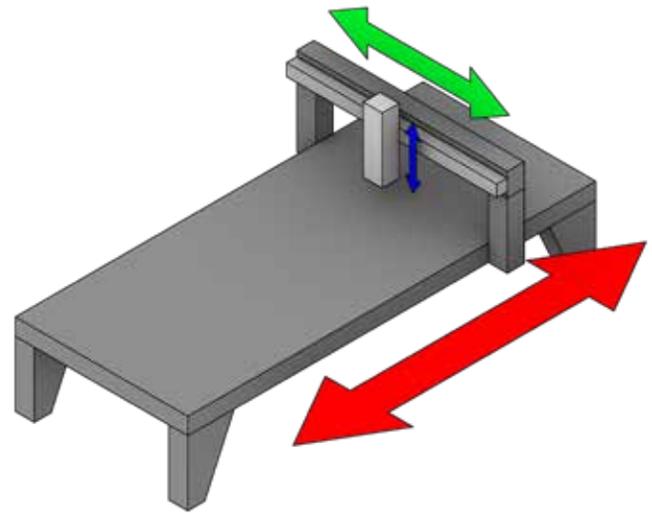
### **Fabricación Sustractiva**

Tal como lo indica el nombre, la fabricación sustractiva es aquella que resta material y puede describirse rápidamente como "El mecanizado por arranque de viruta, también conocido como manufactura sustractiva, remueve material de un bloque sólido (materia prima) hasta lograr la forma deseada en la pieza final. Para este proceso se utiliza una herramienta de corte que puede tener uno o varios filos, arrancando grandes cantidades de viruta (material cortado) al ser desplazada sobre la pieza de trabajo." (Maldonado, 2020).

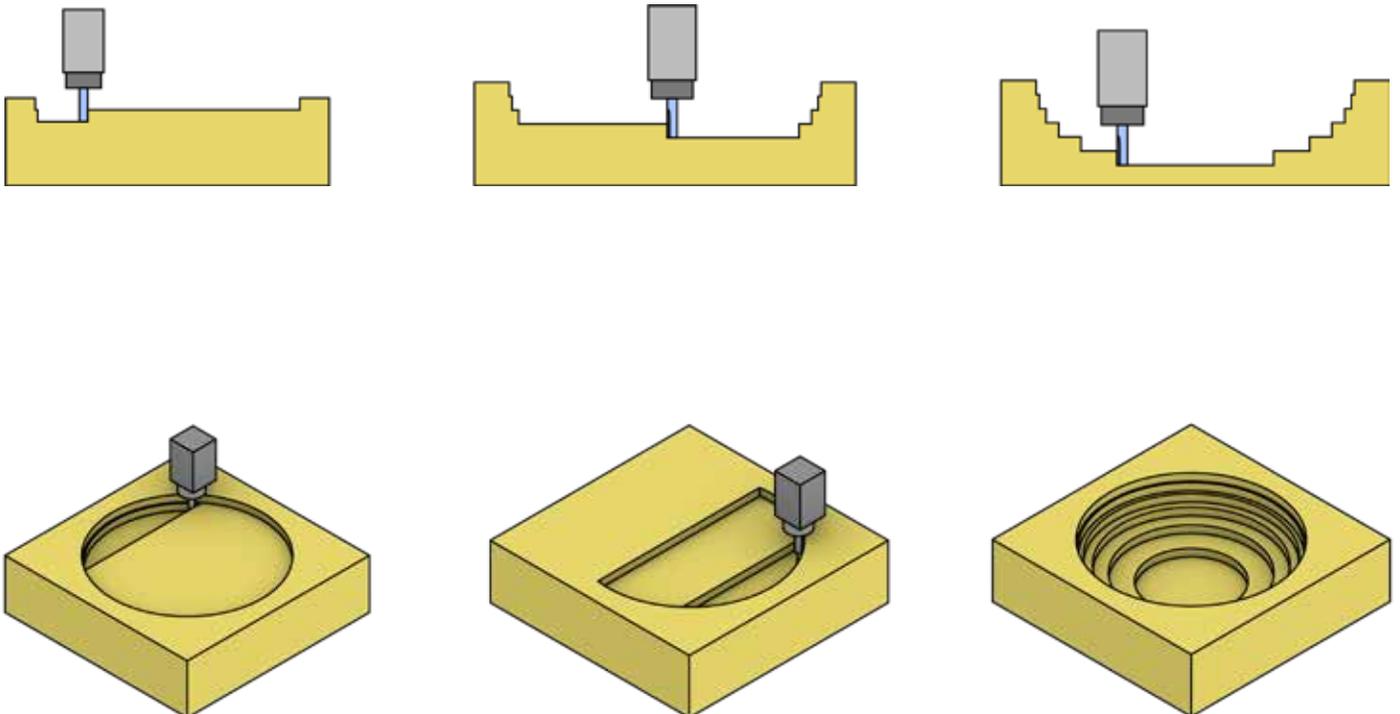
Las máquinas de fabricación sustractivas deben de tener algún tipo



de herramienta que puede cortar, desbastar o retirar material de una superficie, lo que permite que se esculpan formas desde un bloque de material, este funciona tanto en cortes en dos dimensiones, tal como en el corte laser o corte plasma, o en tres dimensiones, como lo hace los routers CNC y los brazos mecánicos, este último ejemplo de sustracción de material en tres dimensiones permite la creación de positivos o negativos, lo que significa esculpir la forma física de un objeto o crear un molde del mismo para que sea utilizado como molde.



### **Fabricación Aditiva**



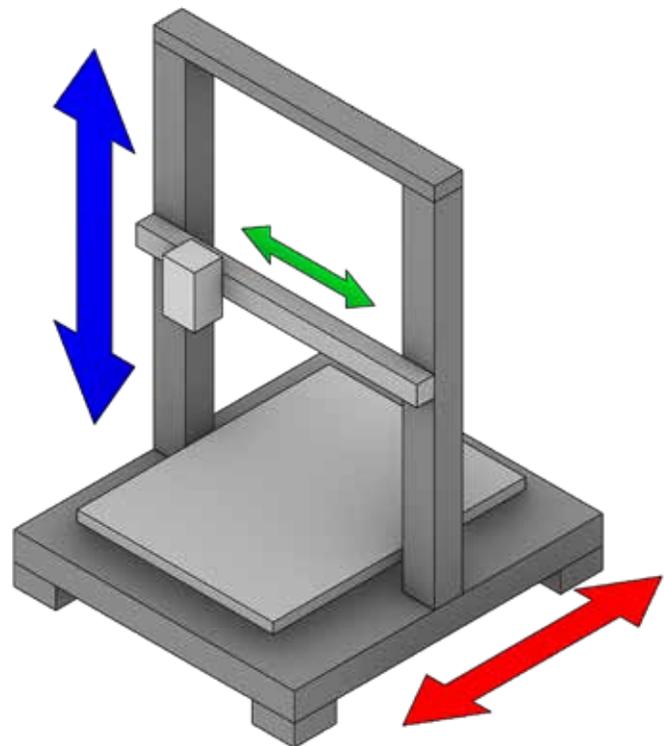
De igual manera, la fabricación aditiva, es el método de fabricación que consiste en la adición de material de manera que el conjunto de capas o niveles, construyen un objeto completo, tal como se describe en el texto "Fabricación Digital: Introducción al modelado e impresión 3D" "Fabricación aditiva es el nombre técnico que engloba todas las tecnologías de impresión 3D, se trata de la fabricación de objetos tridimensionales por aportación de material en vez de sustracción" (Ortega, 2016).

Este tipo de fabricación comienza con el proceso de dividir el modelo de manera digital, creando "niveles" que son representados en dos dimensiones, luego es la unión de cada nivel lo que crea la tridimensionalidad del objeto final. Un ejemplo clásico de este sistema es la impresión 3D, ya que deposita material de manera constante y depositándolo igualmente sobre sí mismo, de esta forma es que se constituyen los objetos.

Otra de las características de la fabricación aditiva es que es un

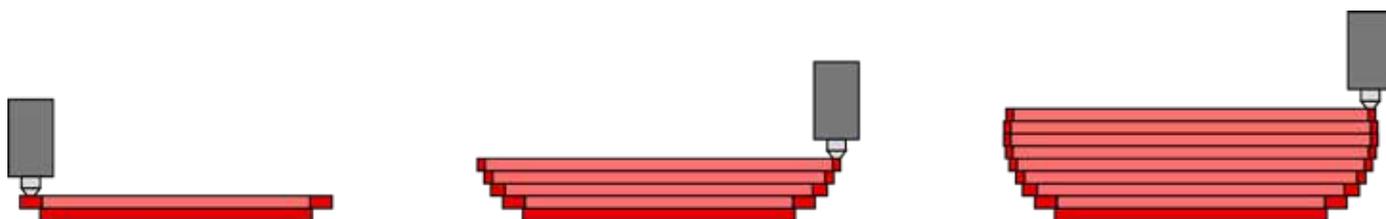
método de fabricación que se ha vuelto cada vez más accesible y es actualmente una de las tecnologías de fabricación más comunes a nivel hogareño, tal como se describe en la investigación de Mónica Van Fiel:

De entre todos los procesos existentes, la tecnología de Modelado por Deposición de Fundente (Fused Deposition Modeling, FDM) ha conseguido, por su bajo coste, ser la primera de las tecnologías que ha logrado su democratización. En 2009 expiró la patente de FDM de S. Scott Crupp,<sup>4</sup> lo que provocó una exponencial expansión del movimiento open-source y la creación de nuevos modelos de impresoras. (Fiel, 2016). Esta democratización de las tecnologías de manufactura, son un gran



potenciador para las comunidades de creadores que buscan crear productos a partir de un interés propio, y expone la idea de que el modelo de consumo actual se encuentra en camino a una nueva revolución.

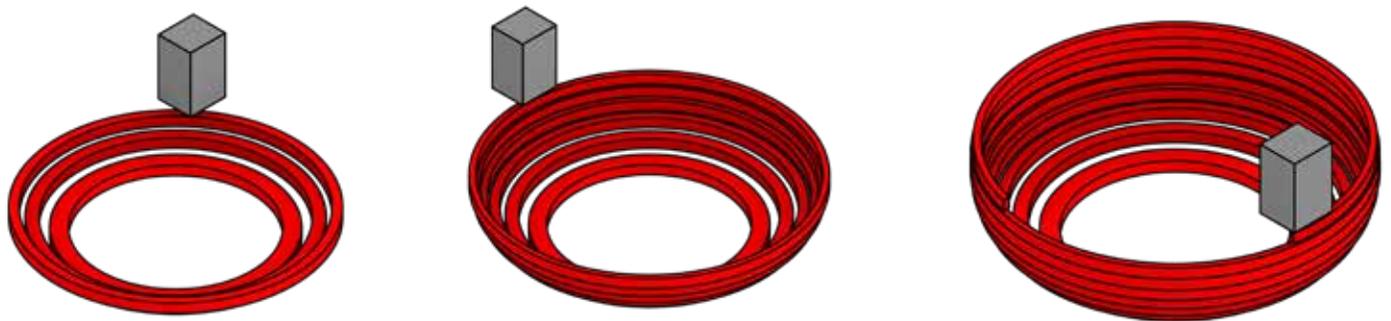
“Se considera que habría un renacer del artesano en el siglo XXI, ubicado en comunidades locales, sensible a las tendencias dominantes y estableciendo asimismo una relación más cercana con el consumidor, aprovechando la infraestructura local de tecnologías aditivas a costos competitivos.” (Morales Martínez & Dutrénit Bielous, 2017)  
De esta forma es que el vínculo entre tecnologías de fabricación y



desarrollo cultural se juntan gracias a las características democratizadoras que poseen estas tecnologías y el fuerte impacto que pueden llegar a tener sobre los conjuntos locales que las practican y promueven, lo cual impacta tanto a las comunidades creadoras y al mundo del emprendimiento, "Así, pues, la "democratización de la innovación" se presenta conectada a esquemas empresariales como la open innovation, que no están en absoluto dirigidos a aumentar la agencia de los ciudadanos, más allá de su posible independencia económica como emprendedores." (Sangüesa, 2014).

Esto demuestra la importancia que la inserción de estas tecnologías,

y el aprovechar sus características de impacto en el conocimiento local, entendiendo que el desarrollo de estos medios puede incluso tener impacto en las economías locales, impulsando los negocios existentes y abriendo las puertas a la innovación.



## **Implementación de la impresión 3D en diferentes campos laborales**

Actualmente, la impresión 3D es una herramienta que ha comenzado a facilitar diversos procesos de producción, junto con la modelación 3D, ya que en conjunto se potencian para ofrecer soluciones en distintos rubros. "Grandes empresas en el mundo de la joyería emplean no solo la impresión 3D sino también el diseño digital, requerido como insumo de impresión, para realizar catálogos digitales a bajo costo y fabricar joyas sobre pedido" (Muñoz, 2016). Por lo tanto, es una tecnología capaz de adentrarse incluso en espacios que previamente se han relacionado con un rubro considerado netamente artesanal, brindándole nuevas herramientas digitales.

"La impresión 3D está en capacidad de realizar diseños que no podrían hacerse a mano o que requerirían empates y soldaduras que la tecnología disminuye o elimina por completo, logrando piezas más finas y prolijas" (Muñoz, 2016).

De igual manera, la impresión 3D no se limita solo a la fabricación de productos u objetos de diseño,

sino que también puede facilitar la creación de herramientas o utensilios que mejoren la vida de personas que no tienen acceso directo a estos bienes. Asimismo, la impresión 3D puede incorporarse en procesos más complejos en diferentes contextos, capaces de entrelazarse gracias a la conectividad generada entre los usuarios de estas tecnologías.

"Permite compartir fácilmente los recursos desarrollados con otros grupos o individuos, facilitando el acceso de investigadores en países en desarrollo o regiones pobres a herramientas y dispositivos, en ocasiones muy caros, pero que pueden ser impresos en 3D a un coste muy inferior y, además, con características específicas ajustadas a sus necesidades concretas" (Ortiz Gil, 2019).

El desarrollo de herramientas específicas también puede estar vinculado a la fabricación digital, ya que permite crear productos que, de otro modo, requerirían una inversión mayor y la producción en gran volumen para ser rentables. Esto se aplica, por ejemplo, en espacios artesanales autóctonos, donde los utensilios son de origen tradicional y no responden a una morfología universal. Potenciar las

herramientas tradicionales a través de la fabricación digital podría significar un crecimiento en la calidad de los productos artesanales.

“La manufactura aditiva hace posible disponer en los laboratorios de objetos quizás únicos por sus características, útiles en casos muy particulares, que serían muy caros y lentos de producir a través de procedimientos tradicionales” (Ortiz Gil, 2019).

El ámbito del trabajo artesanal podría beneficiarse de la fabricación digital, permitiendo a diferentes actores acceder a técnicas de producción que les permitan obtener resultados más eficientes o completos, facilitando su trabajo habitual o aumentando su capacidad de producción.

“Un sistema de fabricación rápida de maquetas y prototipos es aquel que, partiendo del modelo electrónico de un proyecto de construcción, obtiene de forma rápida, automática y fidedigna una maqueta física del proyecto a una escala previamente definida” (Domínguez, 2013).

En este sentido, ya se ha hablado sobre la producción artesanal, pero también se debe mencionar que áreas

profesionales, como la arquitectura o el diseño industrial, se ven fuertemente beneficiadas por estas tecnologías de fabricación, especialmente en el ámbito representativo. En estos campos, se utilizan maquetas o prototipos funcionales para el desarrollo de soluciones o la expresión de ideas. La impresión 3D puede ofrecer soluciones más eficaces y eficientes; sin embargo, estas técnicas de producción también presentan limitaciones que pueden afectar el resultado final o requerir una modificación en la forma de pensar el desarrollo del producto.

“En una barandilla, por ejemplo, el sistema debería ser capaz de agrandar las dimensiones de pasamanos y balaustradas para que no se pierdan en la impresión. Además, probablemente sería necesario reducir el número de balaustradas con el objeto de crear algo razonable” (Domínguez, 2013).

Desde la perspectiva de la proyección y la modificación del diseño, con cada nueva forma de producción surgen también limitaciones o formas óptimas para la producción a través de estos nuevos medios. Lo que previamente podría haberse considerado una solución óptima

ahora puede simplificarse en varios aspectos, pero bajo una mirada que considere las nuevas limitaciones que cada medio ofrece.

“El hecho de trabajar con tecnologías de prototipado rápido permite basar los diseños en la funcionalidad y, de este modo, se consigue que la complejidad del diseño no aumente los costes de producción para un pequeño tamaño de lote. Además, ante pequeños cambios, se pueden personalizar por gustos, tamaños, ergonomía, etc.” (Silva, 2018).

En el punto donde se genera la relación entre el diseño reactivo a las nuevas tecnologías y aquellos actores que buscan adaptar o promover estas técnicas en distintos rubros, surge la idea de un nuevo personaje. Este personaje opera desde una perspectiva no necesariamente vinculada a una profesión previa, sino más bien con la mirada puesta en el desarrollo de nuevas oportunidades o espacios de inserción para estas técnicas en otros rubros o ámbitos.

El movimiento «Hazlo tú mismo», conocido por su denominación en inglés «Do it yourself» (DIY), incluye a los diseñadores en una primera ola de subsistencia, una

segunda ola que incluye el desarrollo industrial y más recursos; y, finalmente, una tercera ola más revolucionaria de prosumidores, innovadores y emprendedores que podríamos estar presenciando ahora, si observamos a usuarios de asociaciones, incubadoras de empresas y emprendedores, conocidos entre sí como «makers» (Silva, 2018).

En conclusión, la implementación de la impresión 3D en distintos rubros es una herramienta nueva que, aunque ofrece grandes beneficios, también trae consigo nuevas exigencias en cuanto a las habilidades que deben adquirir quienes decidan utilizar estos dispositivos.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para la implementación de la impresión 3D es el diseño o modelado tridimensional, sin el cual la impresión 3D no presta ningún servicio. Puede afirmarse que es en el modelado 3D donde reside el “know how” y el valor agregado de la empresa (Muñoz, 2016).

La necesidad de dominar nuevas herramientas o técnicas en un área del conocimiento no implica necesariamente que todos deban dominarlas. Los conocimientos fundamentales

pueden seguir presentes aunque las técnicas recientes no lo estén, lo que implica que se pueden generar nuevas relaciones laborales o colaboraciones simbióticas entre distintos profesionales. Así, se pueden vincular metodologías tradicionales e innovadoras para desarrollar soluciones que ofrezcan eficacia junto con un valor cultural.

## **La democratización de la fabricación**

Actualmente existen diferentes maneras de conseguir un bien deseado, una forma común es el intercambio de bienes por capital, dicho de otra forma es consumir un objeto que se encuentra presente en el mercado y es por lo tanto accesible al consumo, no obstante los bienes que se pueden encontrar en el mercado suelen pertenecer a una demanda grupal, es decir, que varias personas buscan acceder a dicho bien lo que termina por generalizar las necesidades de los consumidores, de esta forma se puede describir como "Las empresas segmentan a los consumidores para optimizar costos, lo que trae como consecuencia que los productos no siempre respondan a nuestras necesidades específicas (funcionales, ergonómicas, emocionales, etc.)." (Juarez, 2016), en el caso de que se busque poseer un bien que no es requerido o valorado por grandes grupos de personas, hace falta una búsqueda más extenuante y específica para encontrar los bienes deseados.

A modo de alternativa para este proceso de adquisición de bienes existe la metodología de la fabricación local, lo cual es una práctica común en algunos países latinos "En países de la región Andina, la autoconstrucción ocurre en más del 60% del total de viviendas, es decir el usuario en un lapso de tiempo construye para sí mismo" (Juarez, 2016) (p.286), esta iniciativa de autoconstrucción ha sido desarrollada con los años y ha crecido con el nacimiento de los laboratorios de fabricación.

Es en estos espacios que se busca crear objetos que no sean para las masas sino para que sean hechos específicamente para individuos que buscan reflejar su identidad en sus bienes materiales "el reto para quienes ejercen la fabricación personalizada no es producir más opciones, sino hacer que la elección sea relevante, dejando que el usuario pueda personalizar el producto en vez de elegir entre cientos producidos por otros" (Juarez, 2016) (P.286), de esta forma, se puede entender una lógica en la cual los usuarios de procesos de fabricación asociados a la fabricación digital, son individuos que buscan satisfacer sus necesidades personales, las cuales no podrían ser cumplidas por las ofertas del mercado actual, las cuales buscan cumplir con las necesidades de grandes masas de consumidores.

La tecnología de fabricación digital es un área de la innovación que continúa creciendo y demostrándose sostenible como modelo económico, incluso en países que deben importar las maquinas, tal como lo demostró el estudio de Martin Monar Naranjo y Belén Freire Guevara, quienes evaluaron los gastos de insumos para un laboratorio de fabricación y concluyeron los siguiente: Para el proyecto se tomaron en cuenta a proveedores nacionales e internacionales, así como aspectos relacionados a importación, aranceles, precios de consumo, arriendo y sueldos. Por lo cual, con los resultados presentados se concluye que, implementar un FabLab con inversión privada, incluso con un mínimo de horas de trabajo de maquinaria, es económicamente factible. (P.120) (Guevara, 2023).

Lo que termina por indicar que estos espacios son viables y se entienden como un espacio en el cual se incentiva a la creatividad y el conocimiento de la auto gestión. Para la fabricación de un objeto suelen haber diferentes métodos disponibles, generalmente existen formas tradicionales o artesanales de fabricar un objeto, de igual manera que es un proceso que puede externalizarse y realizarse en espacios como fabricas o espacios que posean las máquinas y al personal capacitado que es capaz de lograr producir el resultado que se busca, últimamente uno de los métodos de fabricación más innovadores es el uso de espacios de fabricación digital, es decir laboratorios de fabricación.

Independiente del espacio que se ocupe para la fabricación de un objeto es importante que exista la viabilidad de que pueda materializarse en un medio que cumpla con los requisitos técnicos que le permitan sus uso, dicho de otra manera, que sea fabricado en una materialidad que posea las propiedades necesarias para el uso deseado del objeto proyectado, lo cual es un problema no menor, ya que desde el diseño virtual a la realidad pueden encontrarse desafío que podrían frenar o enlentecer el desarrollo de un proyecto, es por eso que se recurre a un proceso conocido como prototipado, lo cual es un elemento clave de la innovación.

El prototipado es la instancia de fabricación del proyecto en el cual se perfeccionan las características físicas de una idea, se construye y se ponen a prueba con el fin de evaluar el rendimiento de cada versión distinta, esto se ve especialmente beneficiado por la cultura maker, ya que en ella la información es compartida y los diferentes creadores pueden apoyarse los unos a los otros, lo cual puede verse reflejado en la ideología del código abierto, "Ésta no es tratada como propiedad exclusiva (la información), sino que responde a una ética de compartir abiertamente, a partir de la cual todos pueden acceder, extender y/o efectuar su propia producción." (Morales Martínez & Dutrénit Bielous, 2017), de esta forma los proyectos crecen de manera cooperativa y los avances creados son compartidos en favor de un bien común. Ya se ha comprobado el impacto que tienen estos laboratorios y su beneficio en diferentes contextos, tal como lo describe Martín Monar Naranjo y Belén Freire Guevara en su análisis sobre la factibilidad económica de un laboratorio en Latinoamérica "La generación de espacios, como los laboratorios de fabricación digital, que impulsan la innovación y creatividad con-

tribuye en el desempeño de nuevos productos, promueven a la industria ecuatoriana desde el nivel de emprendimiento hasta el nivel de empresa." (Guevara, 2023) (P.120), por lo que es deducible que en el contexto de desarrollo de nuevos productos, las características que traen los laboratorios de fabricación al contexto nacional suelen ser un aporte a la industria y al sector de innovación.

Incluso en el contexto latinoamericano la instalación de espacios de fabricación es una inversión confiable, incluso a pesar de lo que describe Pablo C. Herrera al hablar de las dificultades que se pueden observar para la instalación de estos espacios, "La adquisición de herramientas y equipos de fabricación digital en Latinoamérica puede resultar entre 3 a 8 veces más costosa que en Europa o EE.UU. (por gastos de importación, transporte, aduanas, costo de vida, etc.). A ello se añade los gastos previos de capacitación del personal que dirige el LFD." (Juarez, 2016), por lo que es sistema que logra ser un aporte incluso en condiciones desiguales frente a otros países en los cuales las maquinas necesarias para estos laboratorios son de un acceso más directo y accesible.

Si bien existe una propiedad de inmediatas para estos espacios, otra de sus características es la libertad con la cual generan su conocimiento una característica que se puede encontrar sobre los laboratorios de fabricación digital es "Todos los Fablabs comparten herramientas y procesos de open source, propiciando plataformas de aprendizaje e innovación abierta de colaboración en línea, lo que estimula el emprendimiento local." (Martínez, 2018).

