



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

**“DISEÑO DE ESCULTURAS EN 3D, PARA TALLADO EN MÁRMOL  
UTILIZANDO UN ROUTER”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Tipo: Proyecto Técnico**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO EN DISEÑO GRÁFICO**

**AUTOR: JOSÉ DAVID BASTIDAS ALARCÓN**

**TUTOR: LCDO. EDISON FERNANDO MARTÍNEZ ESPINOZA**

Riobamba -Ecuador

2019

**©2018, José David Bastidas Alarcón**

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

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

El tribunal de tesis certifica que; el trabajo técnico **“DISEÑO DE ESCULTURAS EN 3D, PARA TALLADO EN MÁRMOL UTILIZANDO UN ROUTER”**, de responsabilidad del egresado José David Bastidas Alarcón, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Julio Santillán

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE  
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Lcdo. Fabián Alfonso Calderón C.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE LA  
ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

Lcdo. Edison Fernando Martínez E.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Lcdo. Fabián Alfonso Calderón C.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Yo, JOSÉ DAVID BASTIDAS ALARCÓN, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

JOSÉ DAVID BASTIDAS ALARCÓN

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mis padres, que sin lugar a duda sin su apoyo, su esfuerzo y sus consejos no hubiese logrado concluir una más de mis metas. A mis hermanos, que durante todo este camino me dieron la fortaleza su apoyo y comprensión para lograr alcanzar la madurez necesaria para concluir mis ideales.

David Bastidas

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a la vida y a todas las personas que a lo largo de este trayecto aportaron con su experiencia, para así influenciar mi educación profesional y, ser un aporte a la sociedad como persona. A todos los docentes que soportaron mi carácter y mi manera de ser y, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme dado la oportunidad de alcanzar mí meta.

David Bastidas

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Definición de escultura.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Breve Historia de la escultura.....</b>	<b>5</b>
<i>1.2.1 Paleolítico.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2 Escultura egipcia.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.3 Escultura en Grecia.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.4 Escultura Clásica.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.5 El Helenismo.....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.6 Escultura en Roma.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.7 Edad Moderna.....</i>	<i>13</i>
<b>1.3 Tipos de escultura.....</b>	<b>15</b>
<i>1.3.1 De bulto redondo.....</i>	<i>15</i>
<i>1.3.1.1 Esculturas religiosas.....</i>	<i>15</i>
<i>1.3.1.2 Esculturas profanas.....</i>	<i>17</i>
<i>1.3.1.3 Esculturas civiles.....</i>	<i>17</i>
<i>1.3.1.4 Esculturas abstractas.....</i>	<i>19</i>
<i>1.3.2 Escultura en relieve.....</i>	<i>19</i>
<i>1.3.2.1 Alto relieve.....</i>	<i>20</i>
<i>1.3.2.2 Medio relieve.....</i>	<i>20</i>
<i>1.3.2.3 Bajo relieve.....</i>	<i>21</i>
<b>1.4 Técnicas escultóricas.....</b>	<b>21</b>
<i>1.4.1 Tallar.....</i>	<i>21</i>
<i>1.4.2 Esculpir.....</i>	<i>22</i>
<i>1.4.3 Modelado.....</i>	<i>23</i>

<b>1.4.4</b>	<b>Vaciado</b> .....	24
<b>1.5</b>	<b>Materiales</b> .....	25
<b>1.5.1</b>	<b>Arcilla</b> .....	25
<b>1.5.2</b>	<b>Piedra</b> .....	26
<b>1.5.3</b>	<b>Estuco</b> .....	27
<b>1.5.4</b>	<b>Metal</b> .....	28
<b>1.5.5</b>	<b>Madera</b> .....	29
<b>1.5.6</b>	<b>Marfil</b> .....	30
<b>1.5.7</b>	<b>Hormigón</b> .....	32
<b>1.6</b>	<b>Modelado 3D</b> .....	33
<b>1.6.1</b>	<b>Proceso de modelado</b> .....	34
<b>1.6.2</b>	<b>Primitivas estándar</b> .....	34
<b>1.6.2.1</b>	<b>Cubo</b> .....	34
<b>1.6.2.2</b>	<b>Esfera</b> .....	35
<b>1.6.2.3</b>	<b>Cilindro</b> .....	35
<b>1.6.2.4</b>	<b>Toroide</b> .....	36
<b>1.6.2.5</b>	<b>Cono</b> .....	36
<b>1.6.3</b>	<b>Formas de representar un modelado 3d</b> .....	36
<b>1.6.3.1</b>	<b>Modelado poligonal</b> .....	36
<b>1.6.3.2</b>	<b>Punto</b> .....	37
<b>1.6.3.3</b>	<b>Línea</b> .....	38
<b>1.6.3.4</b>	<b>Plano</b> .....	38
<b>1.6.3.5</b>	<b>Modelado de curvas</b> .....	39
<b>1.6.4</b>	<b>Escultura digital</b> .....	39
<b>1.6.5</b>	<b>Tipos de escultura digital</b> .....	41
<b>1.6.5.1</b>	<b>Desplazamiento</b> .....	41
<b>1.6.5.2</b>	<b>Volumétrico</b> .....	41
<b>1.6.5.3</b>	<b>Teselado dinámico</b> .....	41
<b>1.6.6</b>	<b>Usos del modelado 3D</b> .....	41
<b>1.7</b>	<b>Router CNC</b> .....	41
<b>1.7.1</b>	<b>Tipos de corte</b> .....	43
 <b>CAPÍTULO II</b>		
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	44
<b>2.1</b>	<b>Método proyectual Bruno Munari</b> .....	44
<b>2.1.1</b>	<b>Problema</b> .....	44
<b>2.1.2</b>	<b>Definición del problema</b> .....	44