También existe un límite a la escala de producción a la que pueden acceder, de manera que no son capaces de producir una gran cantidad de unidades, por lo que en este punto se puede llevar el objeto que ya ha sido perfeccionado en un espacio de fabricación digital, a un espacio de fabricación en serie, lo cual se suele hacer en espacios como fábricas o talleres especializados, "El diseñador puede experimentar con el producto físico sin depender de los sistemas convencionales de fabricación y sus limitaciones, y obtener modelos o prototipos en un corto periodo de tiempo y en una fase muy incipiente del desarrollo del proyecto." (Fiel, 2016) lo que permite que se cree una gran cantidad de unidades que poseen las mismas características, esto es un proceso largo y que requiere de una inversión considerable por parte de quien pretende crear este objeto o esta serie de objetos.

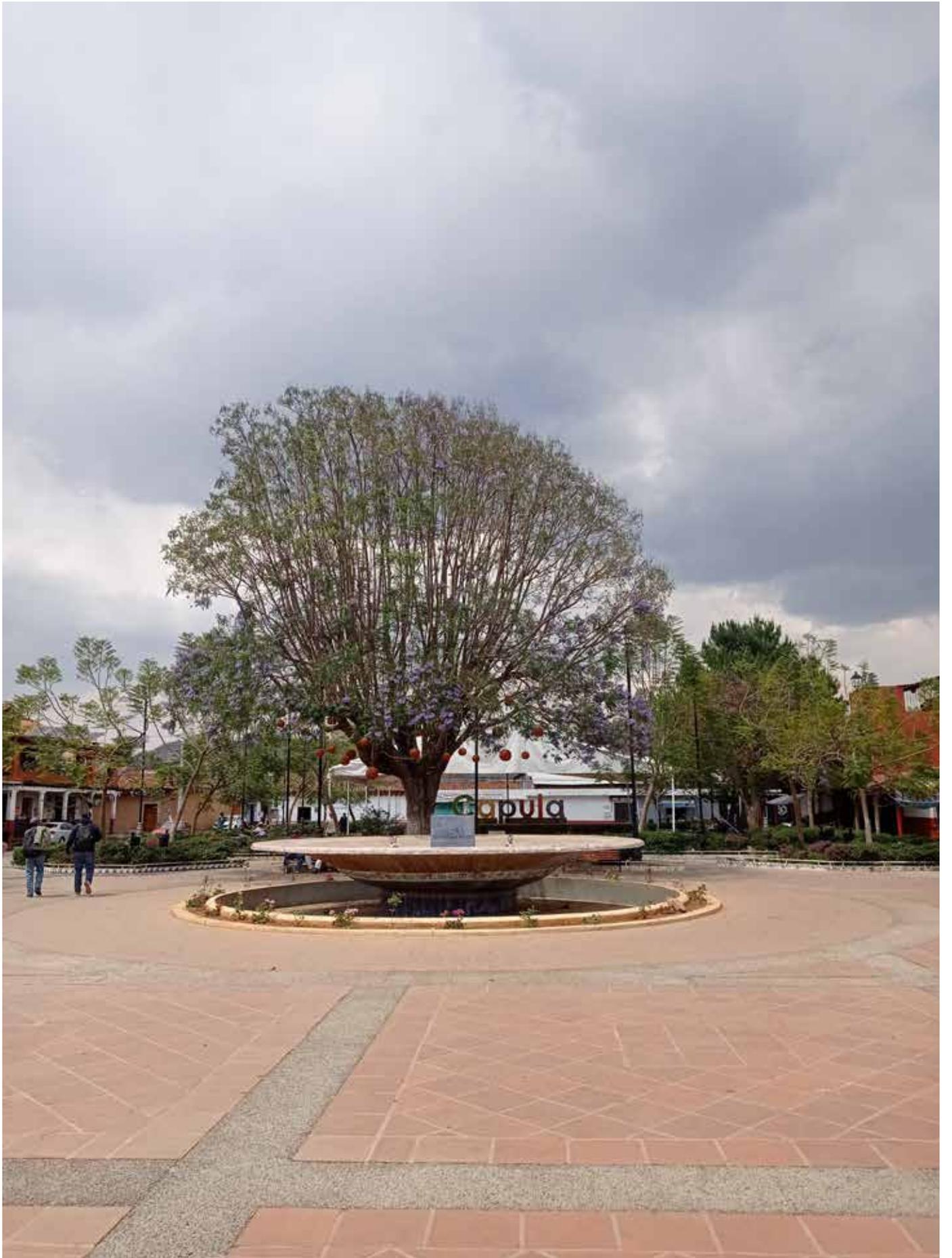
De la misma manera en que un objeto puede ser prototipado en un laboratorio para después ser construido en otro espacio, también existen los escenarios de prototipado que pueden utilizarse para crear objetos únicos que no podrían ser repetidos en otros lugares, ya que "Una impresora 3D es capaz de fabricar objetos complejos que no requieren de pasos posteriores de ensamblaje" (Ortega, 2016) (pag.9) creado así una gama de objetos de alta calidad, hechos con el fin de ser únicos y difícilmente producidos en masa, todo depende de los objetivos de quien este a cargo de este proceso y de las posibilidades que estén a su alcance.

## **Asociación de problemática**

Frente a la problemática sobre cómo es que la fabricación digital podría entenderse como una herramienta democratizadora, pero una que carece de accesibilidad para un porcentaje de a la población, al carecer de los recursos económicos para optar por estas soluciones de manera habitual o por una falta de dominios técnicos. Hace falta tomar esta tecnología de fabricación e insertarla en un contexto urbano para así lograr comprender como es que esta puede relacionarse y que aportes puede lograr.

Con este enfoque se realizaron varias visitas a campo, y se descubrió que existe una masa crítica de artesanos que no se oponen a la implementación de herramientas digitales para el desarrollo de sus productos. Más adelante en la investigación se pueden ver los acercamientos de artesanos a herramientas fabricadas con técnicas de impresión 3D. Por lo que la búsqueda de optimizar los costos de la implementación 3D en esta locación podría significar un beneficio para la misma, ya que Capula posee una tradición de fabricación con alfarería que permite dar a conocer cómo han modernizado sus técnicas conforme han surgido nuevas oportunidades o desafíos.

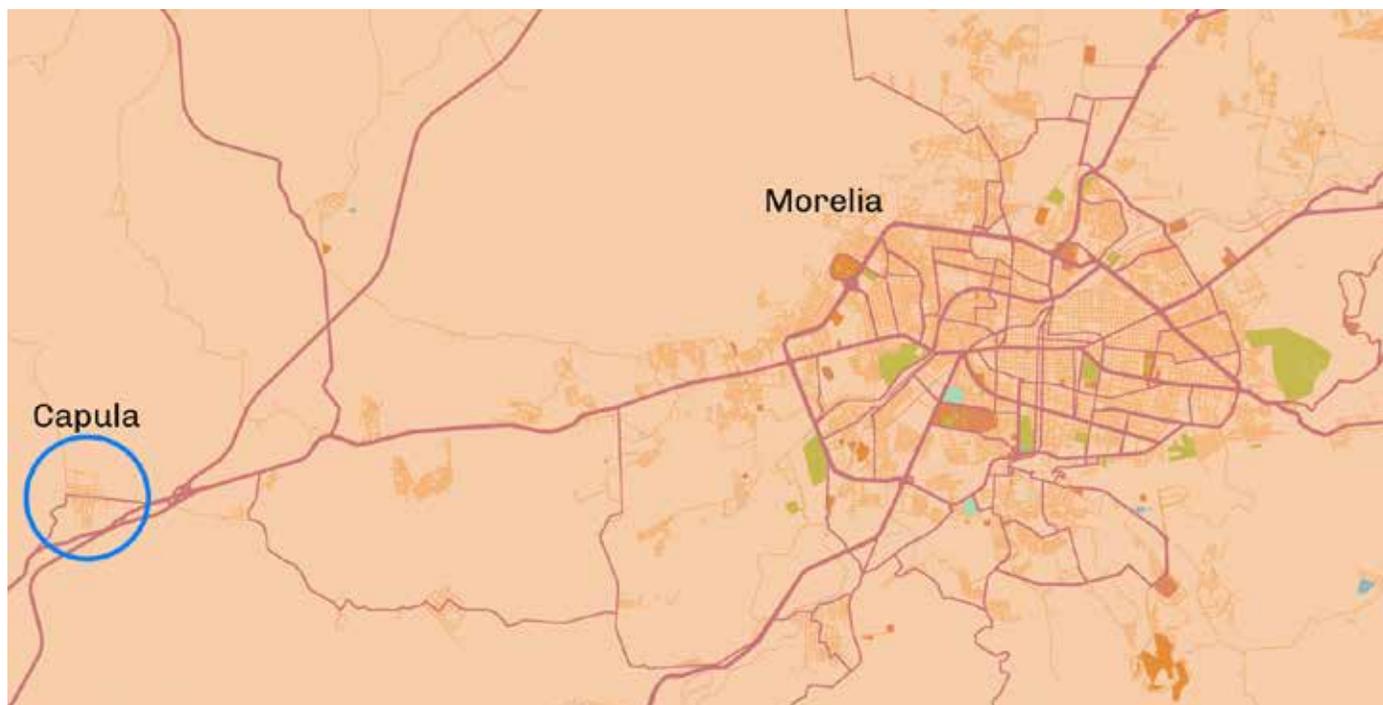
Este espacio es ideal para la búsqueda de una implementación de herramientas innovadoras, ya que existe tanto un potencial de personas dispuestas a utilizarlas como una locación que permite su desarrollo y distribución. Ahora se darán a conocer los orígenes de Capula y cómo su tradición de técnicas artesanales ha permitido su desarrollo y supervivencia durante diferentes momentos de la historia.



## Diagnóstico de locación

Capula es la locación sobre la cual se realiza esta investigación, es una locación ya habitada desde hace largo tiempo, se ha comprobado que “los primeros asentamientos de la microcuenca fueron construidos en el Clásico tardío (550 d.C. - 900 d.C.), así que es probable que sea un territorio habitado desde hace 1500 años” (Madrigal, 2012), este territorio se ubica en el estado de Michoacán “al Oeste de Morelia, a 17.5 kilómetros por la carretera federal No. 15 MoreliaGuadalajara” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013) y desde ya mas de un siglo que ah sido una comunidad que practica la alfarería, y ya se ha comprobado que “en 1900, de la población total, el 28% se dedicaba a la alfarería mientras el 72% estaba conformado por jornaleros agrícolas.” (Ruiz, 2014) No obstante existen registros de que este pueblo practica la alfarería desde el siglo XV:

“Los orígenes de la alfarería en Capula datan del año 1550, cuando el fraile Vasco de Quiroga trajo el oficio del barro, y debido a que se cuenta con la materia prima en las cercanías del lugar, este oficio ha crecido constantemente y se conserva hasta nuestros días.” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013)



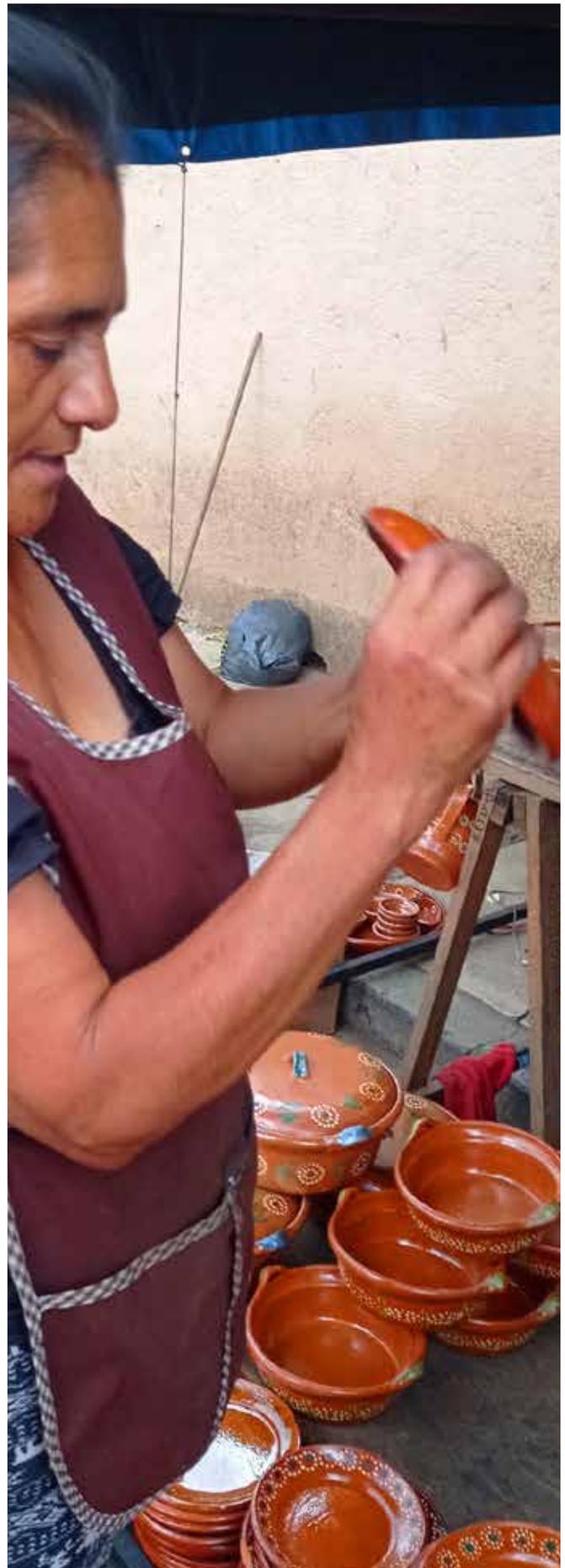
La técnica artesanal que se practica en Capula ha sido influenciada por diferentes tendencias artesanales, y es descrita como “Lugar donde la tradición guarda celosamente las técnicas antiguas de la fusión indígena y española para la elaboración de su alfarería, artesanía de la población con una experiencia y habilidad únicas.” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013). No obstante, es descrito por algunos individuos que la variedad de técnicas que se encuentran presente en Capula ah evitado que surja una identidad propia en la zona:

“La problemática en Capula radica entonces en que todos los estilos y la mayoría de los procesos de producción han ingresado al pueblo a través de agentes externos, ya sea impulsados por políticas gubernamentales o bien, por proyectos derivados, por lo que es natural que el pueblo haya agotado ya las formas y los motivos decorativos.” (Ruiz, 2014)



A pesar de las variaciones por las cuales los estilos y técnicas artesanales hayan cambiado, existen características geográficas que permiten que exista una continuidad en los productos creados y mantienen la abundancia de recursos que permiten su producción "La alfarería de Capula..., Michoacán, al igual que otras manufacturas del estado y del país, están viviendo una de las crisis más profundas. Sin embargo, las diferentes localidades artesanales de la entidad cuentan con recursos endógenos" (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013) P.1213. Particularmente el material utilizado en las artesanías locales consiste en un material llamado "Barro rojo", y en un material que, para ser procesado, debe pasar por un proceso de "quemadas":

"Esta alfarería requiere de dos quemadas para alcanzar su acabado: una para cocer, la otra para vidriar o esmaltar y darle así a la pieza impermeabilidad y brillo. Se decora en crudo con engobes coloreados a base de pigmentos y óxidos minerales y su terminado se conoce como vidriado." (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013)



Este proceso permite resaltar la belleza natural del material, ya que posee un color específico que lo diferencia de otros materiales similares y este proceso permite que tenga un acabado mate o uno brillante, dependiendo de hasta qué parte del proceso se sometan las partes seleccionadas, de igual manera existen diferentes tipos de barro para diferentes usos, pero generalmente se estima que sus temperaturas de cocción son las siguientes:

“En materia turística los principales atractivos de Capula son las artesanías de barro cocido en hornos dos veces. La primera a más de 1,200 °C, y luego de colocársele la “greta” (material mineral para vidriar el barro) se cuece nuevamente a 1,800°C” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013) p.1217

Actualmente, Capula posee una tradición artesanal que permite que el pueblo tenga una identidad propia tanto por sus tradiciones artesanales las cuales varían en objetos de uso cotidiano y por la fabricación de Catrinas de Barro, el cual es un ícono local motivo por el cual el pueblo posee una Catrina de grandes dimensiones ornamentando la entrada de la comunidad, y de igual manera esta misma celebra sus tradiciones mediante eventos que aprovechan sus atractivos culturales para atraer gente de otros pueblos e incluso extranjeros:



“Aunque Capula no es pródiga en belleza urbana en comparación con otros sitios, la intensa actividad artesanal que en ella se desarrolla la llena de vida durante todo el año. Más aún, para revestir su fiesta patronal, los alfareros organizan desde hace muchos años un concurso artesanal, donde premian el mejor trabajo; dichoso aquel que gana el premio, porque sus piezas serán bien vendidas y tendrá el reconocimiento del gremio” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013)

Un elemento relevante a la situación de reconocimiento en la que actualmente se encuentra Capula es que en 1980 se comenzó a trabajar la “Catrina de barro” la cual una vez introducida, fue replicada por varios talleres de artesanos y es trabajada en la actualidad por gran parte de la comunidad, por lo cual es actualmente un símbolo de la localidad y es uno de los atractivos mas grandes de la practica artesanal que se encuentra presente:



“la famosa «Catrina de Capula» introducida en 1980 por el artista Juan Torres Calderón, cobró importancia productiva casi instantáneamente a diferencia de la introducción, por medio de Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART), de la alfarería de alta temperatura” (1981-1982) (Ruiz, 2014) P.5

Desde su introducción a la localidad, este icono de la artesanía michoacana se ha trabajado en diferentes talleres y es parte importante de la identidad del pueblo, cada taller tiene sus técnicas para fabricar estas figuras, pero habitualmente es frecuentemente ocupada la técnica de uso de moldes de yeso, esto se comprobó mediante entrevistas directas con artesanos de la localidad quienes también si bien poseen sus propios espacios para la fabricación y distribución de estos objetos, también se han organizado y han buscado ayuda por parte de su gobierno:

“particularmente en el caso de “La Catrina de Barro” de Capula, Michoacán. Según el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), Marca colectiva es la marca de una asociación o sociedad de productores, fabricantes, comerciantes o prestadores de servicios, legal-



mente constituidos, para distinguir en el mercado los productos o servicios de sus miembros, respecto de los productos o servicios de terceros que no formen parte de esas asociaciones o sociedades.” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013) P.1214

México como país ah invertido en la mantención de sus practicas culturales, de manera en que ah sido un aporte para que los artesanos y quienes realizan practicas que reflejen sus identidades propias a las distintas culturas, cuentan con el apoyo de FONART, organización que reconoce las practicas de Capula como patrimonio nacional, esto coloca la identidad autóctona en una posición más segura a que se prolongue a lo largo de los años:

“El Fondo Nacional de Artesanías (FONART), promueve la supervivencia de las artes regionales con temas tales como “El arte popular es patrimonio cultural de México. Es y seguirá siendo, un gran éxito mientras la demanda de los locales y los turistas se cumplan, porque la mayoría de los productos de esta industria artesanal están destinadas al mercado local.” (Fabricio Guzmán Bedolla, 2013) P 1213



En conclusión, esta comunidad si bien posee una historia rica en cultura artesanal, y con un gran énfasis en la alfarería con barro, es una comunidad que ha presentado varios cambios respecto a las técnicas que utilizan, y por ello han sido capaces de sobrevivir y de mantener vigentes sus tradiciones, actualmente las técnicas utilizadas permiten producir una escala considerable de productos, pero de igual manera si bien la alfarería es una práctica que genera ingresos económicos, también tiene una fuerte competencia en los mercados de mayor escala:

“La alfarería se convirtió en una válvula de escape ante el problema agrario. Esto explica que en el pueblo existan cerca de 400 talleres alfareros. No obstante, la artesanía tampoco es un medio seguro de vida, porque deben competir contra la cerámica industrial.” (Madrigal, 2012) P.351



Es por este motivo que se espera que este proyecto logre generar nuevas oportunidades a las comunidades artesanales presentes, ya que la innovación a procesos que ya son practicados de manera habitual en la zona pueden generar productos nuevos y llamativos que atraigan la atención de nuevos posibles compradores y también aumenten el interés de nuevas generaciones de alfareros que podrían encontrarse en el pueblo, de esta forma, esta también es una oportunidad para insertar nuevas tecnologías de fabricación que bien podrían abrir oportunidades a la educación de los habitantes, actualizando sus conocimientos y ayudando a que sus productos posean una imagen que sea tanto tradicional y moderna.





## **Diseño de experimental**



La producción resultante de esta investigación consiste en moldes capaces de acoplarse los unos a los otros y así crear diferentes configuraciones que podrán ser usadas en la creación de objetos cerámicos, de esta forma los moldes podrán ser reutilizados para la creación de diferentes objetos y crear variaciones de los resultados, el aporte que crea el trabajar con estas herramientas es dar la oportunidad a los trabajadores a jugar con distintas configuraciones y de esa forma obtener un mayor rango de posibilidades de productos, ya que el estado del arte entrega a los artesanos solo una posibilidad por molde.

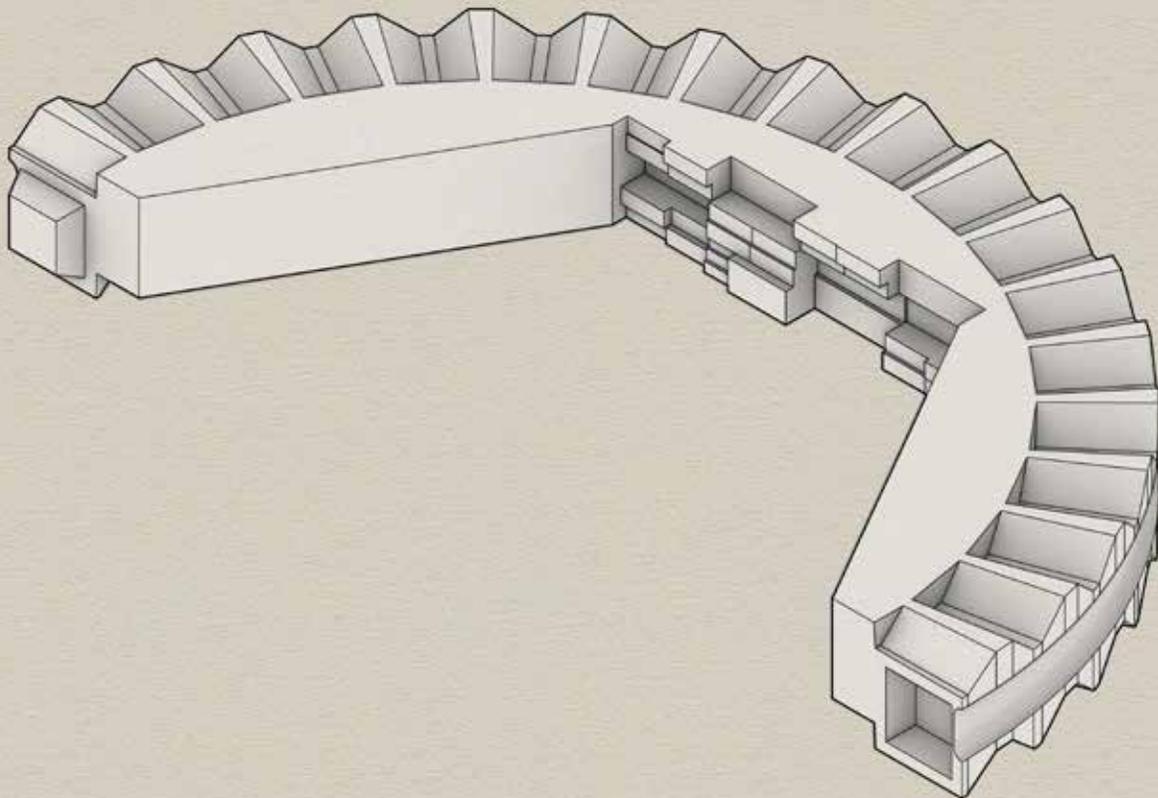
Los materiales que serán usados serán aquellos que permitan una fabricación a partir del vertimiento de materiales cerámicos, por lo que se emplearán materiales porosos que sirvan para trabajar con cerámicas y con la absorción de agua, no obstante el proceso de fabricación total desde el inicio del objeto, consistirá en el uso de la tecnología de impresión 3D, para luego realizar un molde de silicona de caucho con la cual se creara el molde que se empleara para crear los últimos elementos del objeto, desde estos últimos moldes se tra-

spasara al trabajo con cerámica.

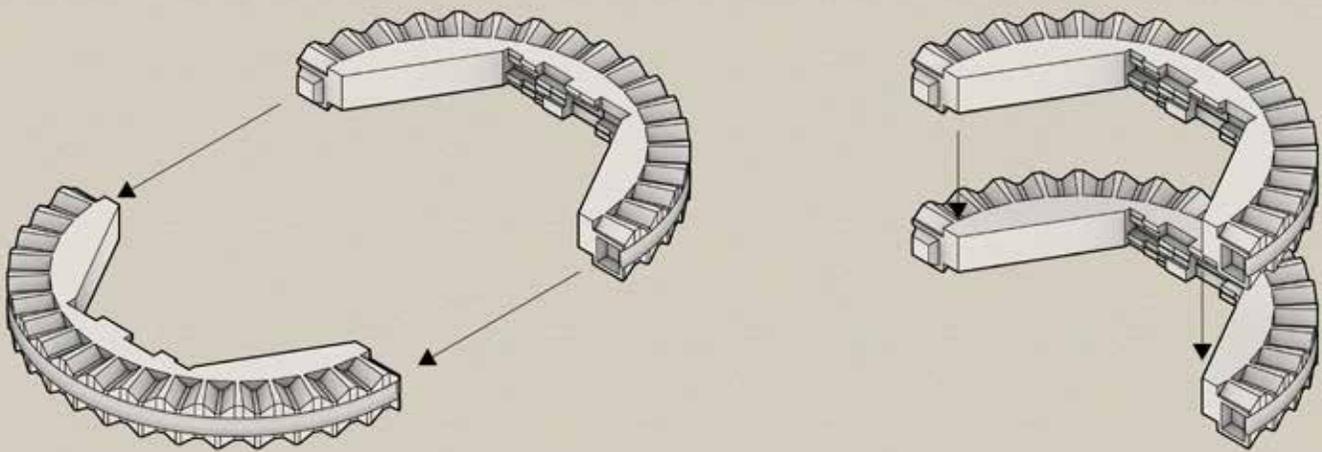
La técnica aplicada para este proceso será la de modelación eh impresión en 3D, para posteriormente aplicar la técnica de molde y crear versiones de un material casteado para reproducir la geometría creada a partir de impresión 3D la cantidad de veces que sea necesarias. El objeto final servirá para la producción de objetos cerámicos varios que podrán ser identificados como una iteración de entre ellos y serán construidos a partir de una técnica de roto casteado, lo cual es una forma de crear volúmenes vacíos de geometrías complejas, la cual consiste en rotar en varias direcciones un el molde producido permitiendo que el material cerámico escurra a través de todas las superficies internas.

## Primeros ensayos

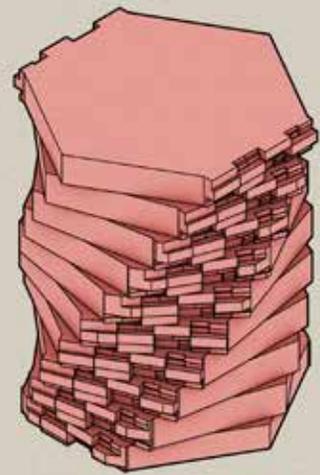
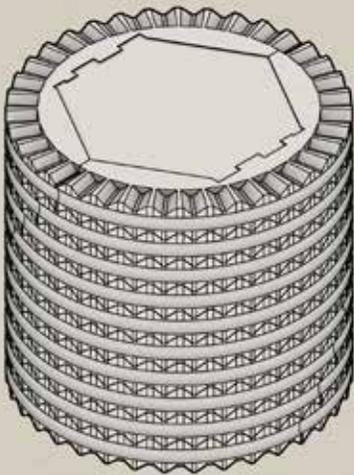
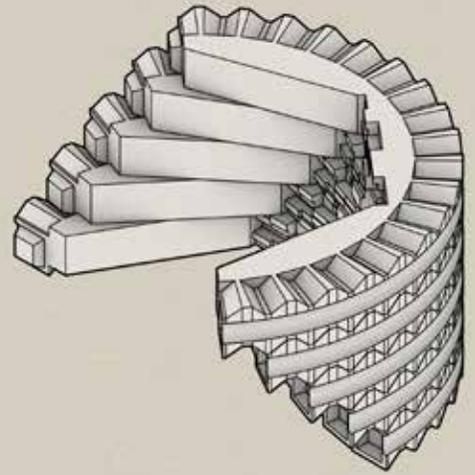
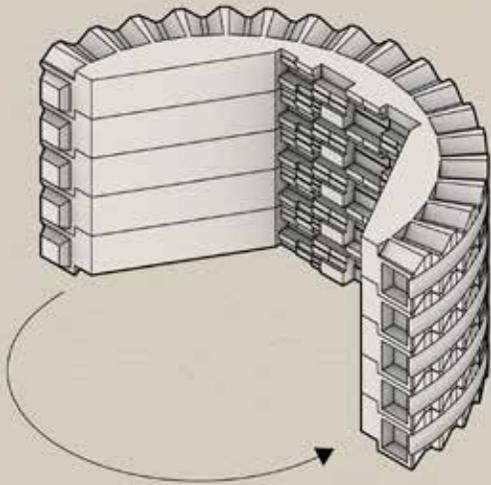
Los primeros ensayos fueron realizados utilizando el programa de Rhinoceros y de manera virtual se utilizaron para simular el acople y el diseño de las figuras que funcionarían de molde para trabajar el barro, exponiendo de esa forma sobre cómo es que se unirían entre ellas y que posibles resultados podrían entregar, de igual manera se realizaron iteraciones sobre de que forma los distintos módulos se ensamblan entre ellos dejando en claro las distintas configuraciones posibles.

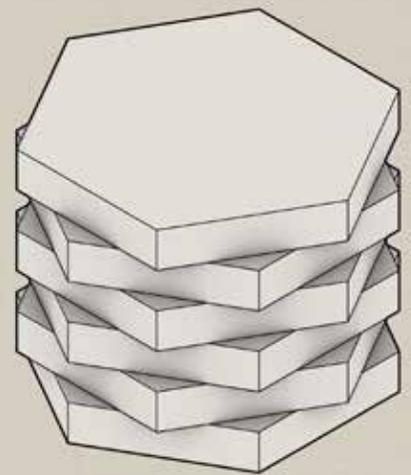
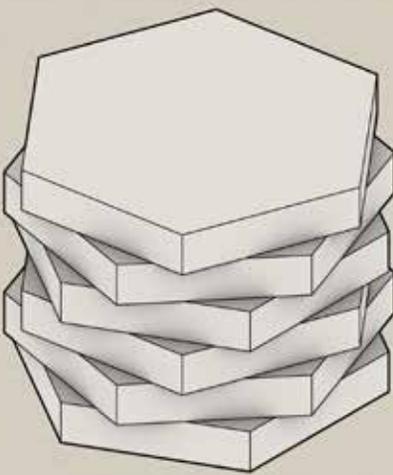
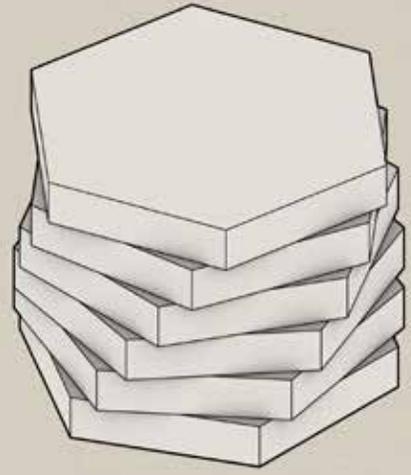
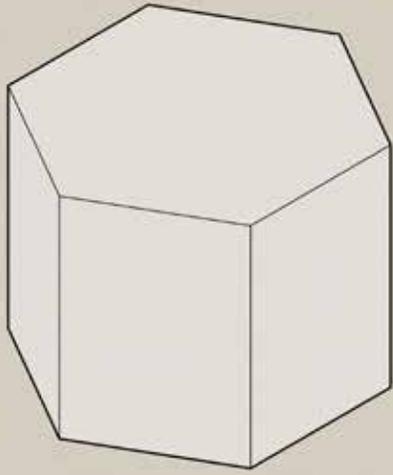


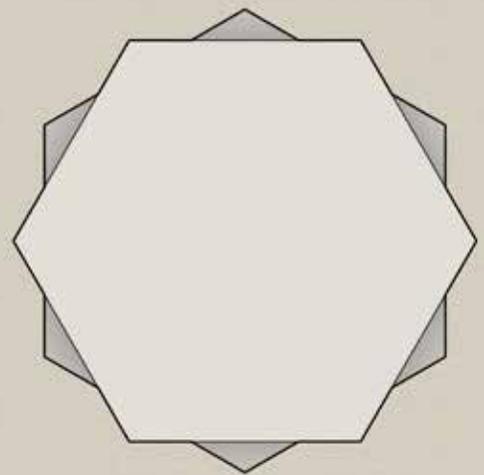
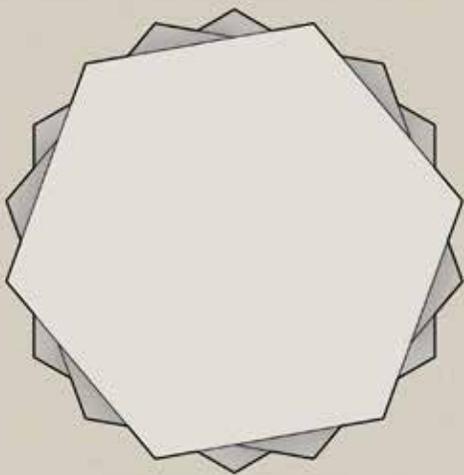
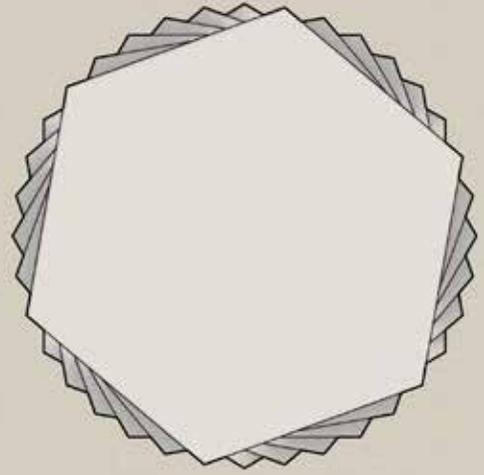
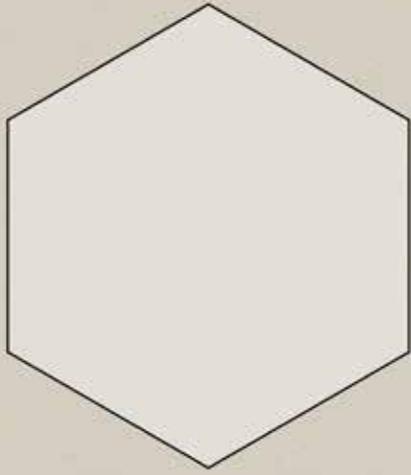
Para el funcionamiento practico de estos módulos se determinó que crear un sistema de dientes permitiría un acople en múltiples ángulos, ya que dentar el perímetro y dar la oportunidad de utilizar estos elementos como "niveles de rotación" permite un juego controlado sobre los posibles resultados, también se tomó en cuenta el método de unión entre los módulos en el sentido horizontal, incorporando un mecanismo de unión que tenia contemplado el uso de vigas elásticas para el ensamblaje temporal, ya que para un uso eficiente de los moldes, hace falta un método de configuración, de igual manera que un método para remover el molde sin dañar la figura interna.

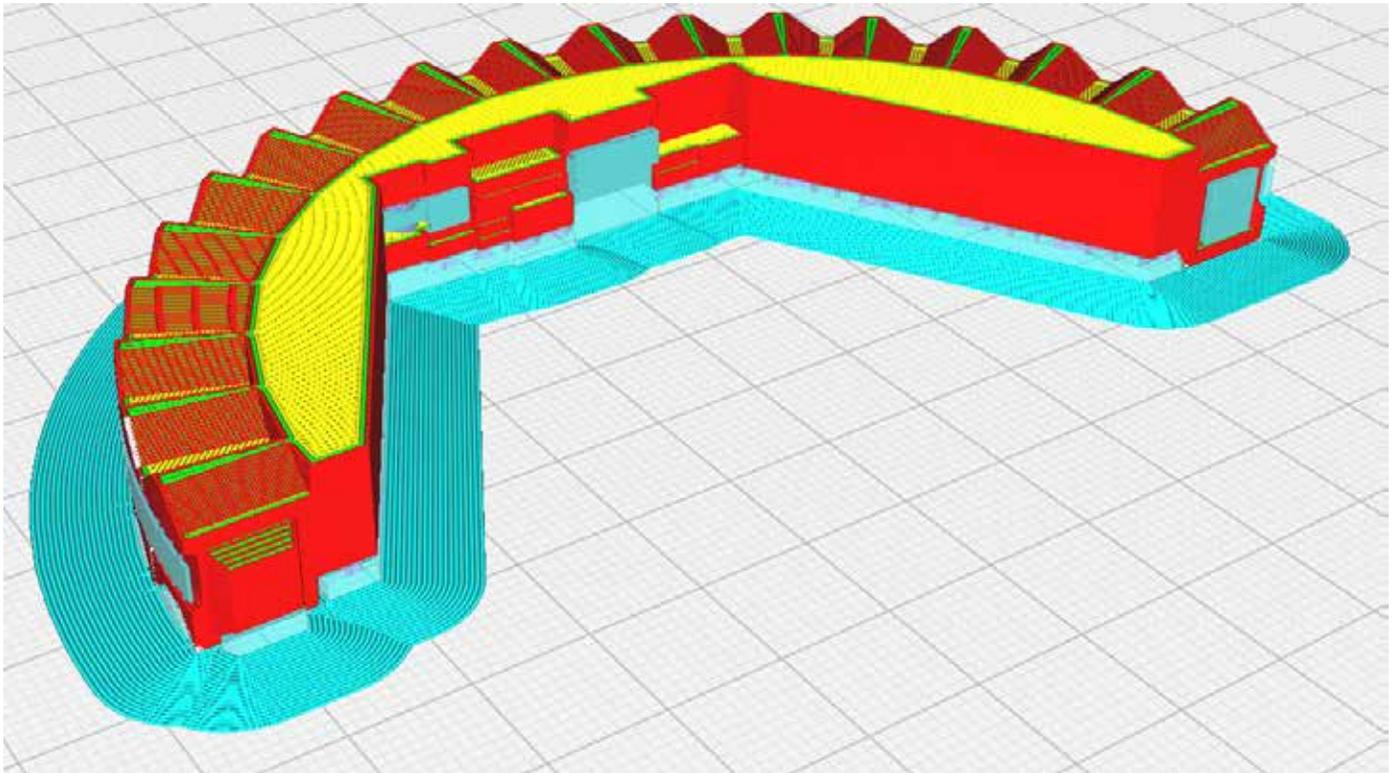


A modo de resultados esperados, estos moldes debiesen ser capaces de generar objetos usables en el día a día, ya sea como floreros o tasas, de igual manera que estos modelos debiesen ser capaces de variar unos respecto a otros, gracias a los niveles de rotación entregados por los moldes, esto facilita la producción de diferentes productos sin la necesidad de diferentes moldes que operen de forma tradicional. Como resultados esperables podemos encontrar desde extrusiones rectas que siguen la forma hexagonal del molde a otros que poseen una rotación mas prominente y notable.









Print settings ×

---

Profile Standard Quality - 0.2mm ★ ▾

☰

**Quality** ▾

Layer Height 0.2 mm

**Walls** ▾

**Top/Bottom** ▾

**Infill** ▾

Infill Density 12.0 %

Infill Pattern Gyroid ▾

**Material** ▾

**Speed** ▾

**Travel** ▾

Enable Retraction

Z Hop When Retracted

**Cooling** ▾

**Support** ▾

Generate Support ☑

Support Placement Everywhere ▾

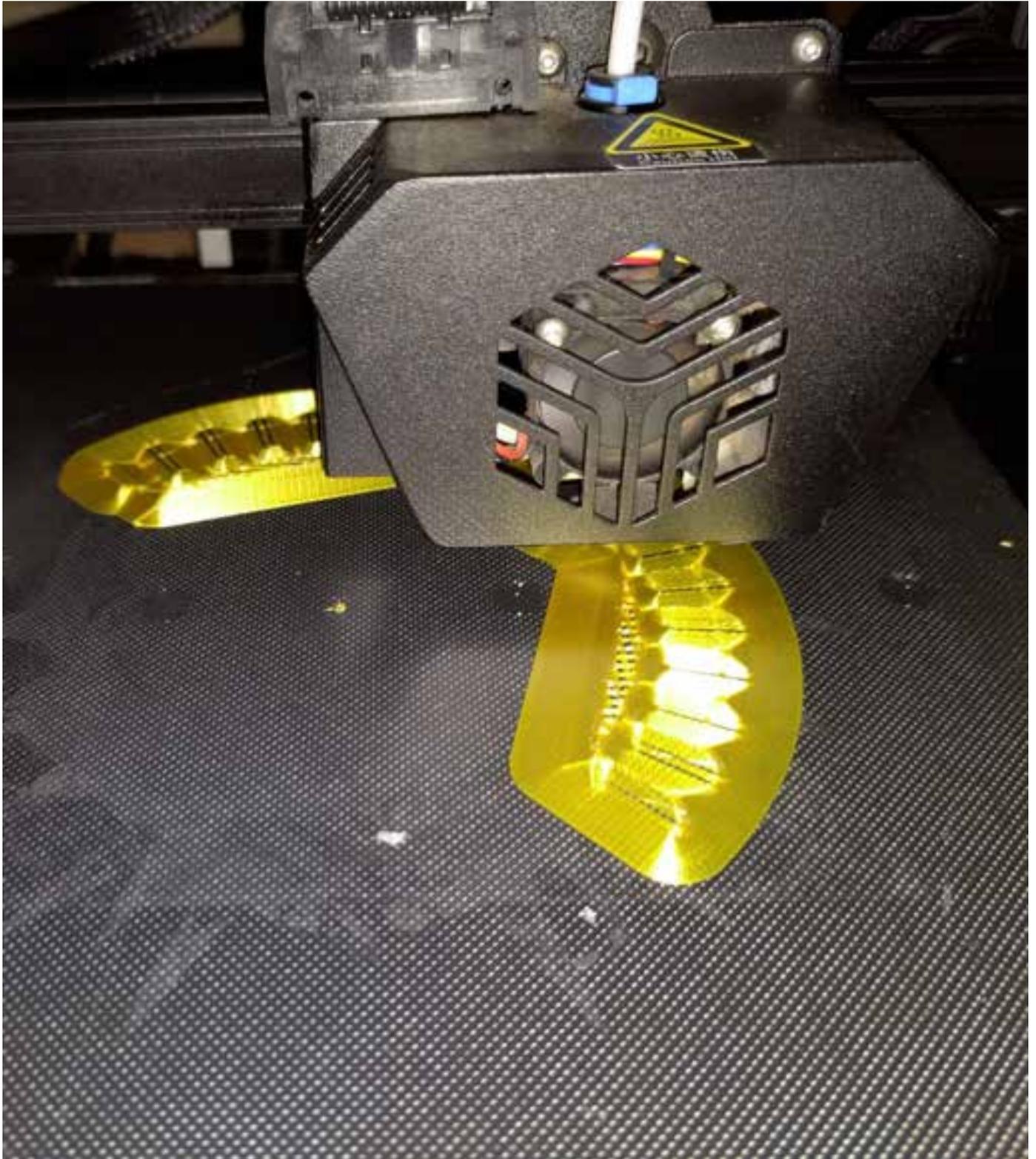
Support Overhang Angle 45.0 °

Support Horizontal Expansion 0.0 mm

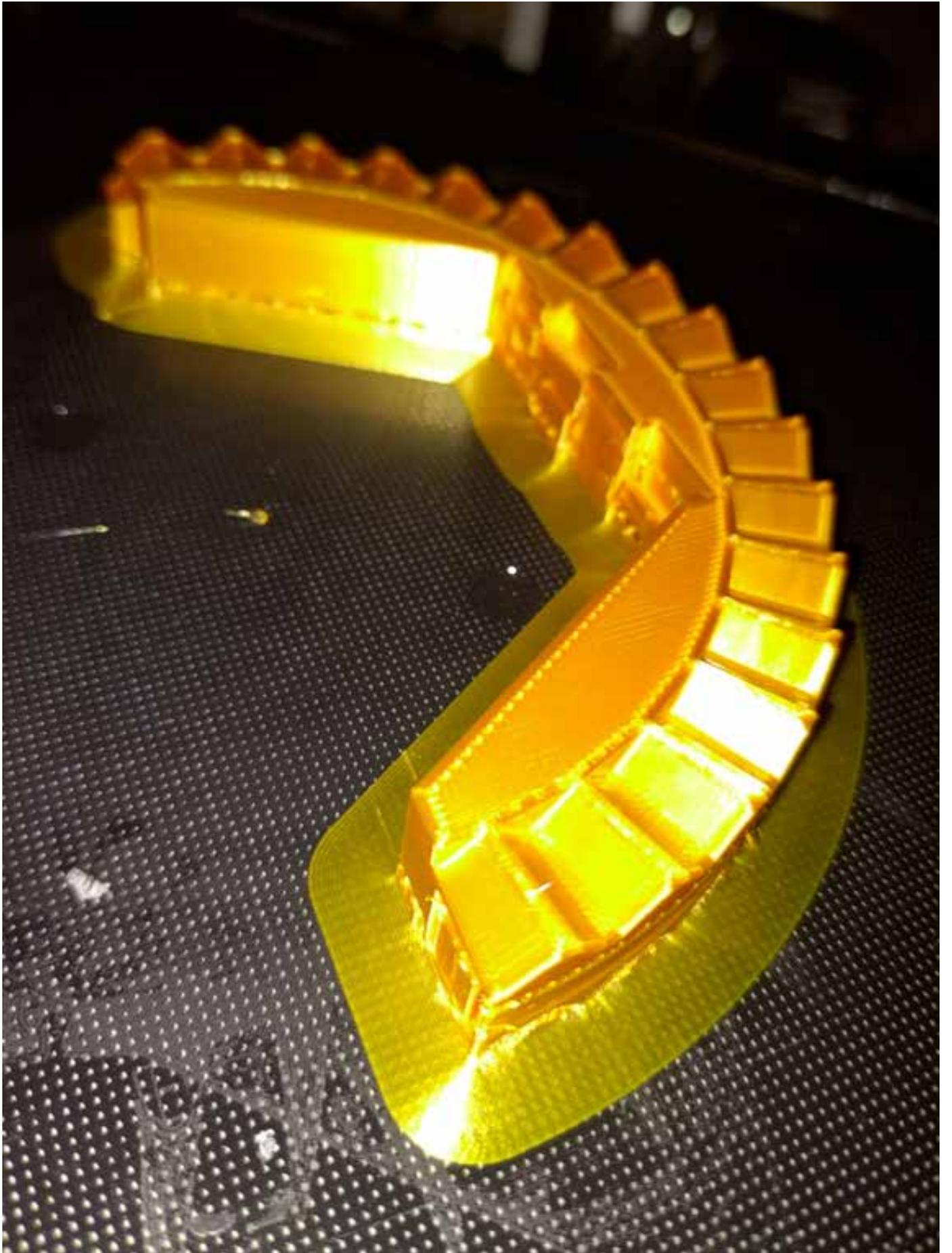
**Build Plate Adhesion** ▾

Build Plate Adhesion Type Brim ▾

Para la fabricación de este prototipo se utilizó el programa de uso liberado "Ultimaker Cura", con el cual se determinaron las propiedades físicas de la versión impresa, principalmente su calidad de impresión, la cual es de 0.2 mm de grosor por capa de material, lo cual suele ser un estándar de calidad aceptable y viene configurado por defecto en los programas de impresión 3D, y de igual manera se determinó su durabilidad frente a su uso determinado, utilizando el valor del relleno de la impresión y el grosor de los muros de ella. No obstante, para este caso en particular, estaba ya definido desde un principio que esta pieza solo tendría un uso para ser replicada en otros materiales y que por ello la impresión 3D en sí, no sería expuesta a ningún tipo de uso físico que pusiera a prueba su capacidad de aguantar fuerzas externas.