<b>2.1.3</b>	<b><i>Elementos del problema</i></b> .....	44
<b>2.1.4</b>	<b><i>Recopilación de datos</i></b> .....	44
2.1.4.1	<i>Esculturas ornamentales</i> .....	45
2.1.4.2	<i>Esculturas monumentales</i> .....	47
2.1.4.3	<i>Figuras clásicas usadas en escultura religiosa con significados</i> .....	50
2.1.4.4	<i>Técnicas de modelado 3D</i> .....	51
2.1.4.5	<i>Modelo de entrevista a realizar</i> .....	51
<b>2.1.5</b>	<b><i>Análisis de datos</i></b> .....	52
2.1.5.1	<i>Modelo de ficha técnica de valoración del producto</i> .....	52
2.1.5.2	<i>Rangos de valoración</i> .....	53
2.1.5.2	<i>Cálculo de valoración del producto</i> .....	53
2.1.5.3	<i>Análisis de valoración de cada aspecto</i> .....	54
2.1.5.4	<i>Conclusiones de la información obtenida</i> .....	55
2.1.5.5	<i>Recomendaciones</i> .....	55
<b>2.1.6</b>	<b><i>Creatividad</i></b> .....	55
<b>2.1.7</b>	<b><i>Materiales y tecnología</i></b> .....	55
<b>2.1.8</b>	<b><i>Experimentación</i></b> .....	56
<b>2.1.9</b>	<b><i>Modelos</i></b> .....	56
<b>2.1.10</b>	<b><i>Verificación</i></b> .....	56
<b>2.1.11</b>	<b><i>Solución</i></b> .....	57

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>UTILIZACIÓN DE SOFTWARE PARA MODELADO DE RELIEVES 3D</b>	
	<b>ARTCAM</b> .....	58
<b>3.1</b>	<b>Beneficios del software ArtCam</b> .....	58
<b>3.2</b>	<b>Utilización del software</b> .....	58
3.2.1	<i>Inicialización en el software Artcam</i> .....	58
3.2.2	<i>Resultado de la simulación de trayectoria 3D</i> .....	63
<b>3.3</b>	<b>Resultados obtenidos</b> .....	63

	<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
--	---------------------------	----

	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	65
--	------------------------------	----

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Venus Vestonika.....	6
<b>Figura 2-1:</b> Bastón de mando.....	7
<b>Figura 3-1:</b> Nefertiti.....	8
<b>Figura 4-1:</b> Relieve Akenatón y Nefertiti.....	8
<b>Figura 5-1:</b> Atleta Griego.....	9
<b>Figura 6-1:</b> Canon de Policleto.....	10
<b>Figura 7-1:</b> Pérgamo: Gálata moribundo.....	11
<b>Figura 8-1:</b> Venus de Milo.....	12
<b>Figura 9-1:</b> Julio Cesar.....	13
<b>Figura 10-1:</b> Miguel Ángel: La Piedad.....	14
<b>Figura 11-1:</b> Moisés de Miguel Ángel.....	16
<b>Figura 12-1:</b> Musée des Augustins: Nostre Dame de Grasse.....	17
<b>Figura 13-1:</b> Laocoonte, la musa de Miguel Ángel.....	17
<b>Figura 14-1:</b> Ángel de la Independencia, México.....	18
<b>Figura 15-1:</b> Estatua ecuestre de Felipe IV.....	18
<b>Figura 16-1:</b> Anish Kapoor: El Frijol.....	19
<b>Figura 17-1:</b> Alto relieve: Centauro.....	20
<b>Figura 18-1:</b> Medio relieve: Apsaras en angkor.....	20
<b>Figura 19-1:</b> Bajo relieve.....	21
<b>Figura 20-1:</b> Tallado de madera.....	22
<b>Figura 21-1:</b> Técnica de esculpir.....	22
<b>Figura 22-1:</b> Técnica de modelado en arcilla.....	23
<b>Figura 23-1:</b> Nuestra Señora de la Paz.....	24
<b>Figura 24-1:</b> Técnica de vaciado.....	24
<b>Figura 25-1:</b> Técnica de vaciado: cera perdida.....	25
<b>Figura 26-1:</b> Guerreros de terracota – China.....	26
<b>Figura 27-1:</b> Psique reanimada por el beso del amor.....	27
<b>Figura 28-1:</b> Estuco: Museo Literario – Estonia.....	28
<b>Figura 29-1:</b> Escultura de bronce.....	29
<b>Figura 30-1:</b> Atenea Partenos – Grecia.....	29
<b>Figura 31-1:</b> Arcángel Miguel.....	30
<b>Figura 32-1:</b> Anónimo europeo, siglo XVI.....	31
<b>Figura 33-1:</b> Henry Moore: Mujer reclinada 1927.....	33
<b>Figura 34-1:</b> Luchiano Cechia: Esferas 1980.....	33

<b>Figura 35-1:</b> Modelo 3D renderizado en V-Ray.....	34
<b>Figura 36-1:</b> Cubo.....	35
<b>Figura 37-1:</b> Esfera.....	35
<b>Figura 38-1:</b> Cilindro.....	35
<b>Figura 39-1:</b> Toroide.....	36
<b>Figura 40-1:</b> Cono.....	36
<b>Figura 41-1:</b> Modelado poligonal.....	37
<b>Figura 42-1:</b> Vértices – Puntos.....	37
<b>Figura 43-1:</b> Líneas – Filos.....	38
<b>Figura 44-1:</b> Planos.....	39
<b>Figura 45-1:</b> Modelo de curvas.....	39
<b>Figura 46-1:</b> Escultura digital.....	40
<b>Figura 47-1:</b> Router CNC.....	43
<b>Figura 48-1:</b> Tipos de corte.....	43
<b>Figura 1-2:</b> Modelo de Greca.....	45
<b>Figura 2-2:</b> Meandro y Postas.....	46
<b>Figura 3-2:</b> Lacería – Ajaraca.....	46
<b>Figura 4-2:</b> Ejemplos Ornamentos Geométricos.....	47
<b>Figura 5-2:</b> Florón-Rosetón.....	48
<b>Figura 6-2:</b> Artesón.....	48
<b>Figura 7-2:</b> Macolla.....	49
<b>Figura 8-2:</b> Cornucopia.....	49
<b>Figura 9-2:</b> Guirnaldas en ménsula.....	50
<b>Figura 10-2:</b> Rayos de corazón.....	50
<b>Figura 11-2:</b> Caulículos.....	50
<b>Figura 12-2:</b> Follaje serpenteante.....	51
<b>Figura 13-2:</b> Frondas u hojas salientes.....	51
<b>Figura 14-2:</b> Hojas de acanto.....	52
<b>Figura 15-2:</b> Hojas de ángulo.....	52
<b>Figura 16-2:</b> Hojas de cardo.....	53
<b>Figura 17-2:</b> Hojas de laurel.....	53
<b>Figura 18-2:</b> Hojas de olivo.....	54
<b>Figura 19-2:</b> Ejemplos de adornos de hojas.....	54
<b>Figura 20-2:</b> Mascarones.....	55
<b>Figura 21-2:</b> Gárgolas.....	55
<b>Figura 22-2:</b> Bucráneo.....	56
<b>Figura 23-2:</b> La Dolorosa.....	57

<b>Figura 24-2:</b> Manos con rosas.....	58
<b>Figura 25-2:</b> Manos del creador.....	58
<b>Figura 26-2:</b> Torre de vigilancia “Atalaya”.....	58
<b>Figura 27-2:</b> Recreación de accidente de tránsito.....	59
<b>Figura 28-2:</b> Vector realizado en Illustrator.....	65
<b>Figura 29-2:</b> Máquina Router CNC.....	66
<b>Figura 30-2:</b> Prueba con madera porosa Chunchu.....	66
<b>Figura 31-2:</b> Prueba con madera suave MDF.....	67
<b>Figura 32-2:</b> Ornamento en mármol nacional.....	67
<b>Figura 33-2:</b> Base de datos pre-establecidos.....	68
<b>Figura 34-2:</b> Datos cuchilla de 3 mm para desbaste en madera.....	68
<b>Figura 35-2:</b> Datos cuchilla de 2 mm para acabado en madera.....	69
<b>Figura 36-2:</b> Datos cuchilla de 6 mm para desbaste en mármol.....	69
<b>Figura 37-2:</b> Datos cuchilla de 3 mm para acabado en mármol.....	70
<b>Figura 38-2:</b> Interfaz de Maya, utilización de Bevel Plus en vector.....	70
<b>Figura 39-2:</b> Resultado modelo generado con Bevel Plus.....	71
<b>Figura 40-2:</b> Modelo de adorno de fitaria con adornos de hojas.....	71
<b>Figura 41-2:</b> Modelo de adorno de hojas de laurel.....	72
<b>Figura 42-2:</b> Modelo de adorno fitaria (rosetón), adorno de hojas.....	72
<b>Figura 43-2:</b> Modelo de escultura religiosa (virgen).....	73
<b>Figura 44-2:</b> Modelo de escultura religiosa (ángel).....	73
<b>Figura 45-2:</b> Modelo de adornos de fitaria y hojas de olivo.....	74
<b>Figura 46-2:</b> Modelo de adorno de hojas.....	74
<b>Figura 1-3:</b> Inicialización del software, paso 1.....	76
<b>Figura 2-3:</b> Inicialización del software, paso 2.....	77
<b>Figura 3-3:</b> Vector realizado en Artcam o Illustrator.....	77
<b>Figura 4-3:</b> Inicialización del software, paso 3.....	78
<b>Figura 5-3:</b> Inicialización del software, paso 4.....	78
<b>Figura 6-3:</b> Inicialización del software, paso 5.....	79
<b>Figura 7-3:</b> Inicialización del software, paso 6.....	79
<b>Figura 8-3:</b> Cálculo de área de trabajo.....	81
<b>Figura 9-3:</b> Inicialización del software, paso 7.....	81
<b>Figura 10-3:</b> Simulación de trayectoria 3D.....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Muestra de escultura tallada en mármol italiano sombreado.
- Anexo B:** Muestras de diferentes tipos de mármol italiano.
- Anexo C:** Tallado de la escultura en relieve utilizando router CNC, en mármol nacional
- Anexo D:** Escultura de la virgen María, tallada en mármol italiano.
- Anexo E:** Render de escultura virgen María.
- Anexo F:** Ornamentos decorativos tallados en madera de pino.
- Anexo G:** Muestras de ornamentos decorativos tallados en madera de pino.
- Anexo H:** Trabajando con el router y mármol.
- Anexo I:** Router CNC trabajando en mármol nacional.
- Anexo J:** Ornamento para puerta hecho en madera de Chuncho.
- Anexo K:** Resultado de la escultura para lápida en mármol italiano.
- Anexo L:** Proceso de acabado.
- Anexo M:** Resultado final.
- Anexo N:** Escudo realizado en madera de Pigüi.
- Anexo Ñ:** Muestra de imagen utilizada en escultura fúnebre.