*(Proceso de fabricación)*



## Primeros resultados

Los primeros resultados fueron evaluados por medio de un programa de impresión 3D, el cual evaluó el tiempo y cantidad de material necesario para la producción de la forma deseada, lo cual determinó el precio de fabricación inicial sin contar los materiales para una producción en serie, ya que la materialidad ocupada para los moldes de barro, suele ser el yeso, esto provoca que para utilizar las piezas creadas con impresión 3D, primero se debe crear un molde que permita un vaciado de yeso para así lograr crear moldes hechos en una materialidad apropiada, de igual manera que esto permitiría una producción en serie, este proceso es el único viable para la creación de un gran volumen de elementos, ya que la impresión 3D permite la fabricación de objetos diseñados con la ayuda de programas de diseño pero no es un método económico o eficiente en tiempos para la fabricación, mientras que la producción con moldes de yeso es un método más económico y eficiente.



Una vez ya con los módulos producidos, estos fueron llevados con un artesano local del pueblo d Capula, y se realizo una entrevista en la cual explico sus dificultades para trabajar con este elemento, a su vez que explico el uso de los moldes con los cuales ya estaba familiarizado a trabajar, en este punto se determinó que el trabajar el molde en dos partes que se unen para crear una circunferencia completa es algo correcto, pero que lo que se suele realizar es crear moldes que incluyen una mitad completa, y que una vez estas mitades están sobre el molde, estos dos se unen para el desarrollo de la figura terminada, por lo que la capacidad de rotación de cada nivel de la primera iteración no logra operar bajo las practicas ya manejadas, de igual forma que la falta de superficies lisas en los limites de los moldes, dificulta el proceso de corte del barro, por lo que no se logra una terminación adecuada.



## Conclusiones del primer prototipo

Una vez llevado el primer prototipo con un artesano capaz de producir obras típicas de la localidad de Capula, se anotaron varios problemas con el diseño presentado, entre ellas, que el método de acople no era totalmente confiable para la presión ejercida por el barro, de igual manera que la rotación ejercida por los distintos niveles, volvía más complicado el proceso de colocar el barro en el molde, ya que el mismo molde dificultaba el trabajo del artesano, por lo que se escogió tomar nota de los procesos de fabricación que ya se manejaban y diseñar a partir de las practicas manejadas.





## **Registro de técnicas aplicadas**

Junto con evaluar el primer prototipo con un artesano, también se llevo a cabo un estudio sobre sus técnicas tradicionales y sobre las herramientas usadas, este levantamiento busco separar los elementos tradicionales de los culturales que llegan a formar parte del desarrollo del objeto, es decir, de aquellas prácticas que operan meramente por fines prácticos. También se observo el tipo de herramienta usada para la creación de los objetos y con esto se buscaron las oportunidades para una intervención.



*Preparación del material*



*División del material*



*Preparación del molde*



*Vertiendo material en la primera mitad*



*Vertiendo material en la segunda mitad*



*Cortando exceso*



*Uniendo moldes*



*Uniendo mitades*



*Desmoldando*

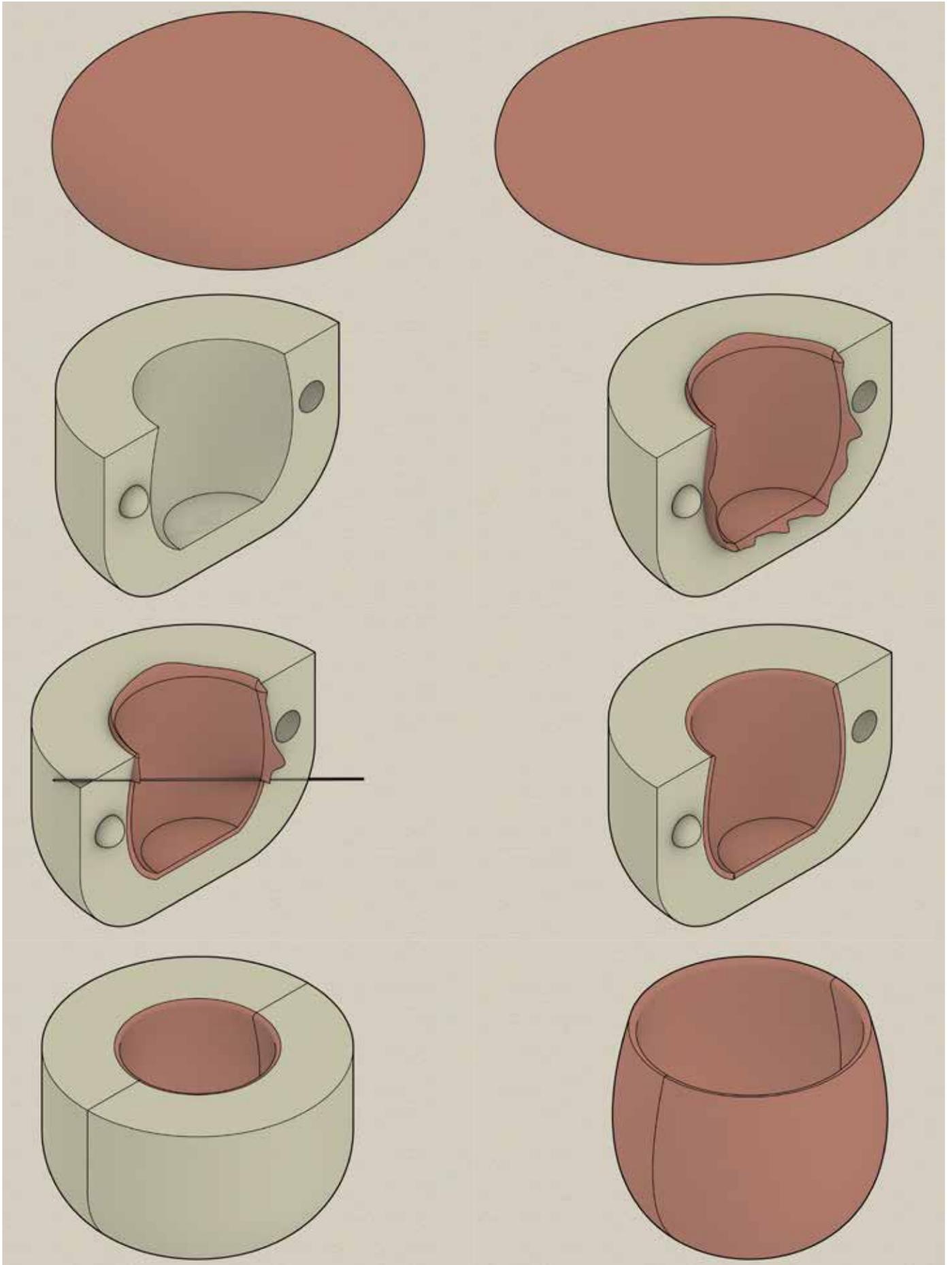


*Pieza Final*



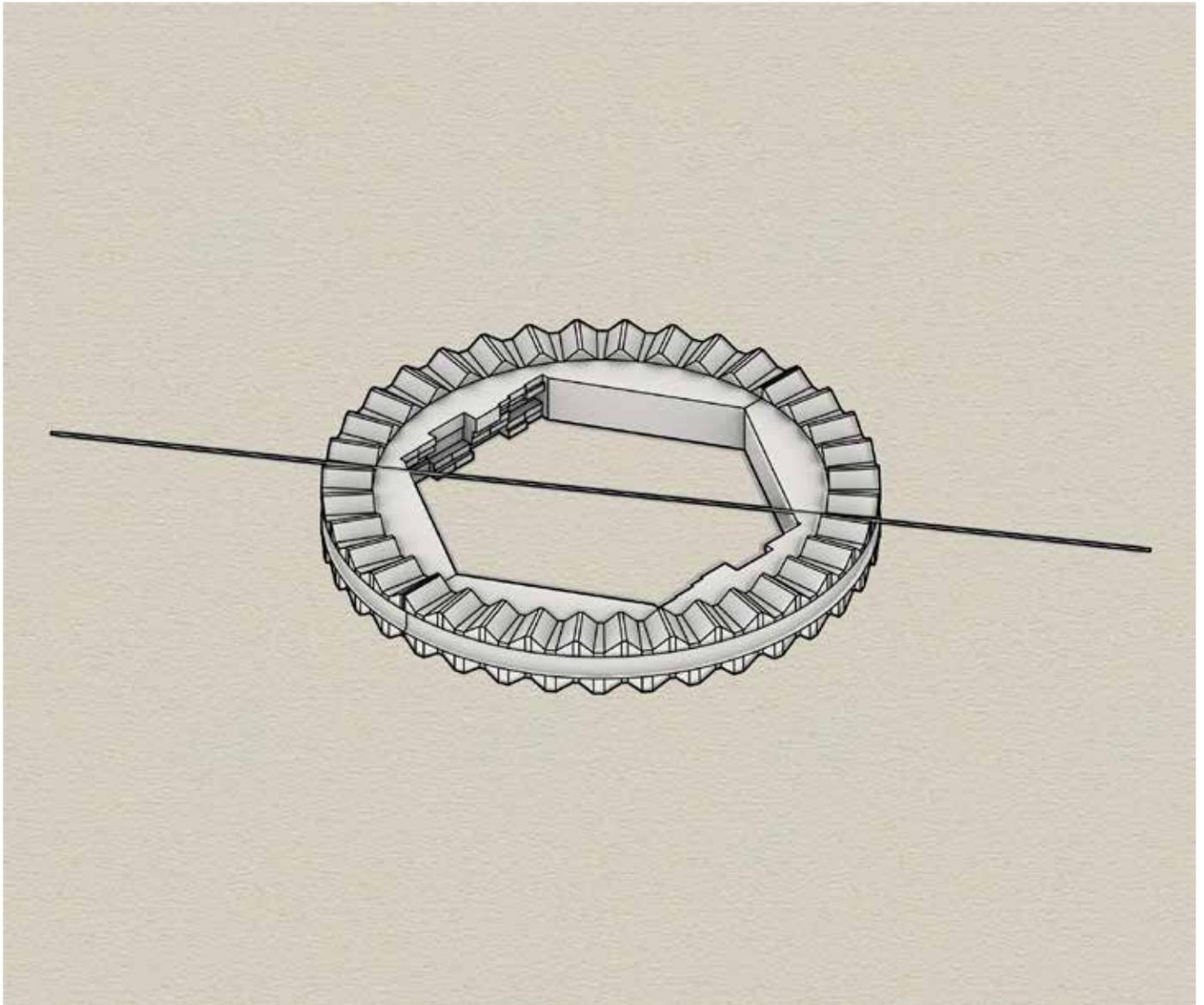
## **Primeras conclusiones**

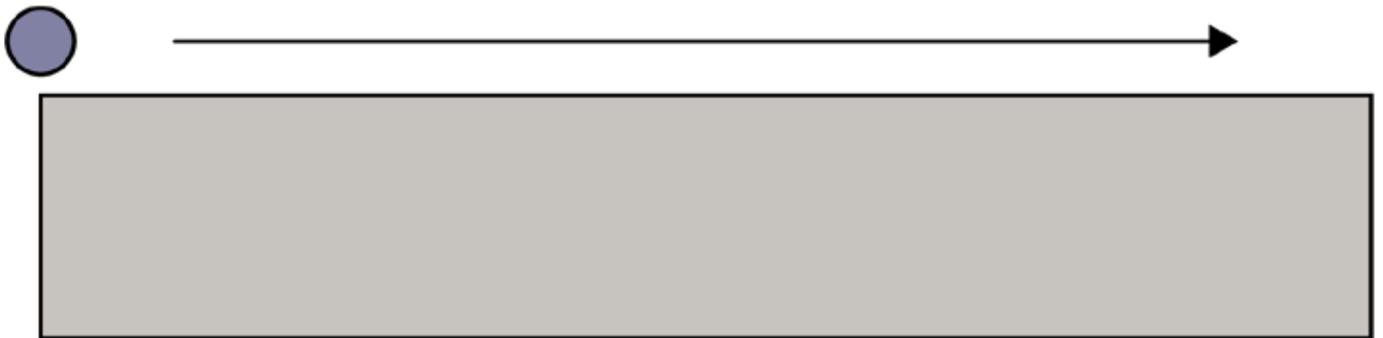
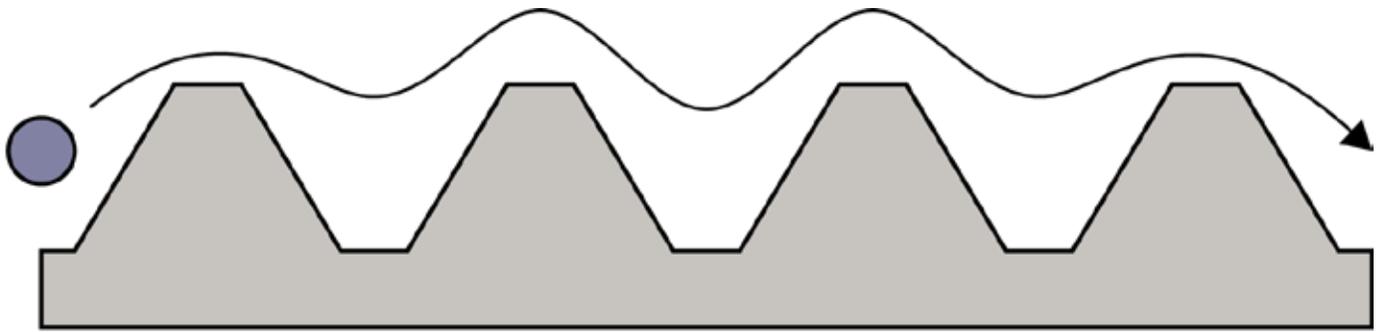
A partir de este proceso se definió que el proyecto debiese desarrollarse en una manera que aprovechara las técnicas tradicionales e informarlas con los conceptos ya evaluados en esta investigación, para eso, se volvió a crear una nueva versión del molde para barro, con la diferencia de que en esta ocasión, tendría en consideración las técnicas tradicionales como una base y punto de partida, para que sobre esto se incorporara las tecnologías de fabricación digital y el diseño paramétrico.



## Superficie Irregular

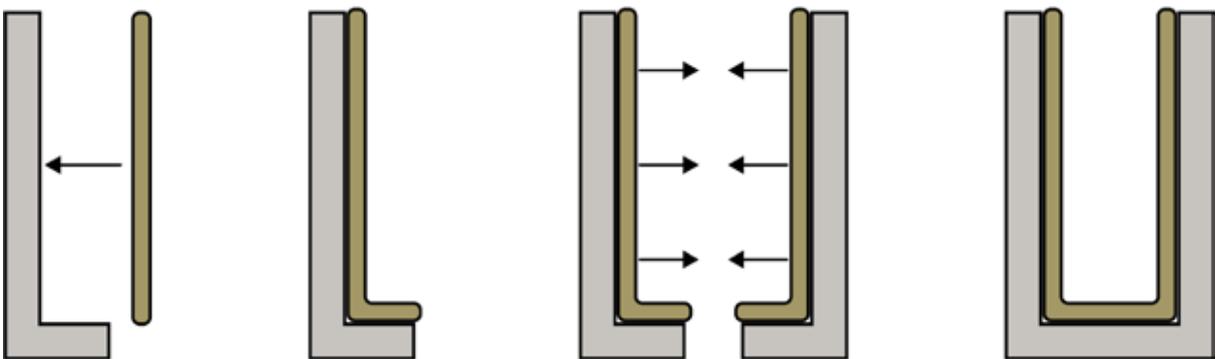
La primera característica del molde que fue diseñado como primera versión que fue criticada por el artesano que la probó, fue que en la técnica utilizada genéricamente se emplea un hilo o alambre delgado para poder así realizar un corte tan recto como sea posible en los bordes del molde de barro, esto para producir una superficie regular y poder de esa forma dar una terminación al producto que se esté produciendo. Debido a la forma irregular de los moldes, el corte que el artesano intento realizar no logro conseguir una terminación aceptable como producto, por lo que se aconsejo crear otro módulo que cumpliera la función de "borde" para que realizara esta función.

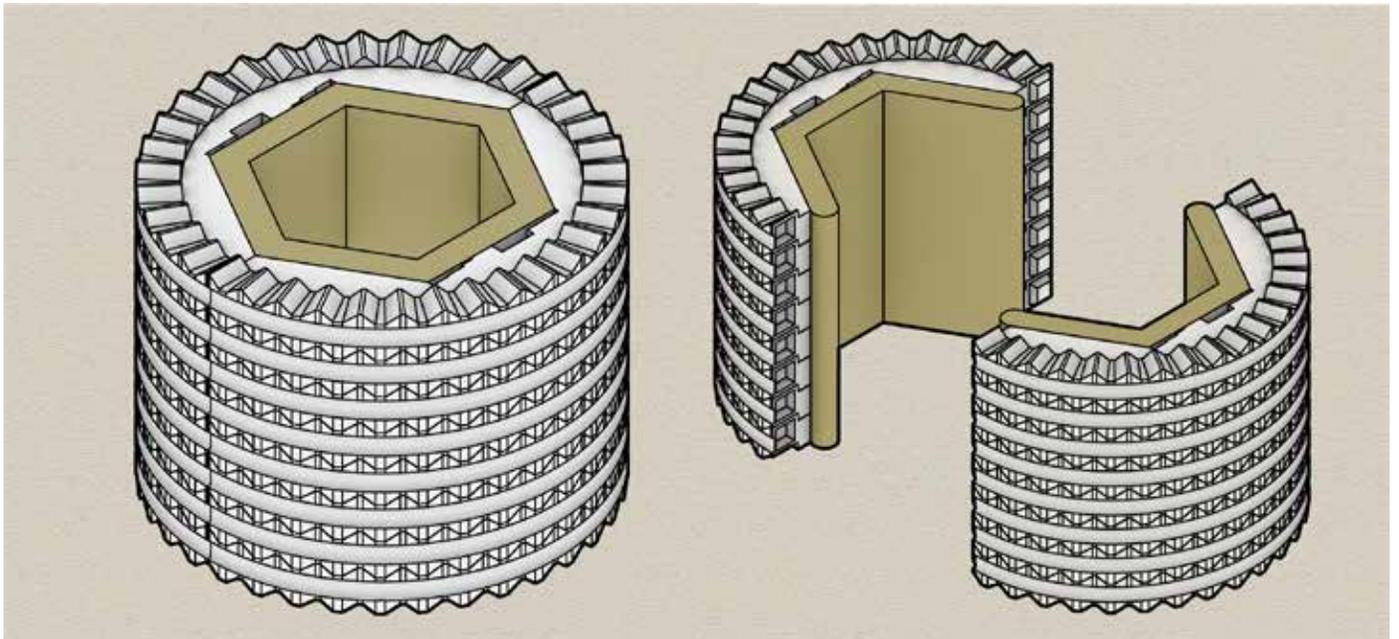




## Sistema de dos mitades

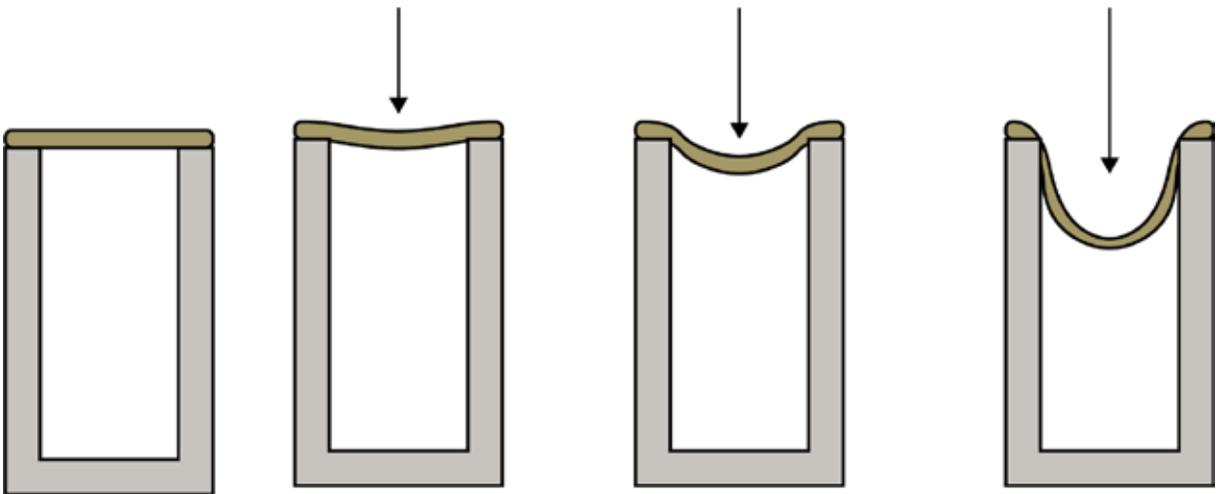
Una de las características más relevantes de este molde es el de poder variar su orientación respecto a su eje vertical, lo que permite diferentes configuraciones y crear diferentes resultados a partir de los cambios producidos por quien la este utilizando, no obstante este proceso de rotación impide que se pueda realizar un proceso de "dos mitades" ya que tradicionalmente se producen objetos de barro mediante dos moldes que al juntarse permiten la creación de un molde completo, y dichas partes se pueden unir o separar por una superficie lisa y vertical que permite que se junten o separen con facilidad, lamentablemente en el caso de estos módulos, conforme se realizan rotaciones entre los distintos niveles, surgen puntos de intersección entre ambas mitades, lo que impide que se ensamblen o desensamblen de forma conveniente, lo que vuelve el uso de este prototipo muy inconveniente y en necesidad de solucionar estos problemas para volverlo usable.