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo el generar modelos tridimensionales de esculturas, para su posterior aplicación en mármol utilizando el tallado con relieve en un router. Debido a que el proceso de tallado de esculturas en distintos materiales en un router se lo realiza en menor tiempo en comparación con la elaboración de tallado manual, es un proceso innovador y de menor precio. Para recopilar información se utilizó la “metodología proyectual” de Bruno Munari, de la cual los datos obtenidos indicaron que el detalle en los modelos tridimensionales es un punto importante al momento de generar atracción hacia el producto. Esto se obtuvo con los datos de la ficha de valoración, con los cuales se calificó si el tamaño, el detalle, la profundidad y la simetría juegan un papel importante en el desarrollo de la escultura tridimensional. Los resultados obtenidos dedujeron que se debe implementar material de calidad y, cuchillas adecuadas para el desarrollo del tallado en la máquina, esto ayuda a que los detalles de cada escultura sean más visibles, sin olvidar que existen esculturas con diversos fines de las cuales, algunas poseen mayor detalle como en decoración y, esculturas en lápidas que poseen un nivel de detalle más sencillo. Por tanto, la utilización de materiales adecuados, como cuchillas, ayudan a que el usuario maneje distintos tipos de modelos tridimensionales para ser usados en el router, sin dejar a un lado la utilización del software artcam como herramienta que facilita el flujo de trabajo del usurario en costo y en tiempo.

**PALABRAS CLAVES:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <DISEÑO GRÁFICO>, <ESCULTURA DIGITAL>, <MODELADO 3D>, <RELIEVE>, <ROUTER CNC>, <DECORACIÓN>.

## ABSTRACT

The purpose of this work was generating three-dimensional models of sculptures, for its later application in marble using the carving with relief in a router. Due to the fact that the process of carving sculptures in different materials in a router is done in less time compared to the elaboration of hand carving, it is an innovative process and of lower price. The “design methodology” of Bruno Munari was used to collect information from which the data obtained indicated that the detail in the three-dimensional models is an important point at the time of creating attraction to the product. This detail was obtained with the data from the assessment sheet, with which it was assessed whether size, detail, depth and symmetry play an important role in the development of the three-dimensional sculpture. The obtained results deduced that quality material should be implemented and, suitable blades for the development of the carving on the machine, this helps that the details of each sculpture become more clearly observed, without forgetting that there are sculptures with diverse purposes of which, some of them have more detail as in decoration and, tombstone sculptures that have a simpler level of detail. Therefore, the use of suitable materials, such as blades, help the user to handle different types of three-dimensional models to be used in the router, leaving aside the use of artcam software as a tool that facilitates the user's workflow in cost and time.

**KEY WORDS** :< TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, < GRAPHIC DESIGN >, < DIGITAL SCULPTURE >, < 3D MODELING>, <RELIEF>, <CNC ROUTER >, <DECORATION >.

## INTRODUCCIÓN

La escultura es el arte del volumen, es, ante todo, una masa u objeto tridimensional que provoca al tacto, manera por la cual el ser humano puede conseguir plenamente la sensación de volumen de dicha masa. Este es su rasgo distintivo, pero como normalmente, se reduce su disfrute a la contemplación visual, sin contacto físico, es necesario para compensar esta limitación, que el espectador se esfuerce en ver las obras desde múltiples puntos de vista.

Desde la antigüedad el hombre siempre ha tenido la necesidad de esculpir, ya sea, esté utilizando distintos materiales como: piedra, madera. El principal uso fue representar una historia, dependiendo de las distintas culturas que existieron cada una dejó una huella, la cual hoy en día se puede reflejar en distintos trabajos y obras esplendidas.

El transcurrir de los años y la desaparición de diversas culturas han hecho que la escultura se la emplee de diversas maneras y, no solo de manera cultural, sino en decoración como en ámbitos religiosos y funeraria, en rituales etc... Sin embargo estas nociones han ido cambiando de manera que se puede utilizar esculturas, con un sentido estético u ornamental creándolas de diversas maneras y técnicas y con diferentes materiales.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La escultura es una de las mejores maneras de representar, comunicar historias y sentimientos. Hoy en día, su utilización es sumamente variada, ya que no solo se la puede observar en funerales y en ámbitos religiosos, sino también en decoración.

El uso de nuevas tecnologías ha provocado que el diseño de dichas esculturas sea variado, utilizando diversos medios como el modelado tridimensional, el cual sirve para mejorar el nivel de detalle y personalizar dichas esculturas, esto con un fin de industrializarlas y sin lugar a duda reduciendo el tiempo de producción.

## **JUSTIFICACIÓN.**

El presente trabajo de titulación se realiza debido a la demanda que existe de dichas esculturas en diversas maneras de decoración, debido a que es un arte antiguo su utilidad perdura al paso de los años. Con el auge tecnológico no solamente se pueden crear esculturas simples sino complejas, con la utilización de nuevas tecnologías se pueden utilizar diversas técnicas para crear una escultura.

Y de esta manera con la utilización de un Router el tallado de un modelado tridimensional es una de las opciones que facilita el tiempo de producción y amplia el nivel de detalle y realismo a una escultura.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Generar modelos tridimensionales de esculturas, para su aplicación en mármol utilizando el tallado con relieve en un router.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Investigar cual es el tipo de esculturas de mayor demanda, para su posterior diseño.
- Aplicar procedimientos de modelado tridimensional adecuados, para posteriormente utilizar el Router para el tallado en el mármol.
- Obtener una galería de diseños clasificados en categorías para su posterior visualización al comprador.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.2 Definición de escultura

El término escultura viene del latín *sculpere*, “esculpir”, y se la puede definir como la manera de construir formas figurativas o abstractas, tanto en grabado como en relieves. Al igual que la pintura, arquitectura, música, poesía y la danza, es una muestra de arte plástica o visuales es decir que se manipula con las manos (Definista, 2011).

El principal objeto de la escultura es la de crear formas y profundizar volúmenes en el espacio de trabajo, la persona crea distintas formas, es decir que utiliza las tres dimensiones en el espacio. La escultura de por sí, se crea en el espacio, tiene sus propios maneras de expresarse y todo el procedimiento de creación está sometido a rigurosas técnicas y ritmo acorde al escultor. Las obras escultóricas se las realiza en material sólido y, por tanto, está sujeta a las leyes de la estática que rigen a los cuerpos (Lozano, 2003, p.31).

De igual manera, la escultura hace referencia a la obra de algún escultor, representando su trabajo final en tres dimensiones.

### 1.2 Breve Historia de la escultura.

#### *1.2.1 Paleolítico*

La escultura del Paleolítico se la diferencia por ser un arte mobiliario lo que facilitaba su transportación. Debido a esto la encontramos en pequeñas figuras escultóricas, bastones hechos con huesos de animales, que cada persona de aquella época llevaba consigo (Cañete, 2012).

Son figuras realmente muy esquemáticas que contrastan con el naturalismo que se puede observar en la pintura de ese mismo periodo. Dada la amplia extensión geográfica en la que se han encontrado es obvio encontrar diferentes modelos en cuanto a la forma, materiales y tamaños los cuales oscilan entre 5 y 25 cm.

Se tienen varios significados para estas pequeñas figuras: Algunos piensan que pueden ser primitivas diosas de la fertilidad, dado lo explícito de sus rasgos femeninos, y se considerarían entonces como amuletos para llevar, propiciadores de la salud (Betancourt, 2013).



**Figura 1-1:** Venus Vestonika

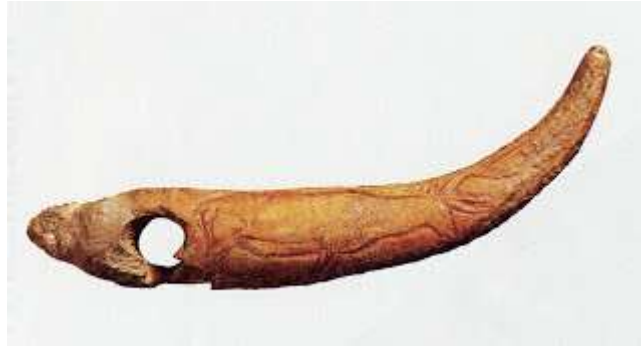
**Fuente:** <http://historiadelartelaensenanza.blogspot.com/2013/04/escultura-del-paleolitico.html>

Además uno de los avances más importantes en este periodo de la historia de la escultura, fue el trabajar el metal, que permitió fabricar herramientas eficientes y, además, obtener nuevos materiales, lo cual permitió una evolución para la realización de obras escultóricas.

En este sentido, el arte rupestre expresa la visión de la realidad que rodea al hombre prehistórico y su concepción mágica del mundo. El examen de este arte proporciona una notable contribución a las ciencias dedicadas aún a reconstruir los diversos aspectos de la vida humana más remota (Pischel, 1967, p.10).

En perspectiva de milenios, la prehistoria aparece ante nosotros como un episodio inmemorial, sin que nos asombre, ni mucho menos, la larga estabilidad que representa el arte paleolítico, proseguido casi sin variantes durante unos trescientos siglos por la civilización de los cazadores (Bazin, 1972, p.10).

También se encuentran en este periodo objetos de hueso y hasta que tienen una finalidad práctica u ornamental. Las figuras se adaptan a la forma del objeto. Una aguja, un arpón, un cuchillo, un bastón. Las representaciones más importantes de este tipo de objetos se encuentran en el Magdaleniense. Tienen siempre, a diferencia de las venus, un carácter realista y proporcionado (Betancourt, 2013).