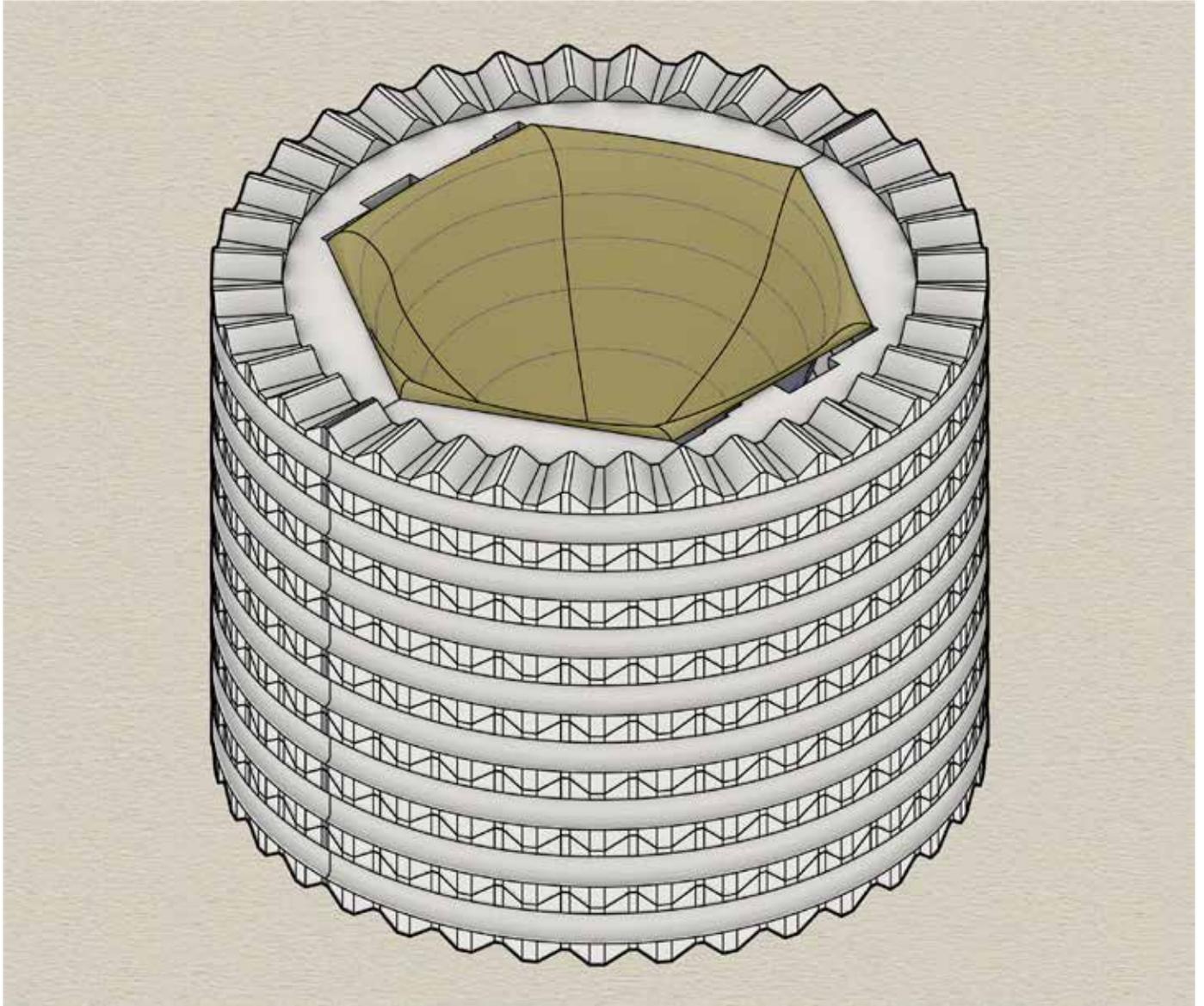




## Sistema de embutido

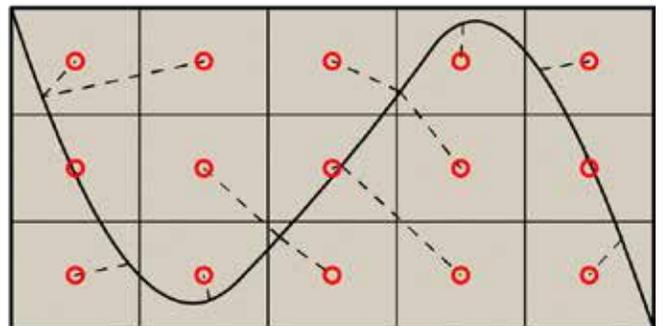
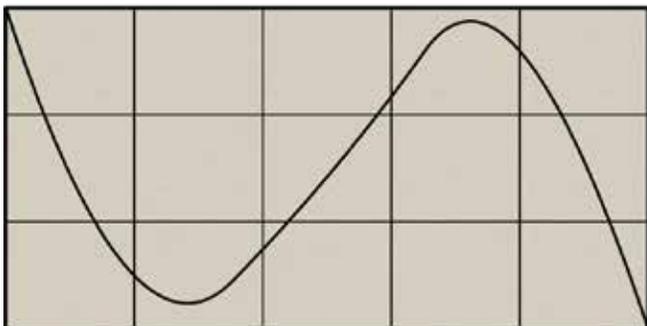
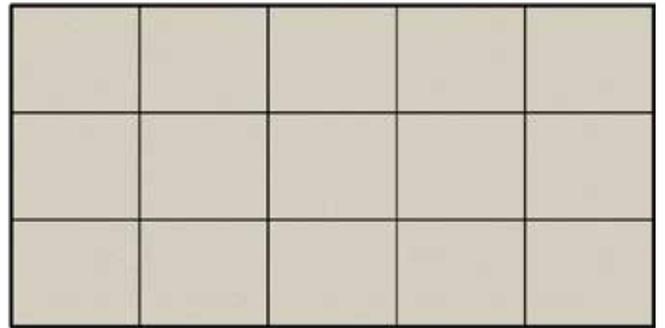
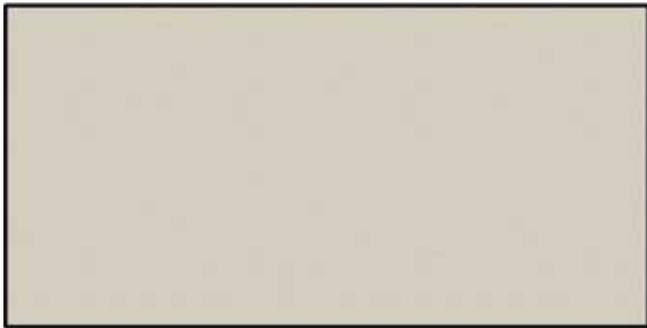
A partir de los resultados presentados, respecto a los posibles métodos de uso para las distintas configuraciones, el único método posible, sería el de realizar un embutido de barro en el molde producido, de esta forma se lograría que el material se adaptara de forma correcta al recipiente, no obstante eso no logra solucionar como retirar el molde de la figura producida, lo cual podría terminar en que separar el resultado de la configuración podría resultar mecánicamente imposible, y haría falta de retirar el molde por medio de romperlo.

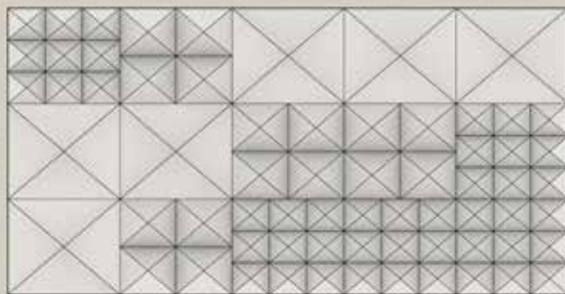
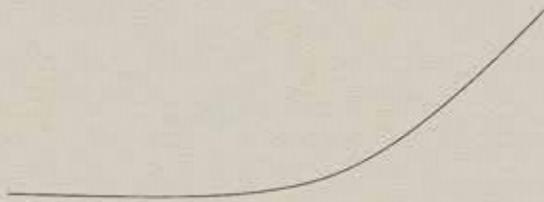
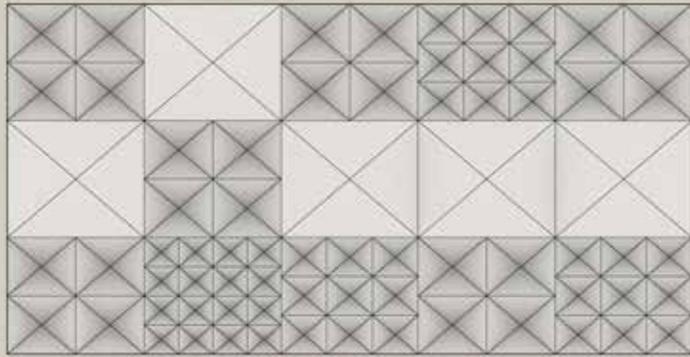
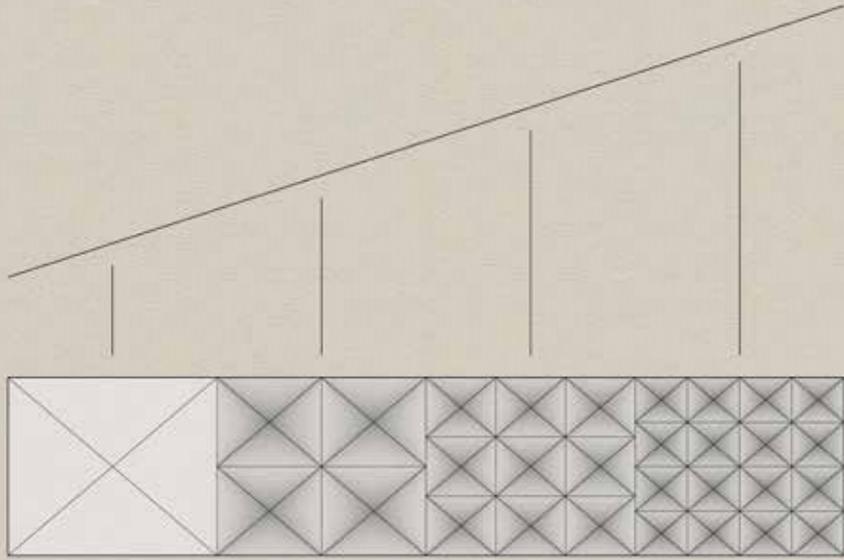


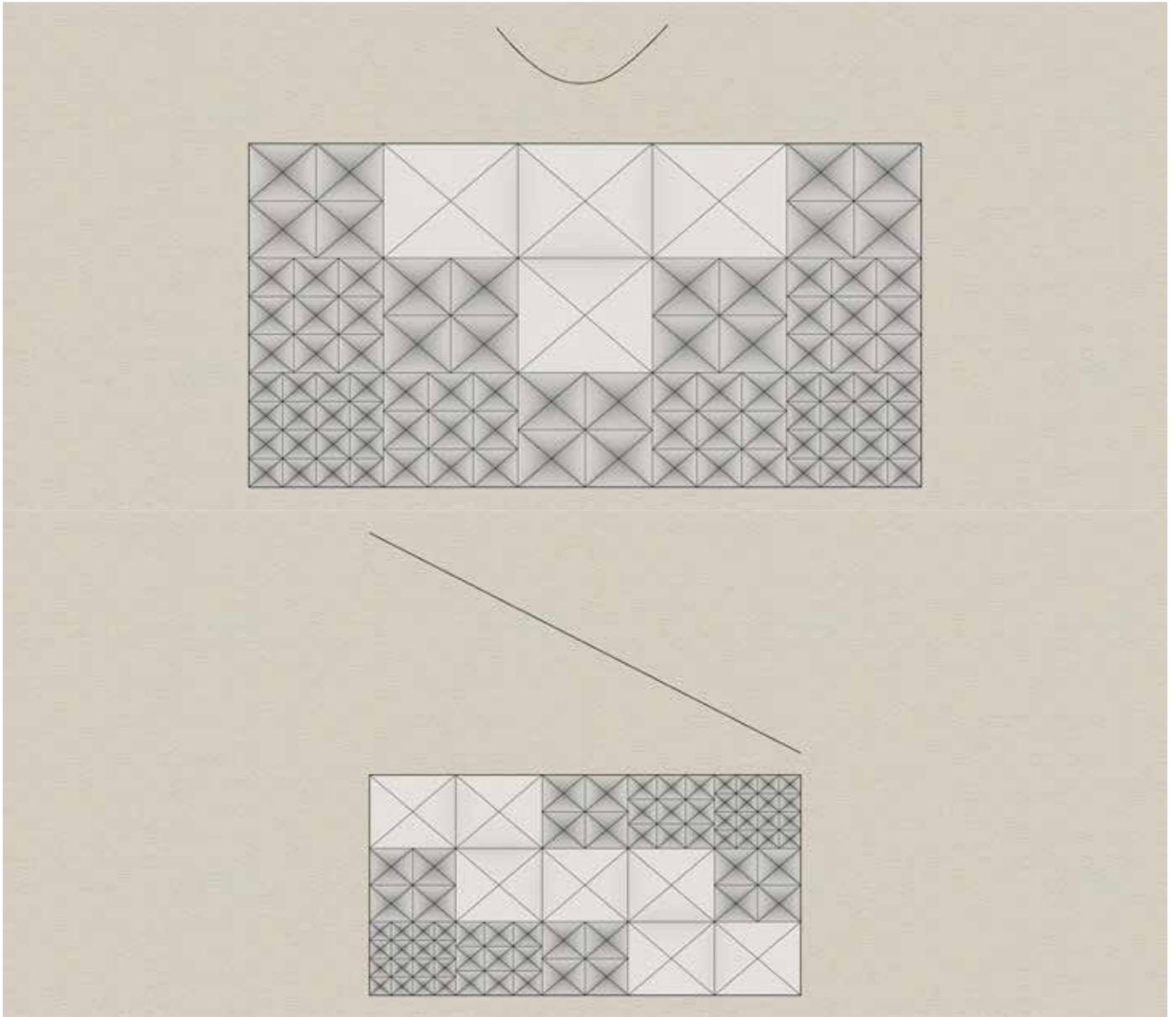


## Segundos ensayos

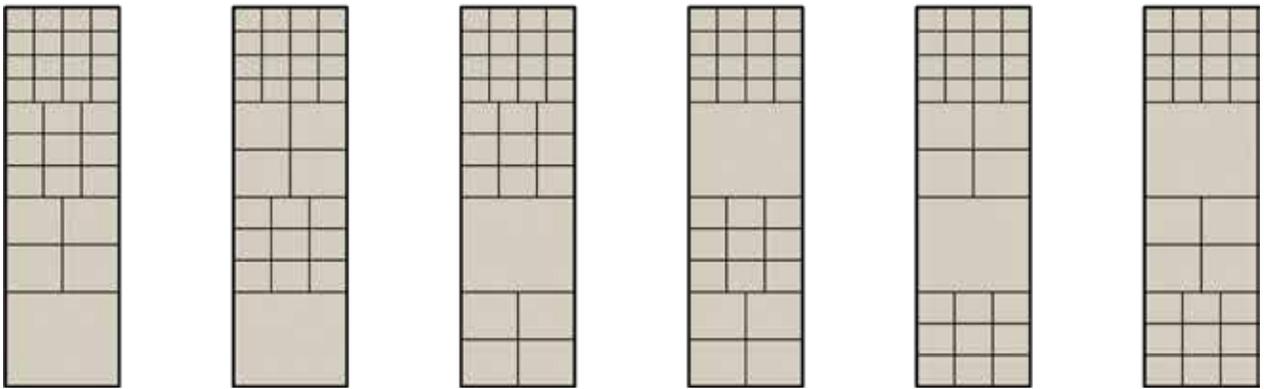
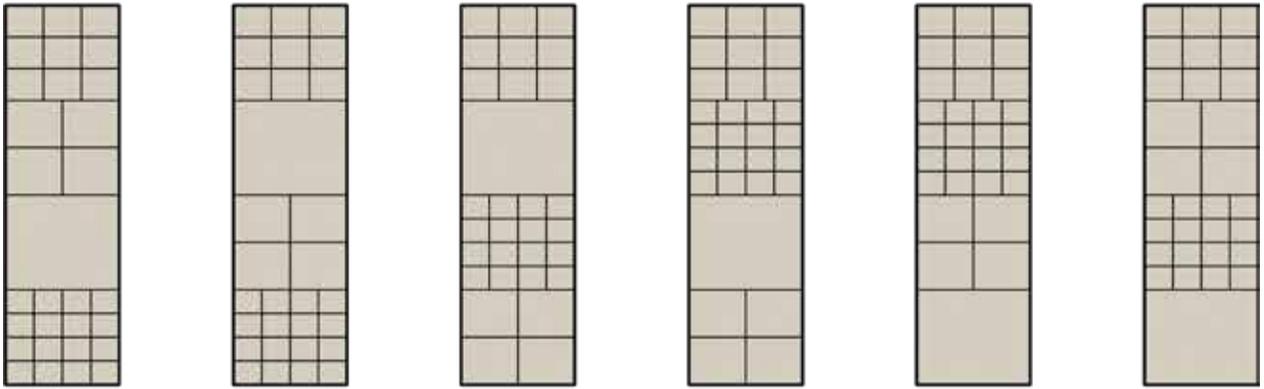
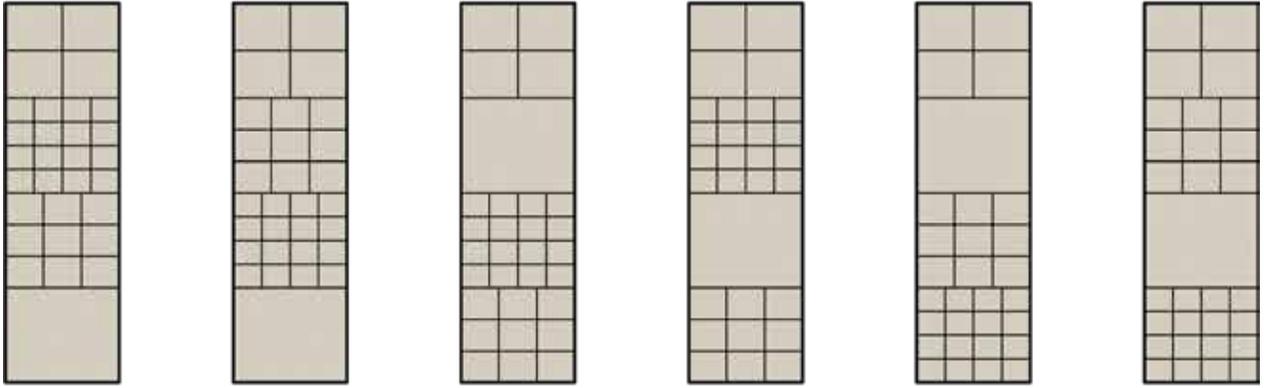
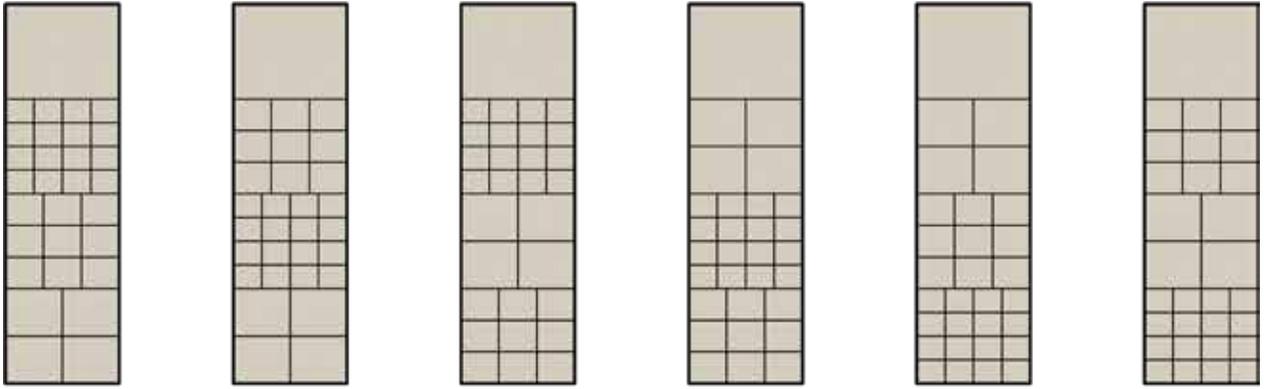
Luego de los primeros resultados obtenidos, se optó por una dinámica que tomara el lenguaje paramétrico y que se utilizara para "vestir" al diseño que están acostumbrados a fabricar en el pueblo de Capula, por lo que se diseñó un patrón, el cual opera a partir de un proceso de atractores, estos operan midiendo la distancia entre el centro de las figuras de una grilla y una curva que puede ser controlada a partir de puntos de control, esto permite así obtener patrones geométricos variados, que responden a un parámetro.

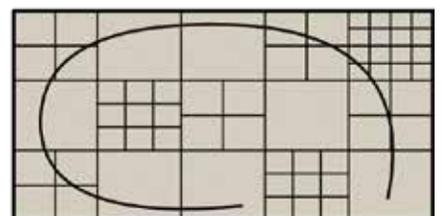
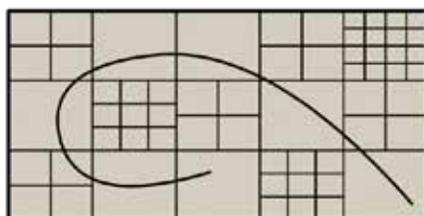
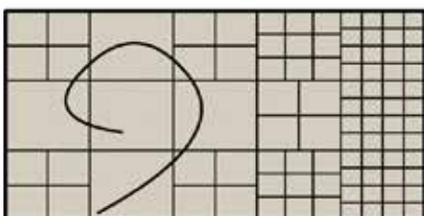
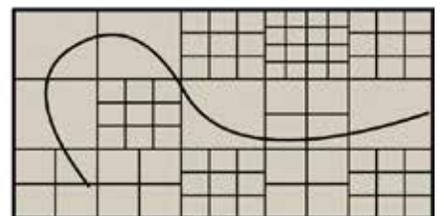
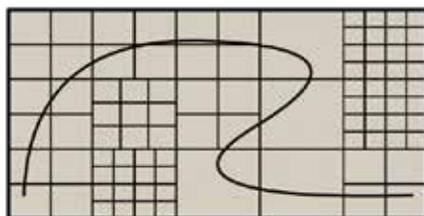
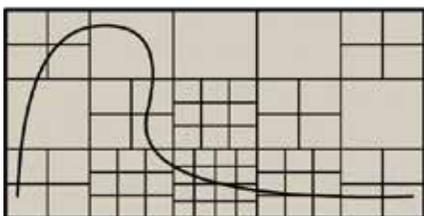
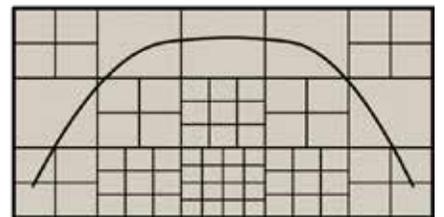
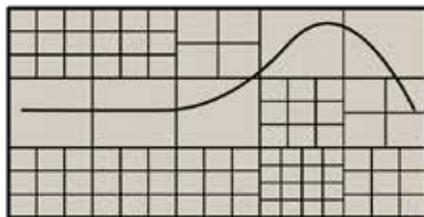
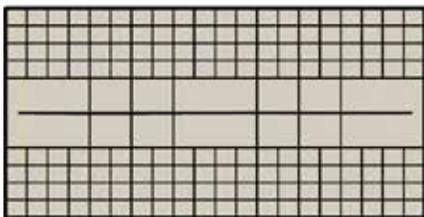
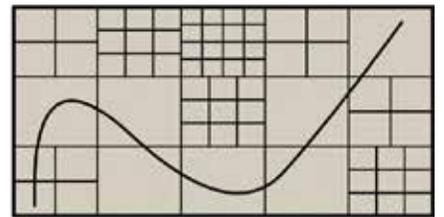
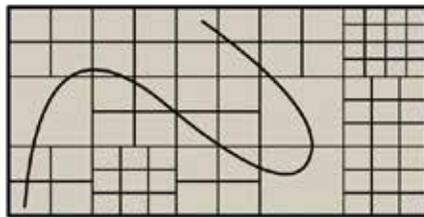
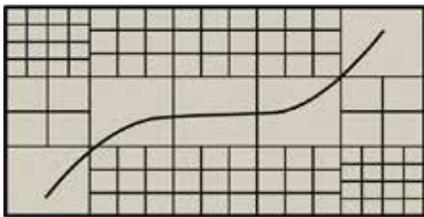
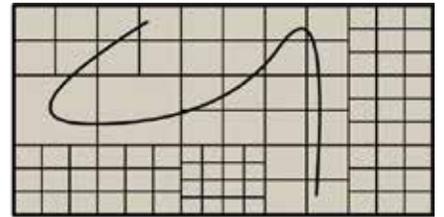
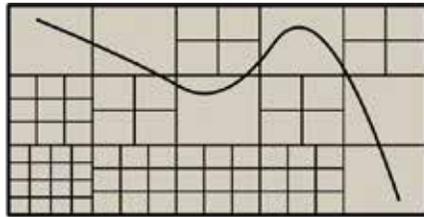
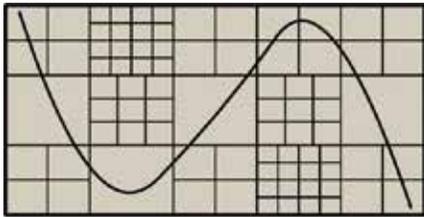






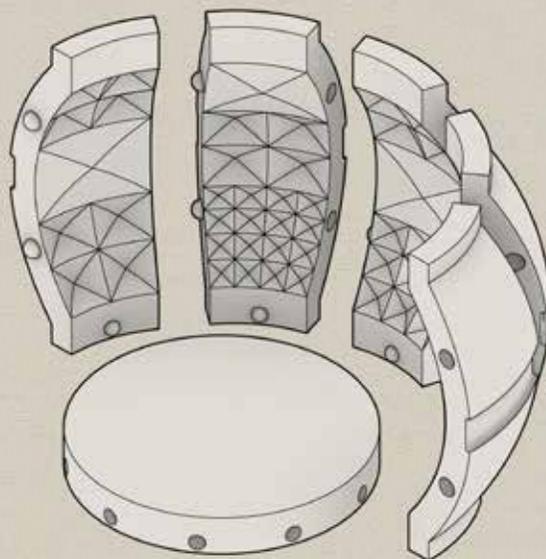
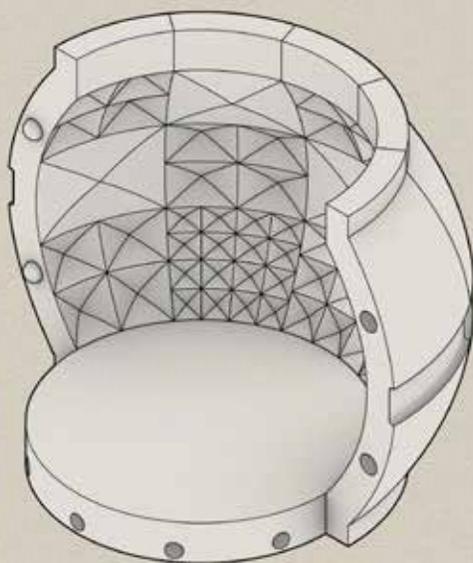
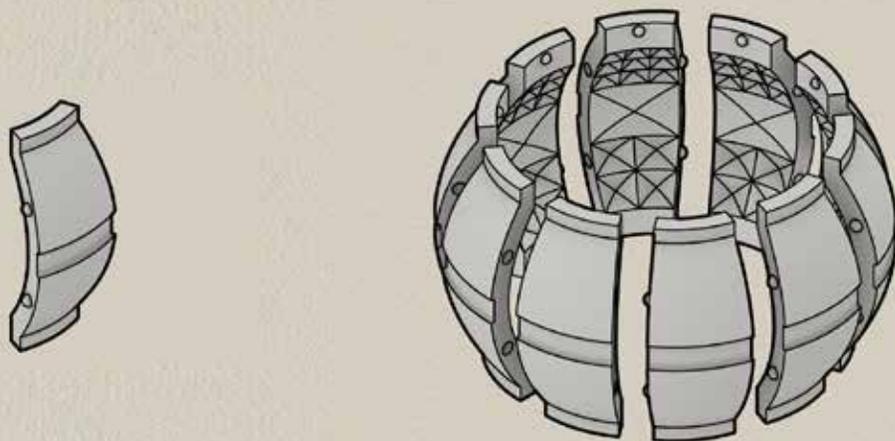
Los resultados obtenidos por estos patrones, permiten una gran cantidad de posibilidades para la creación de una piel paramétrica, la cual puede ser traspasada a diferentes superficies, permitiendo de esta forma un objeto que se complementa con el diseño paramétrico y gracias a eso es replicable, pero también ampliamente modificable.