**Figura 2-1:** Bastón de mando

**Fuente:** (<http://historiadelaenseñanza.blogspot.com/2013/04/escultura-del-paleolitico.html>)

### ***1.2.2 Escultura egipcia***

Sus principales características son: primero es una escultura usada por la Iglesia y el Estado (en Egipto ambas cosas son lo mismo). Marcando un estilo general para cada obra. El escultor es un artista anónimo, el cual cumple normas estrictas ya establecidas, no es un artista creador. El arte utilizado por los egipcios es apreciado por su gran precisión con la que el artista realiza los encargos escultóricos (Valdearcos, 2007, p.2).

Dicha escultura nace de la representación de imágenes como elementos de supervivencia. Medio por el cual se fijaba la personalidad de un dios o de un difunto. Por lo tanto esta escultura sirve para prácticas religiosas que requiere el difunto para su viaje al otro mundo y la escultura de dioses para ofrecer las ofrendas y favores (Arteespana, 2006).

La escultura egipcia posee dos facetas importantes en las cuales destacan: escultura de bulto y de relieve, las cuales poseen las mismas características.

La escultura de bulto redondo muestra frontalidad, es decir, que se puede apreciar los detalles de la escultura solamente si se la aprecia de manera frontal. El relieve es la principal característica de este tipo de escultura consiguiendo excepcionales resultados (Warleta, 2009).



**Figura 3-1:** Nefertiti

**Fuente:** (<http://www.arteespana.com/esculturaegipcia.htm>)

El relieve aparece muy unido a las construcciones, decorando todos los muros y columnas, de templos y tumbas. Así como representaciones del Libro de los Muertos, vida cotidiana, representaciones de todos sus dioses, las cosechas, bailes, construcciones de monumentos, etc.



**Figura 4-1:** Relieve Akenatón y Nefertiti

**Fuente:** (<https://arte.laguia2000.com/escultura/relieve-akenaton-y-nefertiti>)

### ***1.2.3 Escultura en Grecia***

Los escultores del pasado se sirvieron prácticamente todos los materiales que se prestaban a recibir una forma en tres dimensiones, de tal manera que incluso la arena, el cristal, el cristal de roca o las conchas de moluscos tienen un lugar en la historia de la escultura (Wittkower, 1984, p.15).

En Grecia el canon egipcio evolucionó en pos de una representación más orgánica, introduciéndose nociones para la variación del movimiento. En el periodo arcaico las imágenes más distintivas son los Kouros, cuerpos de líneas básicas que representaban a atletas olímpicos. Estos modelos de líneas esquemáticas y marcado hieratismo van adoptando una expresión más realista a raíz del estudio de la morfología natural y de la incorporación en la teoría del arte del concepto de simetría, que señalaba que la belleza se originaba en la coordinación de las medidas, en la multiplicación de un módulo común. A menudo aparecen con un pie adelantado, lo que nos sirve para introducir una anécdota referida por el autor del siglo IV a. C Peléfato, en *Historias increíbles*, sobre las obras escultóricas atribuidas al mítico sabio Dédalo (Crespo, 2014, pp.12-13).

Los objetivos que se propuso el arte griego a partir del siglo VI son parecidos a los de la ciencia: descubrir las apariencias de la naturaleza por medio de su reproducción. Y el arte, cuya serenidad majestuosa habían franqueado los milenios, se vio animado de pronto por un ritmo progresista (Bazin, 1972, p.26).



**Figura 5-1:** Atleta Griego

**Fuente:** (Balovega, 2009, <http://www.balovega.com/2009/04/1a-escultura-griega.html>)

#### ***1.2.4 Escultura Clásica***

Escultura griega clásica se la llama así porque se encontraba en dicha época de la Antigua Grecia, época en la que se iniciaron las guerras Médicas y el reinado de Alejandro Magno, y se comprendió desde el siglo V hasta mediados del siglo IV a.C. También conocida como la etapa antes de la escultura arcaica y anterior a la escultura helenística (Lasso, 2016).



Por otra parte el cobre es uno de los materiales más utilizados en este periodo para la realización de las esculturas por parte de los artistas griegos.

El clasicismo griego revela por primera vez una manifestación artística que se afirma y se difunde por el solo efecto de su intrínseca calidad, es decir por la eficacia y evidencia de sus valores formales y expresivos. Sobre el vivo fondo de la multiforme y elevada civilización riega, fundada sobre la inteligencia más que en la fuerza, el momento clásico del arte helénico representa la conquista de valores nuevos y desconocidos y que después han quedado como esenciales en la historia de la humanidad (Pischel, 1968, p.88).



**Figura 6-1:** Canon de Policleto

**Fuente:** (<http://lasabiduriadegrecia.blogspot.com/2012/07/escultura-griega-en-el-periodo-clasico.html#.WwYK0FVKjIU>).

La simetría de la figura se despliega de tal manera sobre una sola pierna, a la vez que muestra con gran habilidad la asimetría resultante del trabajo. Por tanto el eje de toda la figura como la columna vertebral se inclina hacia un lado. Los hombros, caderas y rodillas no se encuentran en un plano horizontal estos planos van hacia arriba y hacia abajo en ritmo no repetitivo. La cabeza gira ligeramente al igual que los ojos y los labios no siguen un patrón en línea recta (Smith, 2012).

### ***1.2.5 El Helenismo***

Este periodo abarca básicamente desde la muerte de Alejandro Magno, que muere en el 323 a.C, hasta la coronación de Augusto en el año 30 a.C. Es un arte proyectado hacia el exterior de la Península Griega, con las conquistas de Oriente. Se considera la época Barroca del arte griego (Warleta, 2009).

El helenismo es un periodo totalmente innovador en la Antigua Grecia, en el reino de Pérgamo, este periodo se caracterizó por la búsqueda de arte en escultura decorativa en toda Grecia, valorando los significados culturales y la calidad estética de las piezas, los materiales con los que estaban hechos pasaron a tercer plano. Atalo I realizó las primeras excavaciones arqueológicas de la historia, en el año 210 a.C (Medrano, 2014).

Por otra parte se insinúan, insidiosas, otras exigencias estéticas, que corresponden a los cambios de la cultura ya realizados: se pasa de aquellas exigencias exteriores de elegancia, de finura, de lujo, de erotismo, a otras, más intrínsecas, de búsqueda pasional, de realismo verista y de impetuoso movimiento (Pischel, 1967, p.108).



**Figura 7-1:** Pérgamo: Gálata moribundo

**Fuente:** (<https://manuelmedrano.wordpress.com/2014/07/14/escultura-helenistica-una-revolucion-estetica-y-conceptual/>).



**Figura 8-1:** Venus de Milo

**Fuente:** (<http://www.marisolroman.com/2013/01/10/la-venus-de-milo-entre-130-100-ac/>).

Empezaron a obtenerse grandes avances en la ciencia destacándose Euclides, un matemático de la escuela de Alejandría, el cual publico grandes teoremas en la geometría, así mismo conto con discípulos como Arquímedes. El geógrafo y matemático Eratóstenes, quien logro calcular el diámetro de la tierra utilizando el reflejo del sol con excavaciones equidistantes, y realizo un mapa del mundo uniendo en si a Asia y África. Arquímedes logro perfeccionar métodos de cálculo con las que creo mejores armas bélicas y estableció principios sobre la aplicaciones del plano inclinado, la palanca, la polea y la grúa (Hilda, 2016).

### ***1.2.6 Escultura en Roma***

Precisamente, las esculturas romanas destacaron sobre la griega las cuales mejoraron el retrato escultórico. Eventualmente la escultura retrato romana tiene sus cimientos en el arte etrusco, aunque también en el mundo helenístico griego y en las "máscaras mayorum", es decir, máscaras hechas con cera las cuales se aplicaban al rostro de los difuntos para su recordarlos y también para su culto posterior (Arteguias, 2008).

Sin duda, se obtendrá una visión más exacta de los hechos al considerar el imperio romano como lo que fue en realidad, una reunión de pueblos vinculados por una idea política y jurídica, más bien que por una cultura, puesto que no utilizaban siquiera el mismo idioma, ya que el *pars orientalis* no había abandonado el uso del griego ni siquiera en los documentos oficiales (Bazin, 1972, p.37).

El bronce y el mármol fueron dos de los materiales más utilizados en la escultura de retrato, además las estatuas eran apolícromas, en un momento aparte en que se coloreaban los ojos, luego de un tiempo se abandonó dicha práctica y solamente tallaban los ojos.



**Figura 9-1:** Julio Cesar

**Fuente:** (<http://algargosarte.blogspot.com/2014/10/el-retrato-de-julio-cesar-el-retrato.html>).

La escultura de retrato fue en un principio solamente para el Emperador, posteriormente se fueron adaptando a personajes importantes con el poder económico e influencia social para pagar a los artistas por sus trabajos.

Escultura religiosa: De clara influencia helénica. En los temas mitológicos encontramos fundamentalmente copias de obras griegas, que van evolucionando desde el idealismo griego, durante la República y el Alto Imperio, hacia el hieratismo y rigidez de las realizaciones del Bajo Imperio (Betancourt, 2013).

Para los romanos no era importante “crear formas” que representaran la belleza ideal, como ocurría en Grecia, sino reproducir la naturaleza, la realidad. Frente a los modelos ideales de belleza y perfección de los griegos, los romanos esculpían personajes concretos y exactos, con todos los defectos que la naturaleza y las huellas que la vida imprimía en sus facciones.

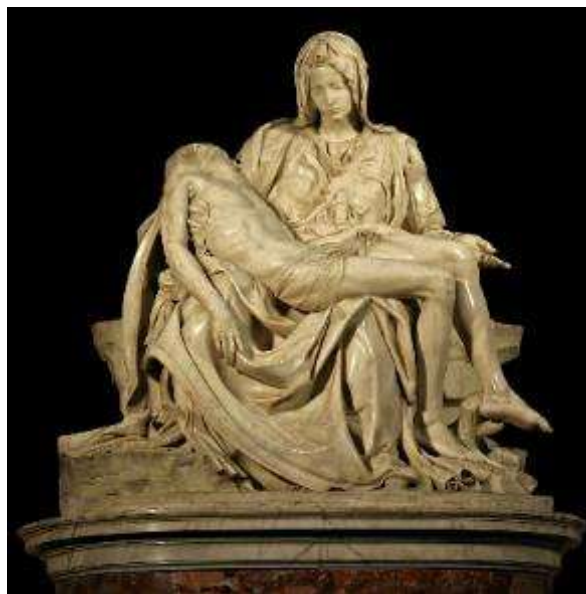
### ***1.2.7 Edad Moderna***

A la escultura moderna y postmoderna se la define como un sustituto de la vanguardia la cual estaba activa a partir de 1860 y a partir de la década de 1950. Durante este tiempo, muchos de los artistas pasaron por un cambio tecnológico y por influencias de occidente. Por lo tanto, con la llegada del Neo-dadaísmo y el arte Pop en América después de la guerra, la cual dio

comienzo al postmodernismo con la ayuda de reacciones en contra de la vanguardia (Tiposdearte, 2017).