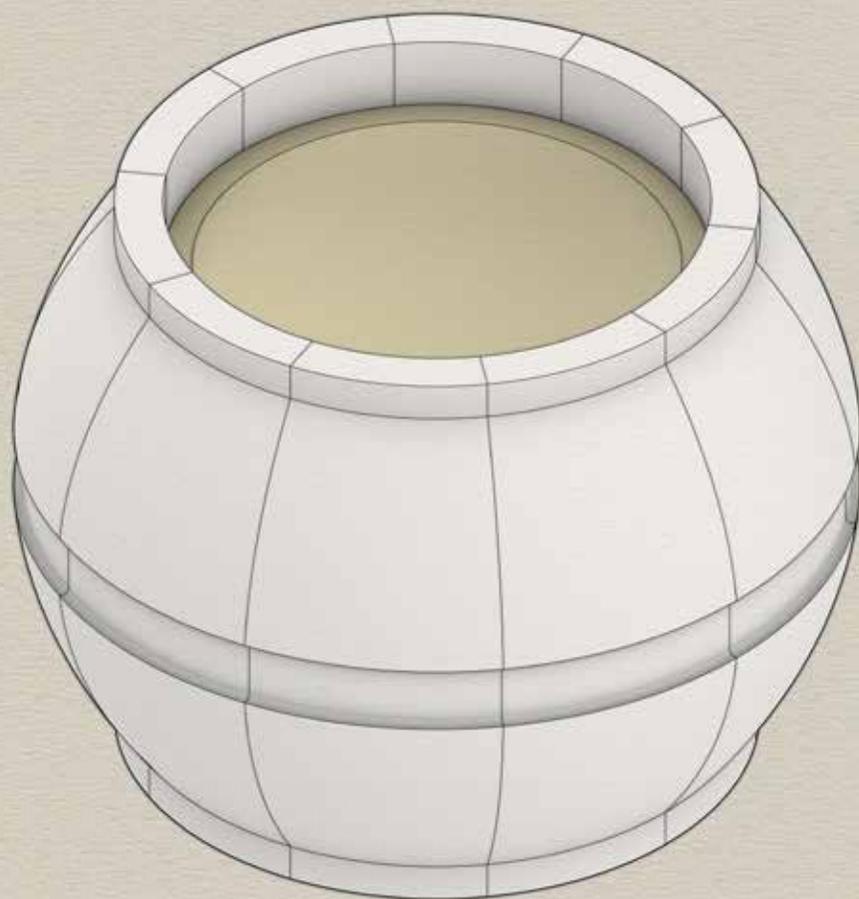


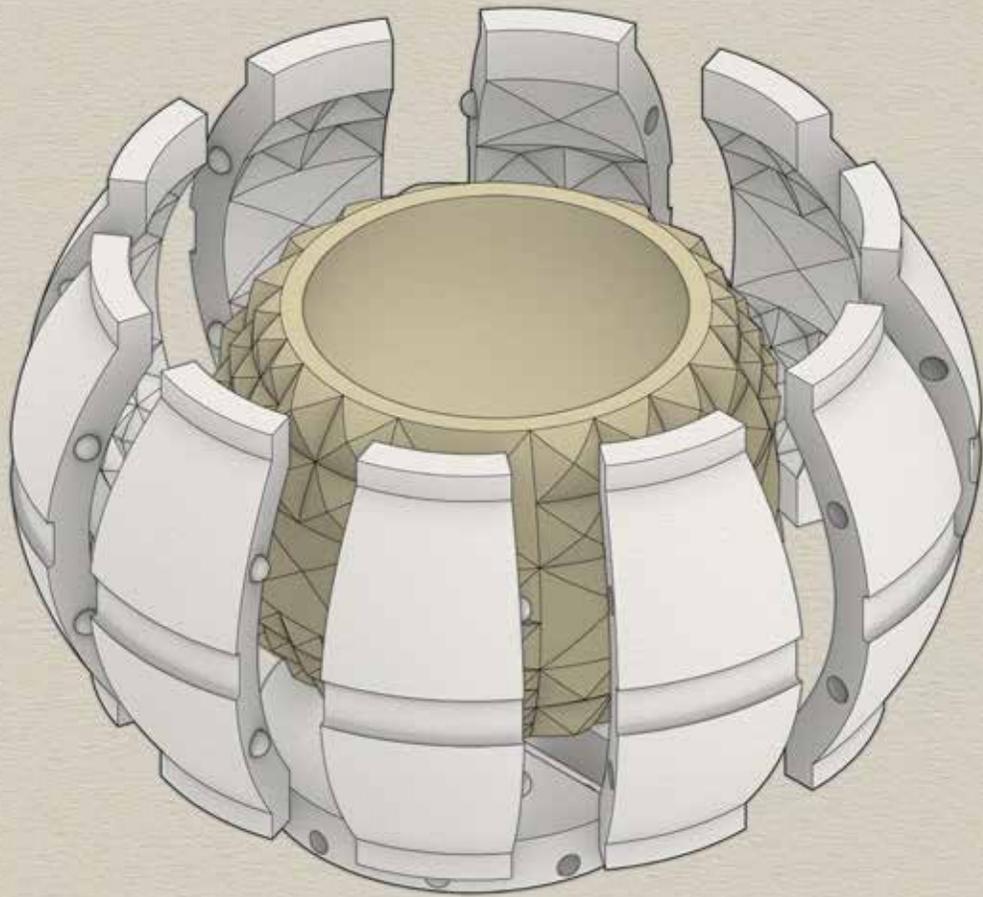
Una variable que se vuelve relevante es la curva de control. Ya que su proximidad determina el tipo de patrón que resulte de la geometría, este grado de control indica que el usuario que este controlando el aspecto paramétrico puede crear un patrón informado desde alguna fuente, ya que la curva en si puede ser una representación desde otro elemento externo, ya sea un elemento ergonómico que determine un mejor uso, o una característica cultural que este influenciado la forma final, dejando la forma paramétrica como una representación de la cultura.

Con una base inspirada en las técnicas propias de los artesanos, se diseñó un nuevo molde, el cual se basa en la idea de constituir mitades de un molde a las cuales se les deposita el barro y este adquiere la forma que el molde entrega, el aporte presentado por la fabricación digital y diseño paramétrico, es que cada una de estas mitades se compone de diferentes componentes que pueden ser ordenados de diferentes maneras, por lo que continúa con una lógica en la cual los mismos moldes pueden entregar una gran variedad de resultados.

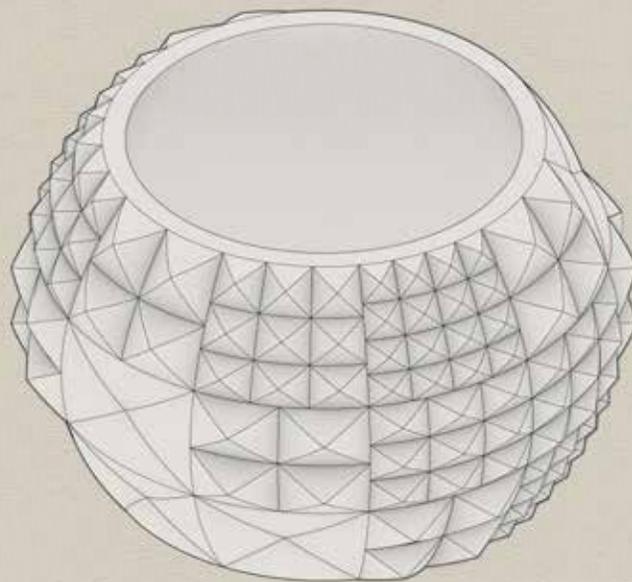
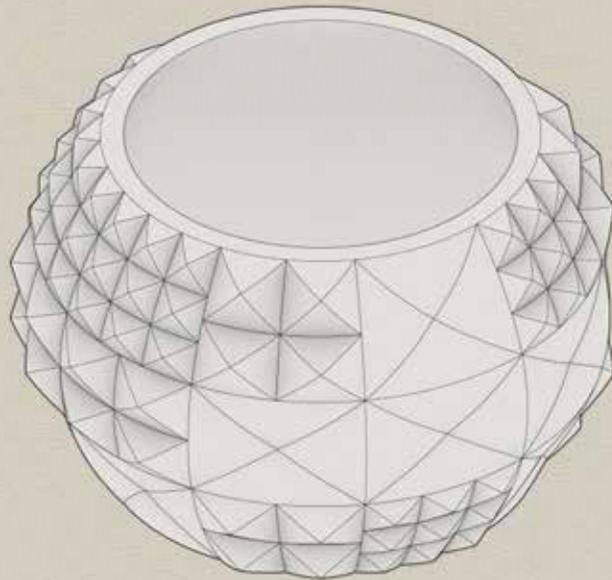


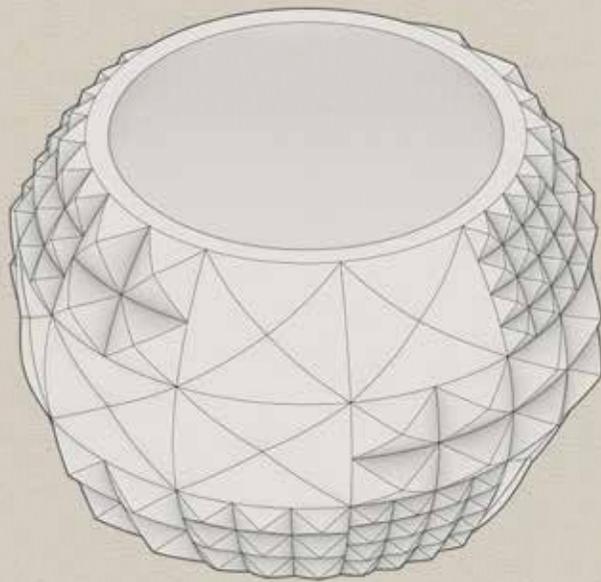
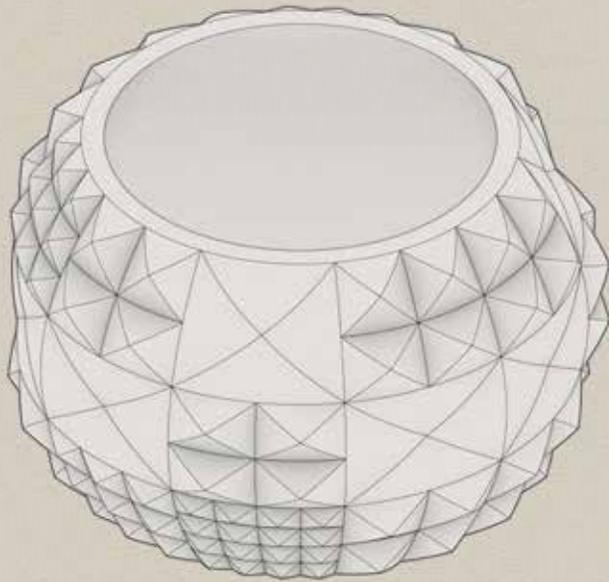
## Formación del molde



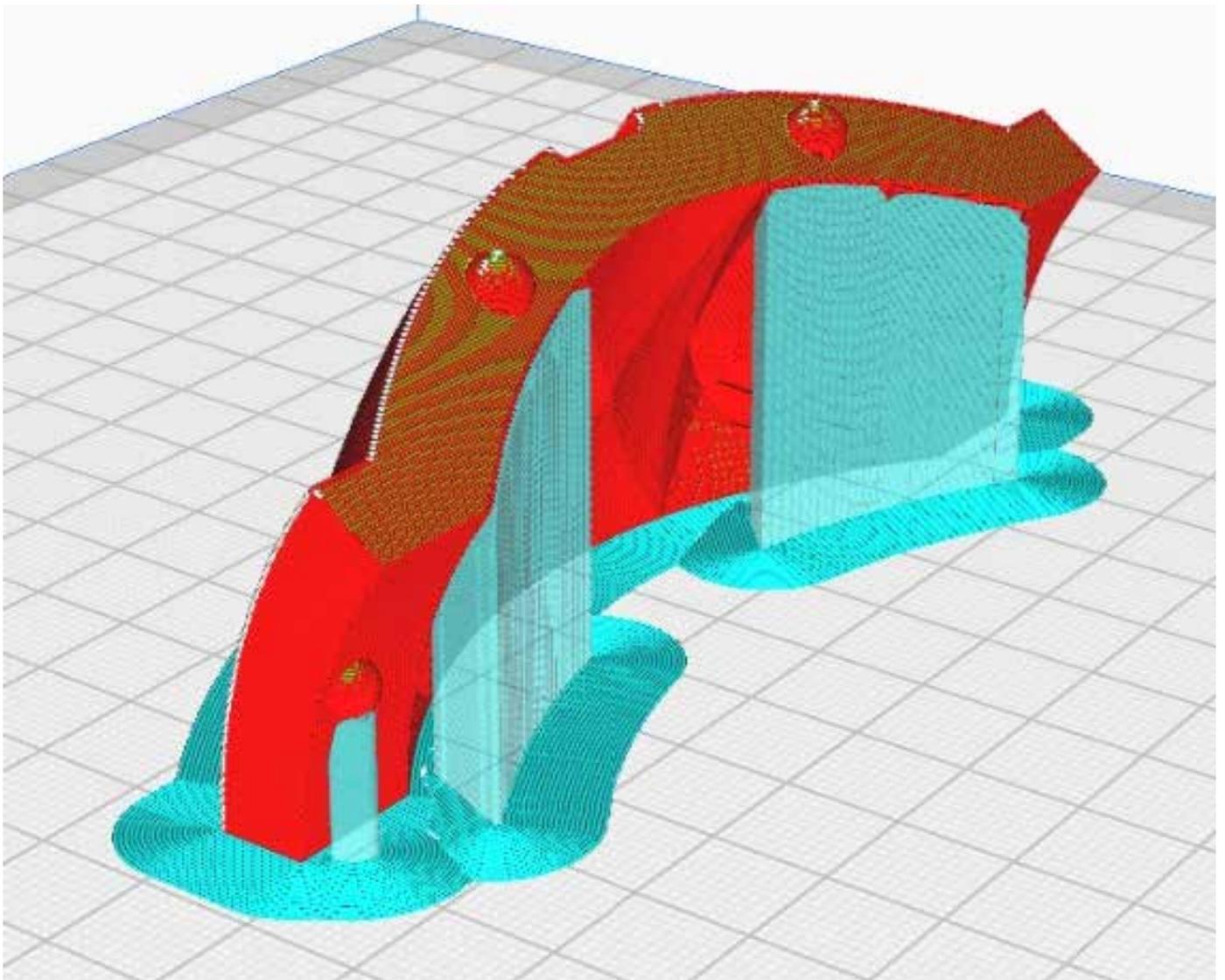


## Resultados esperados





Para la segunda iteración del módulo, se aplico la misma técnica de fabricación con uso de impresión 3D a partir del mismo programa, en este caso la impresión tenia una superficie curva y hubo la necesidad de colocar material de soporte para que fuese una impresión exitosa, no obstante, los parámetros de resolución y cantidad de rellenos se mantuvieron iguales ya que de igual manera que con el módulo anterior, esta geometría solo tiene por función crear un molde.

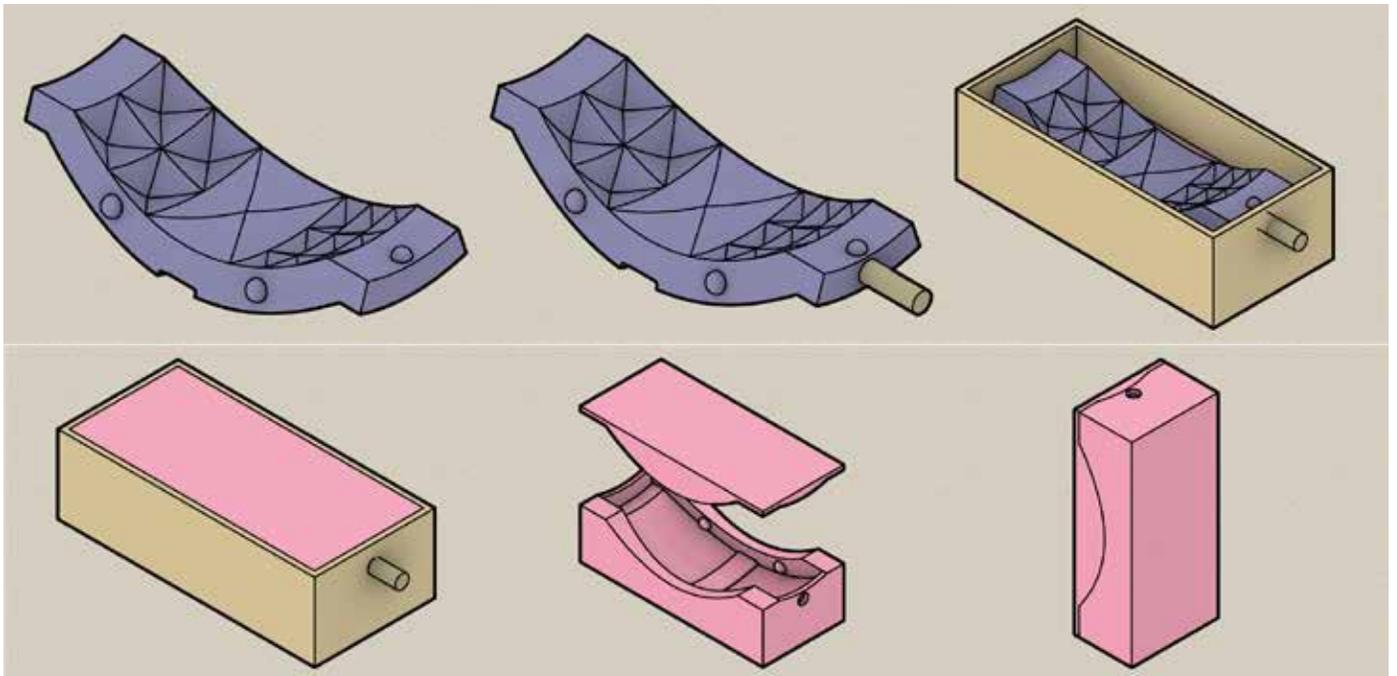






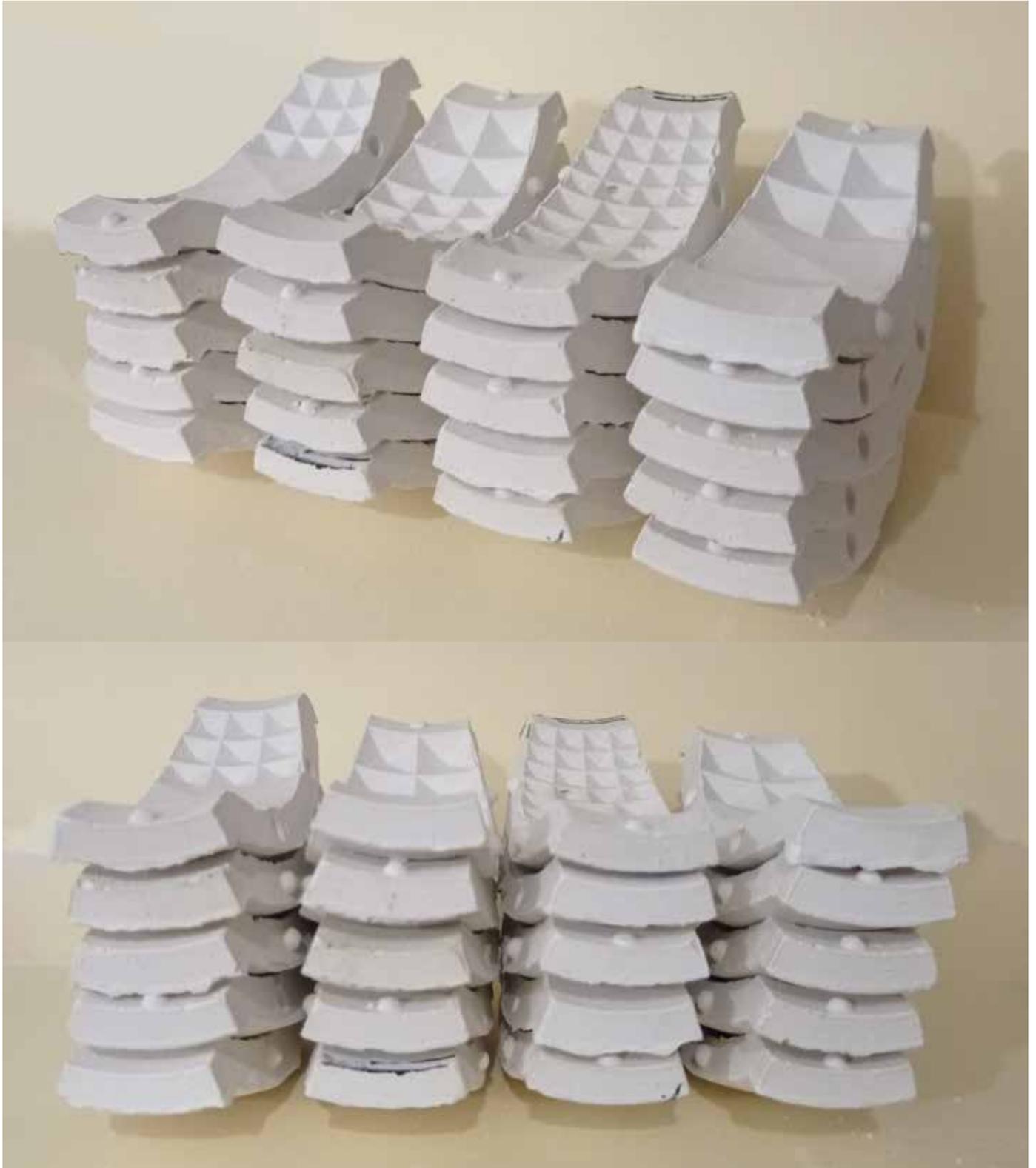
## Proceso de moldeado

Ya que para esta implementación, hacía falta una producción de gran cantidad de unidades, se realizó un molde silicona de caucho, con el cual se logró producir una cantidad de más de 20 módulos en un corto periodo de tiempo, el molde si bien posee un gran grado de flexibilidad gracias a su materialidad, se trabajó como un molde de dos artes, ya que de esta forma no existe una sobre carga de presión en zonas puntuales, permitiendo así aumentar la durabilidad de los moldes e incrementar su vida útil.



## Resultados de la producción



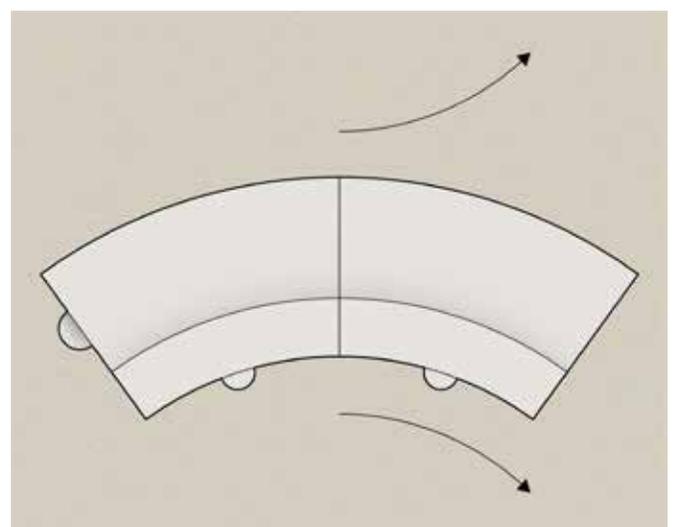


## Conclusiones del segundo prototipo

Si bien se realizaron cambios desde el modelo presentado como primera versión, esta segunda iteración continúa presentando defectos que dificultan su uso práctico, el primero siendo su falta de simplicidad para unirse entre a varios módulos, volviendo difícil la consolidación de una circunferencia completa, esto se suma al hecho de que existe una tolerancia entre los componentes, creando un grado de imperfección entre cada módulo, esto evita que en varios casos, las mitades creadas con una estructura de yeso logren crear un círculo perfecto.

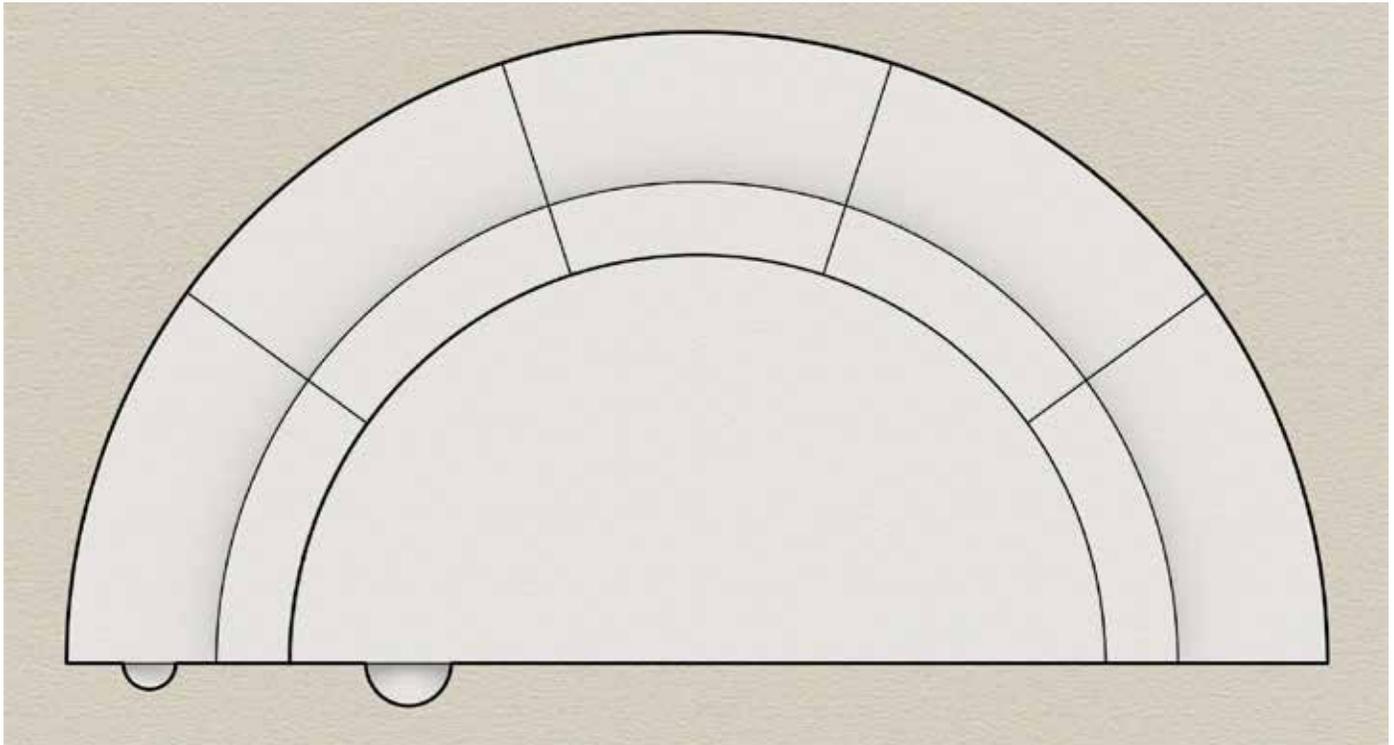


Estos módulos fueron diseñados para que una fuerza externa mantuviera los distintos fragmentos unidos, por lo que el único componente físico que mantiene los módulos alineados son un par de protuberancias circulares ubicadas en una de las caras laterales de los módulos, respectivamente existen unas perforaciones circulares que se encuentran ubicadas en la cara contraria, este sistema de encaje posee una tolerancia de 0.2 milímetros, lo que asegura que encajen las piezas, pero en este caso permite una tolerancia que facilita un desalineamiento de los componentes.

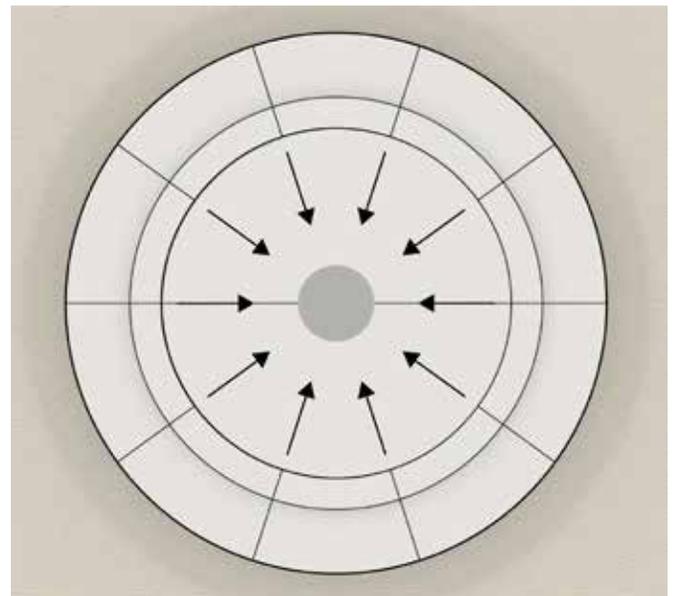


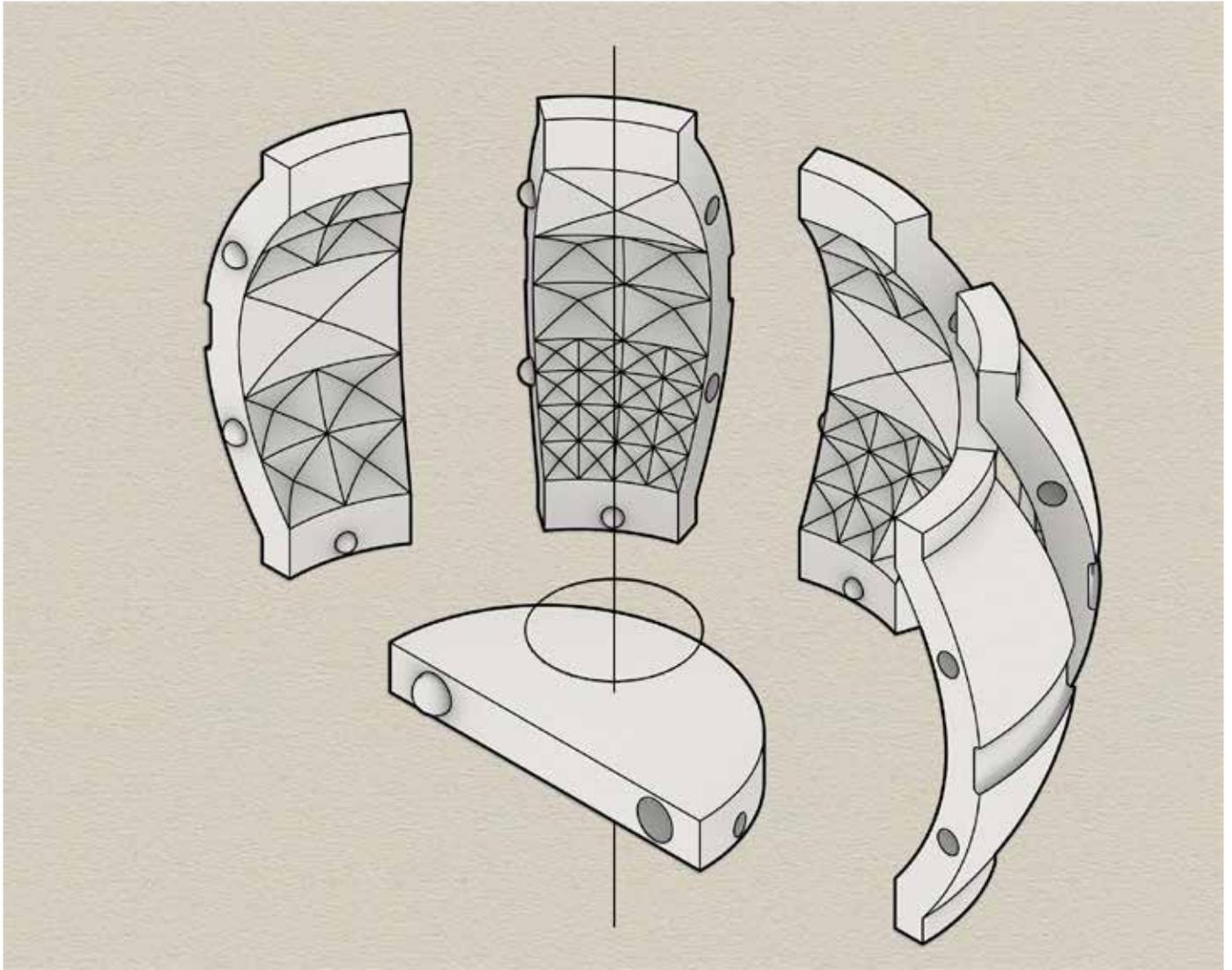
Otro defecto encontrado fue el hecho de que estos módulos habían sido diseñados para que una viga elástica los mantuviera en su posición, y esto no fue posible por el poco grosor que poseen, lo que indica que es necesario volver a fabricar estos componentes antes de presentarlos en una prueba de campo, idealmente agregando una característica de auto portabilidad y de entregar un input que informe al lenguaje paramétrico con otros valores además de una curva de forma libre, el diseño paramétrico es una herramienta que permite una interpretación de datos reales, eh informar estos datos es una parte esencial de esta investigación.





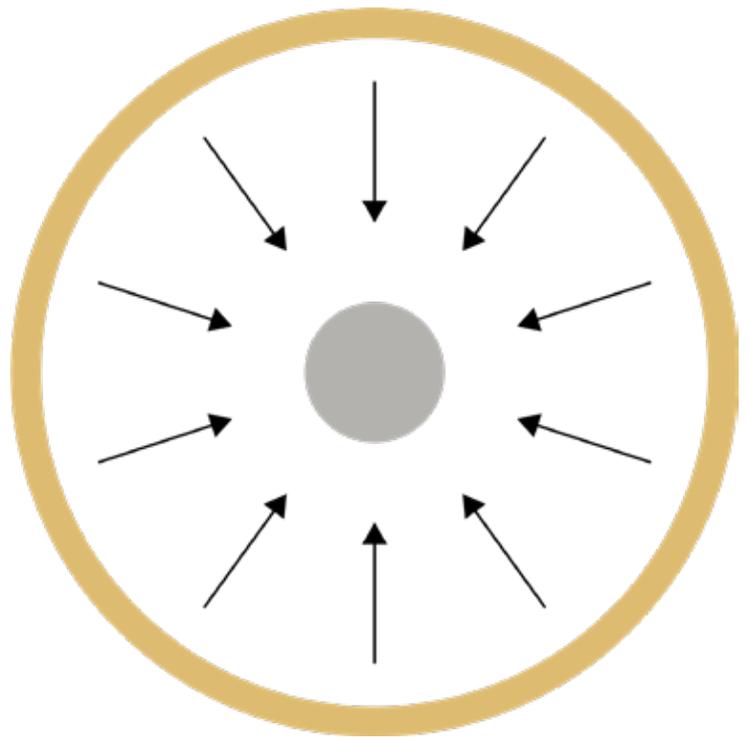
La única forma en que estos módulos se mantengan en la posición deseada de forma constante, es a través del uso de una fuerza central, la cual mantuviera todos los módulos necesarios para realizar la circunferencia completa en un estado en el cual la fuerza aplicada los presionara de forma simultanea y evitara que la curvatura se desvíe, esto implica que al tener menos módulos de los necesarios, una viga elástica que ejerciera una fuerza central, no lograría que los módulos se mantuvieran en su posición deseada, mas bien una fuerza asi, en el caso de tener menos unidades de las deseadas, solo generaría un rompimiento del orden y un desmoronamiento del sistema propuesto.





Otra desventaja del método propuesto, es una incontinencia respecto a las observaciones realizadas previamente, ya que en la primera observación, se determinó que el método empleado por artesanos locales de la comunidad de Capula, consistían en el uso de dos mitades de un molde, los cuales al juntarse permitían la construcción de una figura de barro, no obstante, para realizar esta función hace falta tener una solides respecto a cada una de estas mitades, ya que se debe ejercer una fuerza para el moldaje del material. Esta solides no se logra manejar cuando cada mitad esta compuesta por diferentes componentes que buscan componer cada una de ellas, por lo que para resolver este problema hace falta el generar un suple que logre sujetar cada uno de estos componentes y permita la realización de dos mitades solidas.

La fuerza central es aquello que permitiría un orden físico respecto a cada módulo producido, ya que en este sistema cada componente debe de estar ordenado de manera tal que puedan encajar de manera consistente los unos con los otros, no obstante para eso las fuerzas físicas deben de alinearse con los centros de las figuras presentes, por lo que si bien es algo que podría funcionar con las figuras completas, se vuelve poco practico trabajar con este principio en un contexto de solo una mitad del molde.



## **Registro de Segunda Iteración**

Una vez con los nuevos moldes diseñados y fabricados, estos fueron llevados con un artesano del barro rojo de Capula, esto con la intención de evaluar la interacción entre el mismo y las herramientas, ya que con el primer ejercicio se identifico que la forma de uso de la herramienta podía ser redefinida por la experiencia del artesano, se llegó a esta intervención con la intención de que el artesano descubriera como utilizar esta nueva herramienta con la menor intervención posible de cualquier persona que estuviera i hubiera estado en contacto con el desarrollo de esta investigación.





En un inicio, el artesano comenzó jugando con el barro que tenía a su disposición y descubrió como es que se marcaba el barro sobre las texturas de los moldes, esto permitió que descubrir el tipo de técnica que eventualmente se utilizaría para darle forma a los objetos finales, pero toda la técnica que debería ser empleada para el uso provechoso de los moldes, no fue descubierta de forma inmediata, si no mas bien improvisada conforme se desarrollo la intervención.



Existió un elemento de sorpresa al presenciar los resultados de la relación entre el molde y el barro, ya que entre ambos si bien se esperaba una relación convencional de moldes y materia, siempre se encuentran puntos de diferenciación entre los resultados esperables y obtenidos, en este caso se descubrió que los resultados del barro solían estar mas redondeados que lo que se esperaría al ver los patrones presentes en los moldes.





Durante la intervención, se vio obvia la diferencia de herramientas que eran habituales para el artesano y las que se le estaban entregando, lógicamente, en las herramientas convencionales había mayor conocimiento respecto al cómo es que debían de operar, en termino de grosores cómodos o dureza resultante de la mano de quien creo los distintos moldes.



Durante la experimentación con los moldes entregados, se realizó un proceso similar al que usualmente trabajan los artesanos de barro, que consiste en tomar parte del material que ya tenían a su disposición y amasarlo sobre su mesa de trabajo. De esta forma permiten que tenga una textura homogénea y que se ablande después de estar en un medio húmedo. Luego el material es aplanado con una herramienta artesanal de piedra que tiene por objetivo dar un grosor uniforme a lo largo del barro y una forma manejable para el uso.



Posteriormente se realiza una familiarización con los moldes, evaluando propiedades como el largo del material seleccionado y como es que este pasaría a reposar sobre los moldes de yeso, de igual manera se realizan iteraciones sobre cómo es que los distintos moldes serán sujetados para que logren entregar la figura final deseada. Este proceso es una aproximación que permite entender la forma ideal de utilizar las herramientas entregadas.



Debido a que en este caso se realizó una primera aproximación se determinó que podrían estar haciendo falta otros elementos que facilitaran el uso de los moldes, en este caso un elemento que tomara todos los componentes que crean la forma final y los mantuvieran unidos de forma confiable y segura. Pero al ser esta una etapa inicial, se improvisó una técnica en la cual el artesano sujetaba todos los módulos de yeso con una mano y les colocaba el barro con la otra para darle así la forma deseada.



Utilizando la intuición conseguida con la experiencia con moldes previos, el artesano logro que el barro uniera tres módulos de yeso con lo cual logro crear un tercio de la figura deseada. Esto demostró dos cosas, la primera, que la unión entre los moldes debía de reforzarse con otro elemento que ayudara a entregar estabilidad entre todos los componentes, y también se descubrió la eficacia de estos moldes para traducir el patrón impreso en el material. Por lo que se levantaron tantos elementos por perfeccionar y también elementos que podrían llamarse acertados o que cumplieron su objetivo.









El resultado final de esta intervención, consistió en un estampado del molde original, en el cual se logro parte de la curvatura deseada y también un claro ejemplo de cómo es que el barro rojo se comportaba con las distintas escalas de detalle que entregaba el molde.

Para lograr crear ambas mitades de una manera tal en la que pudiesen ser utilizadas de la forma previamente concebida, hizo falta el crear un elemento externo que fuese capaz de sujetarlas de manera tal que las mantuviera de forma fija y solida para así poder ocupar el modulo de forma eficiente, no obstante para este proceso hizo falta de primo ordenar los módulos previamente diseñados, para que mantuvieran el orden correcto luego se tuvo que construir este elemento utilizando el yeso como material base, agregando barras metálicas para si poder asegurar su correcta resistencia.



Este objeto logra adaptarse desde los métodos y las herramientas de fabricación propias de los artesanos de Capula, ya que, entre sus métodos de producción, se utilizan moldes de dos mitades para la producción de objetos cilíndricos, tales como tazas o jarrones. Al tomar este caso y unirlo a una superficie creada con métodos de fabricación digital y diseñado a partir de algoritmos de diseño basado en algoritmos, este podría ser un ejemplo de un objeto creado de la inyección de técnicas contemporáneas de diseño sobre técnicas propias y tradicionales de una localidad.



## **Registro de Tercera Iteración**

Para la tercera iteración realizada con los artesanos del pueblo de Capula, se analizaron las necesidades definidas por la segunda iteración realizada, en la cual la mayor dificultad fue el haber unido todos los módulos de forma contantes que asegurara que el resultado final tuviera la forma deseada y no la forma de los elementos individuales. El objetivo de esta iteración era la construcción de una circunferencia completa, realizada con los módulos disponibles.





1



2



3



4



5



6

El artesano comenzó trabajando, tomado el material seleccionado, amasándolo, aplanándolo, y cortándolo para que estuviera en las dimensiones correctas para su uso en los moldes esta vez presentados. En este caso los moldes estaban unidos con una matriz de yeso, la cual era capaz de mantener cinco unidades conectadas de manera segura y permitía también la unión con otra matriz de iguales propiedades, por lo que era posible la creación de una estructura completa.

Esta estructura fue definida a partir de los moldes de dos mitades que habitualmente se utilizaban en esta comunidad, por lo cual se esperaba un manejo técnico por parte del artesano que le permitiera sacar el provecho a esta nueva herramienta. La cual además de permitir un uso apropiado, también permitía que el artesano escogiera de manera rápida, que elementos entrarían y saldrían de la configuración, facilitando así la flexibilidad de uso deseada.



Una vez realizado ese proceso, el artesano repitió todos los pasos previamente realizados para así poder tener ambas mitades necesarias para crear a circunferencia deseada. Esto se vio facilitado gracias a las matrices de yeso que mantenían todo en su lugar de manera cómoda, lo que permite que, una vez diseñado el primer patrón de barro, se es posible pasar a la siguiente parte sin inconvenientes.

Esta técnica de dos mitades fue inspirada por los métodos tradicionales que previamente habían sido levantados en esta investigación, la idea de este proceso fue que, si bien se estuvieran proponiendo nuevas metodologías para el diseño de elementos basados en el diseño digital, el conocimiento previamente manejado continuara haciéndose presente y realizando los aportes que históricamente había realizado.



Una vez ambas mitades listas, el artesano junta ambas partes para crear la forma fina del molde, en este punto, se debe realizar un proceso de suavizado, en la cual se utiliza una esponja mojada para unir el barro de los dos lados y crear una superficie continua, esto es lo que crea la continuidad de la figura y logra unificar todo el proceso, también y gracias a las matrices que mantiene los módulos en su lugar es facilitar la presión necesaria para construir esta nueva unión, ya que con esto el manejo de todos los componentes se vuelve sustancialmente más manejable.





Una vez listo el proceso de unión y suavizado, el molde maestro fue cortado con un alambre delgado, con lo cual se rebajo cualquier exceso de material que estuviera presente y de igual manera se utilizó la misma esponja con agua para suavizar el borde y darles una terminación suave a los bordes externos. Gracias a la modularidad de los componentes, se pudo remover una de las matrices de los moldes, dejando la curvatura expuesta y facilitando el retirado de los pequeños módulos de forma controlada, lo cual asegura que el resultado final mantuviera su forma íntegra.







Una vez que los elementos ya se endurecieron levemente, se pudo comenzar a retirar los distintos elementos del molde, exponiendo el color del barro y demostrando la forma final de producto, en este punto era evidente que los distintos elementos presentes en los moldes se habían plasmado sin problema en la forma final, permitiendo así que la textura creada a partir de un algoritmo de diseño paramétrico fuese evidentemente visible sobre la forma resultante. De esta manera podemos apreciar que esta estrategia de fabricación fue exitosa, y que el resultado final podría cambiar de acuerdo con la configuración de elementos presentes que el artesano seleccionara, esto permite el cumplimiento de la meta definida de crear una matriz de módulos que facilitaran la producción de distintos objetos que poseyeran la versatilidad del diseño paramétrico en un contexto artesanal.



181



## Conclusión: La cultura de un objeto

Una vez realizados estos experimentos, queda una duda respecto a si es esperable un impacto cultural a través de las herramientas de fabricación digital, o si es posible afectar de alguna manera a una cultura ya concebida, es válido preguntar si se está haciendo o no un aporte, pero antes de eso, es importante definir que es una cultura o que ayuda a definir que un objeto pertenezca a una. Desde esta duda, podemos comenzar a identificar una cultura o su análisis desde varios puntos de vista, a lo cual hay que pensar en como evaluar una cultura, para eso existe un pensamiento marcado por Clifford Geertz que plantea que

«la cultura que es esa urdimbre y que el análisis de la cultura ha de ser, por lo tanto, no una ciencia experimental en busca de leyes, sino una ciencia interpretativa en busca de significaciones» (Geertz, 2003; p.20). Por lo que no hay una forma exacta de definir que entra a pertenecer a una cultura o no, mas bien hay que evaluar los valores que esta intentado transmitirse, pero no solamente podemos asociar la cultura a una identidad o pertenencia, también se puede asumir como un espacio en donde se pueden realizar sus propios debates,

“Nos dice que la cultura es una forma de reproducción social dentro del capitalismo y que es ella quien produce una lucha simbólica entre clases subalternas y clases dominantes, donde precisamente la cultura se convierte en el campo de batalla.” Nayeli, M. (2013, julio).

En este caso debemos entender que en una cultura se pueden encontrar varias fuerzas que buscan un rol o espacio dentro de una misma cultura, y que hay elementos que por ende lograran mantenerse vigentes, mientras que otros pasaran a un lado debido a que no lograron conservarse a lo largo del tiempo que dura esta cultura.

“cada campo cultural es esencialmente un espacio de lucha por la apropiación del capital simbólico y en función de las posiciones que se tienen respecto a ese capital”” Nayeli, M. (2013, julio).

Viendo la cultura cómo un espacio de debate, podemos entender que aquellos elementos que logran sobrevivir a ser interpretados de formas similares a lo largo de los años pudiesen ser interpretado como un elemento cultural clave para su construcción.

“Asimismo, la construcción de esta está basada históricamente en la transmisión de concepciones heredadas y expresadas en formas simbólicas” Trelles Velásquez, G. (2003).

Lo que nos deja bajo una idea de que una cultura es un conjunto de interpretaciones que se pueden perseverar en el tiempo, demostrándose así cómo ideas que logran ser aceptadas por diferentes generaciones o grupos dentro de una misma sociedad. Todo esto nos puede dar ideas sobre qué clase de elementos permiten que un objeto pertenezca a una cultura, sus usos y aplicaciones en la gastronomía local, sus decoraciones que pueden aludir a los elementos que tradicionalmente suelen aparecer en sus ornamentos, las formas que pueden ser interpretadas como un homenaje a aquellos iconos culturales que permiten la constitución de una identidad.

Dentro del contexto sobre que es perteneciente a una cultura, entra la duda respecto a cuál es el rol de la fabricación o de las técnicas de fabricación en ella, es una pregunta válida cuestionarnos si un objeto pertenece a una cultura si no ha sido fabricado con las técnicas tradicionales que se afirma a la misma, pero bajo la mirada de que la cultura se constituye a través de usos o expresiones, puede ser válido asumir que un objeto puede pertenecer a una cultura, a pensar de poseer distintas innovaciones respecto a su producción.



## **Conclusión: lo digital en lo cultural**

A partir del desarrollo de esta investigación, fueron integradas a un proceso de producción alfarera creada en un pueblo de Capula, distintas herramientas creadas a partir de métodos de fabricación digital aditivos, también conocido como impresión 3D, en este caso se utilizó esta tecnología para la creación de moldes que darían formas a distintos objetos, y para buscar una semejanza entre los objetos producidos habitualmente en la localidad y los resultados esperados por estos prototipos, se busco que estos moldes consiguieran una morfología similar a la usualmente encontrada, y se utilizo un elemento de "piel" para revestir con patrones creados a partir del diseño paramétrico.

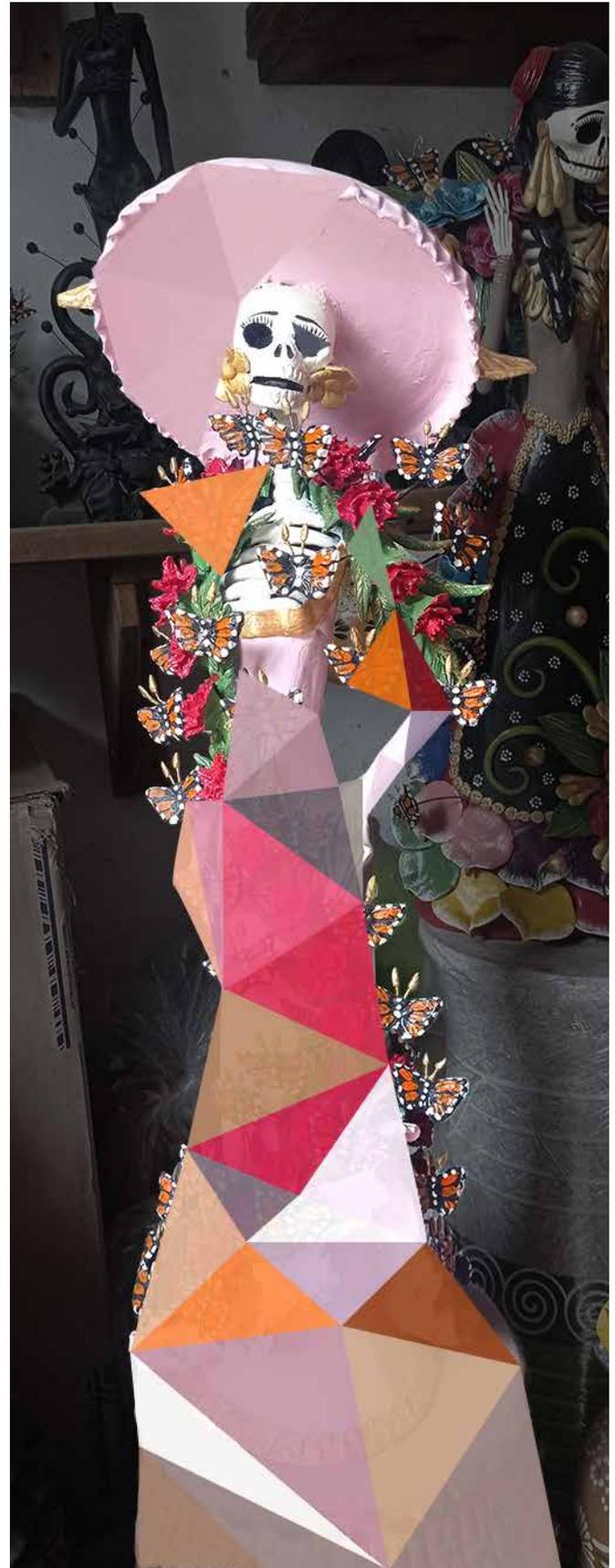
Viendo los ejercicios realizados con los alfareros, se pudo determinar emoción y entusiasmo por parte de ellos al encontrarse con estas "innovadoras" o "interesantes" técnicas de fabricación, principalmente por que en ellas se encontraban métodos para diferenciarse entre ellos, agregando un elemento innovador a sus técnicas ya dominadas,

"La cultura popular moderna, según interpretada por la política y el mercado, se mezclan con las tradiciones populares gestionando a su vez "las culturas híbridas"." Nayeli, M. (2013, julio).

Entonces, apuntando a la idea del estar creando una bien llamada "cultura híbrida" se debe tomar en mente que aporte se les estaba entregando a los artesanos realmente, o quizás es valido cuestionarse si se estaba siendo respetuoso en absoluto al presentarle un nuevo molde ajeno a un artesano y decirle que lo integre a lo que llamarían propio, posiblemente para el desarrollo de una iteración exitosa se deba aplicar un enfoque distinto.

El rol de las herramientas es el de simplificar el trabajo realizado y facilitar las técnicas aplicadas para que dentro de ellas se pueda extender su flexibilidad. Dicho de otra forma, en lugar de haber creado moldes que pudiesen permitir la creación de nuevos objetos, había que facilitar y potenciar aquello que ya se encontraba ahí. Y evaluar en donde podríamos encontrar un verdadero aporte a los procesos de producción locales.

Finalmente, hay que hacer la distinción de que los diseños creados por computadora si bien brillan por su propia complejidad, deben de respetar y adherirse a aquello que permite que un objeto entre a una cultura, para que el resultado obtenido tenga dicho valor y pueda ser aceptado dentro de ella.



## Modelo replicable

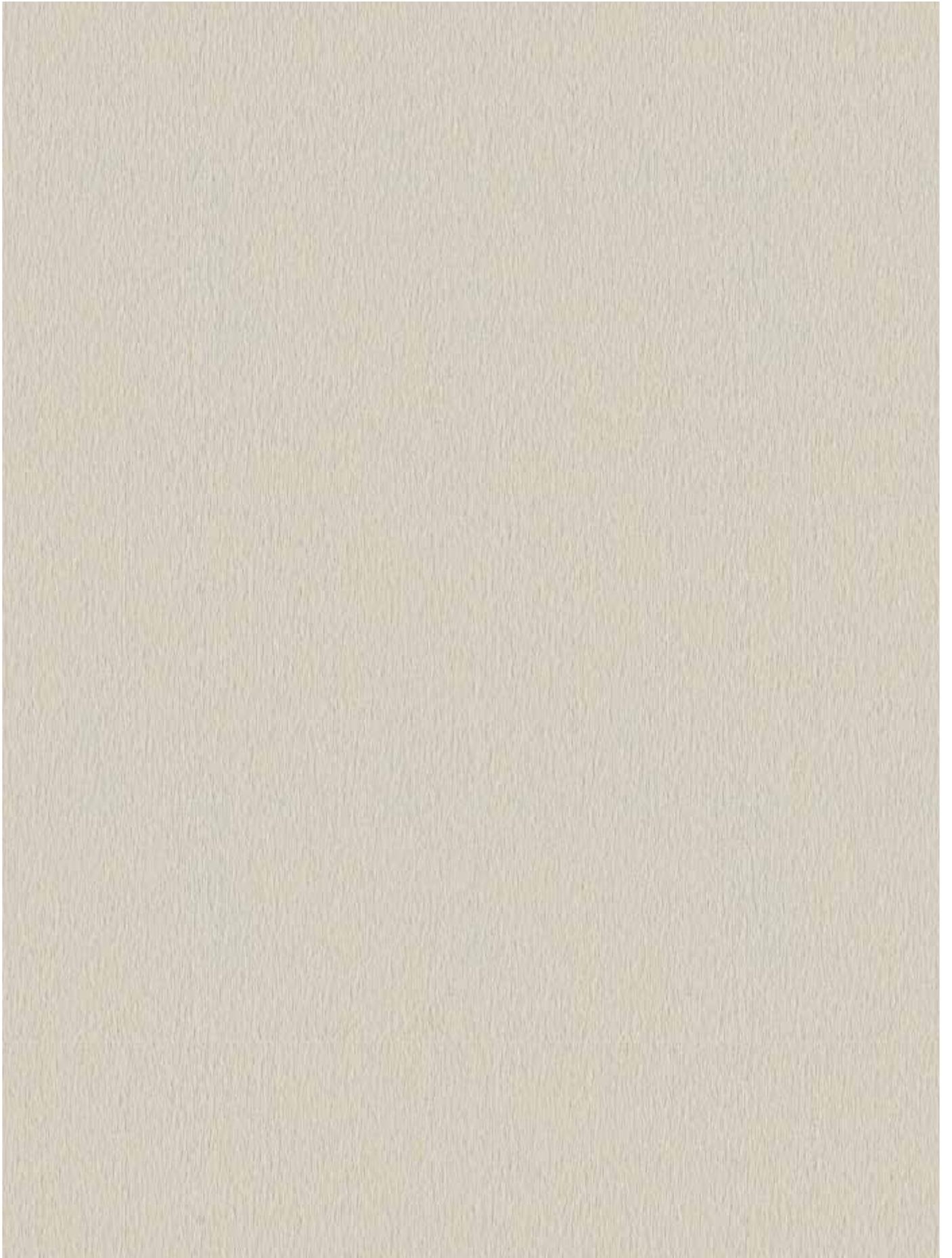
A partir de los ejercicios realizados durante la investigación y los pasos que fueron clave para su desarrollo, es posible determinar cuales fueron los pasos mas relevantes que facilitaron la ejecución del proyecto y llegar a su fase final. Estos pasos debiesen poder ser aplicados a diversos contextos y permitir obtener sincretismos entre la tecnología y las técnicas artesanales similares a las que se han conseguido en esta investigación presente.

1. La investigación comenzó con un levantamiento tecnológico, en el cual se numeraron las herramientas digitales que serian utilizadas para el desarrollo del proyecto, o en las cuales se pretendía indagar. En este caso puntual se realizó una profundización al área de la fabricación digital, ya que con ella se pretendan realizar las iteraciones planteadas.

2. Luego se determino en donde se realizaría la investigación, definiendo un lugar, técnicas, materiales y perfiles de actores que estarían involucrados en el proyecto. Dicho de otra forma, se estaría levantando un contexto para la investigación.

3. Cuando ya se tiene claridad respecto a los objetos presentes en el contexto y a como es que se les da forma, es cuando se comienzan a realizar iteraciones en las cuales se ejercita la implementación de métodos de tecnología digital en ambientes artesanales. Permitiendo así un desarrollo del proyecto, en el cual se afina la relación entre las distintas herramientas y se logra definir de manera clara hacia donde podría estar apuntando la investigación, y a que objetos se pretende llegar.

4. Finalmente, es clave determinar cuáles son las características del objeto en cuestión que le permiten pertenecer a la cultura en la que se presenta, esto con el objetivo de preservar estas características y ver cómo es ue las herramientas incorporadas al contexto pueden ser un potenciador, de manera tal que las características presentes logren pasar a ser elementos icónicos.



## Iteración final

Nuevamente, luego de las conclusiones sobre cómo la cultura de un objeto puede permitir diversos tipos de producción, más allá de las técnicas clásicas, se define que, a modo de iteración final, se debe producir un objeto que simplemente posea características emblemáticas de los artefactos tradicionales de la cultura de la cual se están obteniendo. De esta forma, se tomó el estilo de decoración de las vasijas comúnmente encontradas en Capula, las cuales tienen un diseño que alude a un sol, dado su peso cultural para México, y en lugar de dejar este icono como una variación pictográfica, se emplea como un elemento con relieve que puede dar una mejor textura al producto final.





La parte clave de este objeto fue que el diseño generado no posee únicamente un estampado repetido, sino que se utilizó el diseño digital y las herramientas de diseño paramétrico para que cada iteración de este sol ornamental poseyera valores aleatorios, como su tamaño o la cantidad de círculos que lo rodean. De este modo, el diseño paramétrico ayuda a conservar la idea de lo artesanal, la idea de que no cada ornamento es igual al otro, pero al mismo tiempo, utilizando las técnicas de fabricación en 3D, se logró llevar la iteración a otro nivel.

Gracias a la impresión 3D, se lograron crear distintas partes de un molde, las cuales pueden interconectarse de distintos modos y permiten distintas configuraciones, lo cual permite que se incorpore al flujo de trabajo de los alfareros como otro utensilio más, pero en este caso, entregando volumen a lo que de otra forma se queda en pintura. De esta manera, se entrega un aporte desde la fabricación digital al contexto local.



Resultado final obtenido





## Cumplimiento de objetivos

En relación con la inserción sobre los procesos digitales en un contexto local, se puede apreciar que nacieron objetos desde esta investigación, que adoptan tanto elementos de lo fabricado con técnicas modernas de fabricación con impresión 3D y al mismo tiempo buscan pertenecer a una cultura propia, que nace de una localidad de trabajo artesanal. Desde esta visión, se puede apreciar también como los objetos se nivelan respecto a que tan artesanales o digitales son en su presentación, y se puede ver cómo es que desde un origen en el cual lo digital predominaba en la estética y resultados finales, conforme se desarrollaba esta tesis, los elementos culturales comenzaron a tener cada vez más peso y relevancia en la investigación, quitando así tanto protagonismo a los elementos digitales y dándoselo más aquello que permite que un objeto se adentre a una cultura.

Podemos asumir que, para insertar una nueva tecnología en un contexto de producción local, es necesario comprender que se busca ser un aporte, no una competencia por el protagonismo o una postura que busca ser totalmente innovador y diferente de lo que ya existe. Si bien los artesanos estaban dispuestos a insertar las nuevas tecnologías en su forma de trabajo, esto era porque una nueva forma de producir abría puertas a que entre ellos pudiesen diferenciarse, y a tener mayores competencias en un mercado donde la diferenciación puede significar una mayor cantidad de ventas. Pero lo verdaderamente importante es lograr ofrecer un desarrollo a lo que ya existe, para eso primero hay que reconocer las formas de trabajar, sus significados y formas y el por qué es que estas técnicas y figuras logran posicionarse cómo algo que ha durado por muchas décadas, y a lo que no se debe intentar opacar.

Los objetivos planteados por esta investigación lograron cumplirse, quizás no de una forma que permitiera una mezcla perfecta entre las formas paramétricas que se pueden desarrollar de los algoritmos más complicados y las técnicas de alfarería tradicionales. Los resultados finalmente si logran poder asociarse a lo que comúnmente encontramos, pero es porque se concluye que, en el desarrollo de las culturas frente a los avances tec-

nológicos, son importantes los pasos pequeños que acercan la tradición a las técnicas emergentes, y estos acercamientos nos permiten visualizar que es lo que podría venir. Que os objetos siempre estén evolucionando, habla de una cultura que sigue viva y por ende, en constante crecimiento.

## Conclusiones Finales

Mirando hacia atrás con respecto al proyecto presente, evaluando sus orígenes y su desarrollo, se puede concluir que en las técnicas que encontramos en las localidades artesanales, no son solamente decisiones estéticas, si no que también ecos de desafíos que debieron de sobrepasarse para poder llegar al resultado deseado y para poder concretar metas específicas. Todos los ornamentos y formas que se toman con los años implican tomas de decisiones que traen consecuencias de las cuales hay que encargarse y lograr bajar a un producto o objeto concreto, el cual al llevar sobre su historia las técnicas enseñadas y adquiridas por diferentes artistas, artesanos o entusiastas, han logrado informar la materia de forma optima y eficiente. No es poco común que se realice la comparación entre métodos tradicionales de fabricación y técnicas modernas que emplean tecnología fundamentada en el diseño digital para conseguir resultados, y esta comparación pareciera crear una diferencia entre aquello que es contemporáneo en contra de aquello que se percibe como una tradición. Es en este punto de comparación que podemos obtener una respuesta clara a los dos elementos claves para ambas posturas, y es que aquello que proviene de una tradición, alguna vez fue también una innovación, por lo que o podemos tomar técnicas previas y establecerlas como dogmas inflexibles solo por su peso histórico. Nosotros tenemos un rol de permitir la evolución de las técnicas tradicionales y permitir que quienes las practican, no sean dejados atrás por los avances tecnológicos que se presentan en la modernidad. En la unión entre tradición y modernidad, podemos encontrar una nueva identidad y forma de expresión, la cual es capas de presentarle al mundo la importancia de lo que es a identidad propia frente a un medio.

De igual manera, al tener la oportunidad de trabajar un algoritmo digital de la mano con una identidad cultural, se permite que los resultados obtenidos por el avance tecnológico, obtengan rices propias de una locación. Ya que nosotros vivimos en un mundo conectado entre varias culturas, es fácil perder la noción de donde provienen las ideas y las formas que encontramos en los objetos que podemos fabricar con los medios de fabricación digital modernos, por lo que tomar una tecnología y trabajarla desde la cultura local, aterriza el resultado y le entrega un peso y el valor de que existan ahora personas que se puedan identificar con las formas y colores. Los artesanos merecen pertenecer a la modernidad, y la tecnología digital merece poder ser usada como elemento de expresión cultural, el desarrollo de esta investigación logro enseñarme eso.

## **Bibliografía**

1. Cueva, L. C. (2017). La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria: El laboratorio de fabricación digital FabLab. Madrid: CEU Ediciones, D.L. 2017.
2. Domínguez, I.A, Romero, L, Espinosa, M.M, & Domínguez, M. (2013). Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción. Revista de la construcción
3. Fiel, M. V. (2016). Prosumer e Impresión 3D: la democratización del proceso creativo. Revista 180.
4. Fressoli, J. M., & Smith, A. (2015). Impresiones 3D: Fabricación digital ¿Una nueva revolución tecnológica? Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo. Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe.
5. García, M. (1998). Clifford Geertz, La interpretación de las culturas. Nueva revista de política, cultura y arte, (58), 137-146.
6. Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. Foreign Aff.
7. Guevara, M. M. (2023). Análisis de factibilidad económica para la implementación de un laboratorio de fabricación digital. Ambato: Centro de Estudios de Diseño y Comunicación.
8. Guzmán Bedolla, M. S., & Fabricio, G. (2013). Las marcas colectivas, una estrategia administrativa para el éxito comercial de las artesanías: Caso "La Catrina de Capula, Michoacán". Global Conference on Business and Finance Proceedings.
9. INEGI. (2021). Estadísticas a propósito del día internacional del artesano.

10. Juárez, P. C. (2016). Perspectivas en los Laboratorios de Fabricación Digital en Latinoamérica. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
11. Khoo, C. K. (2012). Sensory Morphing Skins. SIAL, RMIT University, Australia.
12. Madrigal, J. A. (2012). Microhistoria de un territorio rural michoacano e indigenismo. El caso de la microcuenca de Capula. MAREJADAS RURALES.
13. Maldonado, F. (2020). Diseño y simulación de la fabricación por manufactura sustractiva de un elemento mecánico: engranaje de dientes rectos. ESPOL. FIMCP.
14. Martínez, D. M. (2018). Los Fablabs y la economía social y solidaria: El caso. Laboratorio, 1.
15. Morales Martínez, Y. M., & Dutrénit Bielous, G. (2017). El movimiento Maker y los procesos. Diálogos en la sociedad del conocimiento.
16. Muñoz Mesa, L., & Sánchez Trujillo, J. H. (2016). El impacto de la impresión 3D en la joyería. Lámpsakos.
17. Nayeli, M. (2013, julio). Culturas híbridas: Estrategias para entrar y salir de la modernidad [Resumen sintético para filosofía de la cultura, Lic. en Filosofía, FHCSyS, UNSE].
18. Navarrete, S. (2014). Diseño paramétrico. Ciudad de Buenos Aires: Universidad de Mendoza.
19. Ortega, A. J. (2016). Fabricación Digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Navarra: Secretaria General Técnica.
20. Ortiz Gil, A. (2019). Las impresoras 3D como herramientas científicas. E.M., (61), 1-XX. Observatori Astronòmic de la Universitat de València.

21. Peñaloza Bavestrello, J. M. (2019). NUDO. Santiago: Universidad Adolfo Ibañez.
22. Ruiz, M. I. (2014). Diseñando la Artesanía, el caso de Capula, Michoacán. UNAM Posgrado en Diseño Industrial.
23. Salingeros, N. A. (2018). Socio-cultural identity in the age of globalization. San Antonio: Jomard Publishing.
24. Sangüesa, R. (2014). La tecnocultura y su democratización: Ruido, límites y oportunidades de los Labs. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.
25. Schnabel, M. A. (2007). Parametric Designing in Architecture. Wellington: Victoria University of Wellington.
26. Silva Oliva, V. (2018). La impresión 3D como tecnología de uso general en el futuro. Centro Universitario de la Defensa.
27. SHoP Architects, H. K. (2012). SHoP: Out of Practice.
28. Tabarés Gutiérrez, R. (2019). La fabricación abierta: ¿Un camino alternativo a la industria 4.0? Argentina: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.
29. Torres Chávez, G, C. L. (2018). TRABAJO ARTESANAL EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA RIBERA DEL LAGO DE. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C.
30. Trelles Velásquez, G. (2003). La interpretación de las culturas de Clifford Geertz. Barcelona: Gedisa.

<https://www.gt2p.com/Less-CPP-N-1>

## Anexos

### Entrevista 1

"le digo que aquí, cuando tenía unos 6 años es que, es que empieza uno a aprender... y le empieza a gustar a uno, y ya después se dedica uno a esto y después este... es la forma de no salir a afuera a trabajar sino que uno se queda aquí haciendo el trabajo pues... si, si nos gusta a todos, la mayoría aquí se dedica al barro y pues es... un trabajo bonito... pero es, es cansado y es tardado mas que nada y pues sí, na mas que uno se especializa especialmente como a la miniatura que es lo que... nos enseñaron de mi papa, mi abuelo. Ahora estamos pintando, ahorita se pinta y ahora se hecha este todo el decorado y luego se pone a hornear a la quema, la primera quema se hornea y ya sale como esta... el cocido, y con la segunda quema se le da el terminado, se le da el brillo... "

Pregunta ¿Cuál es la parte "mas tardada"?

"La hechura y la decoración... porque, haz de cuenta que los hornos están grandotes, y les caben piezas mas piezas, tienes que... llenarlo ahh hasta arriba para que se vuelva "una horneada" que le nombran aquí, y entonces tu tardas como unos, entre unos 15, 22 días en, en este... en llenarla toda y otros 8, 15 días en decorar pues, es mas o menos como, arriba de un mes... un mes 40 días mas o menos

Pregunta ¿Ocupan tornos o moldes?

"No, nosotros usamos puro molde... torno no tenemos, pero si hay algunos artesanos con torno... todos los moldes están en casa... todo es molde, algunas son de dos partes y se unen los moldes y uno si son nomas es un puro molde".

### Entrevista 2

"Es barro y después este lo, se podría decir que lo talamos y después pues ya lo, lo mesclan y después este ya hacen las figuras y ya son de barro... y ya después las meten a un horno hasta a ciertos grados y ya después quedan así, como esta que está aquí... y ya después lo que sigue es pintarlas, con esto pintamos, es pintura de la Politec"

NOMBRE DEL TRABAJO

**La Fabricación desde lo digital**

AUTOR

**Vicente Andres Fagalde Galleguillos**

RECUENTO DE PALABRAS

**22530 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**114875 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**207 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 29, 2024 12:14 PM CST**

FECHA DEL INFORME

**Aug 29, 2024 12:18 PM CST****● 13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

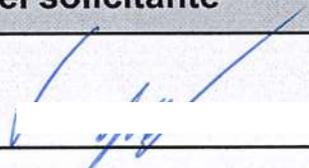
- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Revisión y corrección de estilo	no	
Análisis de datos	no	
Búsqueda y organización de información	si	Solicite nombres de papers para investigar
Formateo de las referencias bibliográficas	no	
Generación de contenido multimedia	no	
Otro	no	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Vicente Fagalde 
Lugar y fecha	Santiago de Chile, 28/08/2024

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
<b>Programa educativo</b>	Maestría en Diseño Avanzado	
<b>Título del trabajo</b>	La Fabricación desde lo digital	
	<b>Nombre</b>	<b>Correo electrónico</b>
<b>Autor/es</b>	Vicente Andres Fagalde Galleguillos	2019787x@umich.mx
<b>Director</b>	Erika Elizabeth Pérez Muzquiz	<a href="mailto:erika.muzquiz@umich.mx">erika.muzquiz@umich.mx</a>
<b>Codirector</b>	Habid Becerra Santacruz	<a href="mailto:mae.dis.avanzado@umich.mx">mae.dis.avanzado@umich.mx</a>
<b>Coordinador del programa</b>	Habid Becerra Santacruz	<a href="mailto:mae.dis.avanzado@umich.mx">mae.dis.avanzado@umich.mx</a>

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	si	Corrección ortográfica
Traducción al español	no	
Traducción a otra lengua	no	