En cuanto a las principales corrientes artísticas de esta etapa fueron el Renacimiento y el Arte Barroco, el cual ocurrió entre el siglo XV hasta el XVIII. A partir del Renacimiento es cuando comienzan a cobrar importancia las figuras de los artistas, Leonardo da Vinci, Miguel Ángel y muchos otros.

La cual se refiere a la escultura que rompe con el convencionalismo estético, y desarrolla nuevas posibilidades expresivas.



**Figura 10-1:** Miguel Ángel: La Piedad

**Fuente:** (<https://educacion.ufm.edu/miguel-angel-buonarroti-la-piedad-del-vaticano-marmol-1499/>).

A finales del siglo XIX a mediados del siglo XX, el arte, la ciencia, la filosofía y las ciencias tomaron estilos tecnológicos modernos, los cuales surgieron de la revolución industrial que influyeron artistas como Paul Cézanne y Piet Mondrian, la abstracción fue un medio por el cual mostraban sus temas. Otros artistas se centraron en el surrealismo obteniendo resultados únicos, como Salvador Dalí o Marcel Duchamp que fueron los pioneros en utilizar este tipo de arte, lo que les llevo a ser considerados precursores del postmodernismo (Tiposdearte, 2017).

Según el historiador (Bazin, 1972, p.98) los artistas actuales obran como si, partiendo desde cero, quisieran entregarse a unas experiencias nuevas y buscar inspiraciones en las materias inéditas: chatarra, chapas metálicas, piedras en bruto, raíces, maderas desgastadas por el agua, utensilios domésticos, objetos mecánicos diversos, bombillas eléctricas y materiales

comprimidos que a veces son automóviles enteros. Evitando toda alusión a la naturaleza, tal vez esperen, con esta inmersión en lo elemental, lograr que manen de nuevo fuentes agotadas.

### **1.3 Tipos de escultura**

La escultura se divide en dos: la estatuaria y la ornamental.

La escultura estatuaria es aquella que tiene una representación tridimensional y poseen un ideal propio y, la escultura ornamental sirve como un auxiliar a la escultura estatuaria.

La escultura estatuaria se divide en:

- *De bulto redondo*
- *Relieve*

#### **1.3.1 De bulto redondo**

Conocida como escultura exenta. El artista puede apreciar desde cualquier punto el esplendor de la escultura. En caso de ser usada para un culto se la conoce como escultura religiosa y, si es una representación de una persona se la conoce como estatua (Tiposde, 2016).

Además son esculturas que no están apoyadas a ninguna pared, por lo tanto las esculturas de bulto redondo comprenden:

##### **1.3.1.1 Esculturas religiosas**

Son obras de escultura que representan básicamente temas religiosos, plasmando milagros realizados por dicha deidad, o por un santo, o haciendo la representación de dicha deidad o santo, es el caso de varias culturas antiguas que representaban acciones hechas por dicha deidad para de esa manera lograr una supuesta representación de la misma y, para lograr en sí la divinidad al representar dichas acciones (Pablo, 2018).



**Figura 11-1:** Moisés de Miguel Ángel

**Fuente:** (<https://es.aleteia.org/2016/11/20/las-12-esculturas-religiosas-que-no-te-puedes-perder/>).

La escultura cristiana, tuvo una fuerte influencia de la escultura romana que a su vez estuvo influenciada por la antigua Grecia, caracterizándose por ser muy realista, siendo tan fiel a la vida como fuera posible.

Por lo tanto el legado de la escultura cristiana, está plasmado en las grandes catedrales y basílicas en cuyos espacios quedó grabado en la mayoría de los templos y edificios, importantes relieves, paneles de mármol con fondos tallados profundamente para que las figuras se destacaran en casi tres dimensiones, dando un aspecto realista.

De igual manera, los relieves de estilo romano fueron muy influyentes a lo largo de la historia del cristianismo, concretados en los relieves con escenas de la Biblia que decoran muchas de las catedrales más importantes e influyentes en el mundo. Así mismo, la figura del cristo, tiene una fuerte influencia romana y griega, ya que fueron ellos quienes estudiaron las proporciones ideales del cuerpo humano basado en la proporción áurea, una fórmula geométrica (Tiposdearte, 2017).



**Figura 12-1:** Musée des Augustins: Nostre Dame de Grasse

**Fuente:** (<https://es.aleteia.org/2016/11/20/las-12-esculturas-religiosas-que-no-te-puedes-perder/>).

### *1.3.1.2 Esculturas profanas*

Se las llama así porque no tienen un mensaje religioso. En dicha categoría se pueden incluir a las esculturas civiles, militares, míticas, y retratos (bustos o esculturas), personajes que no pertenecen al cristianismo (Esculturahispana, 2015).



**Figura 13-1:** Laocoonte, la musa de Miguel Ángel

**Fuente:** (<https://www.lemiaunoir.com/laocoonte-la-musa-miguel-angel/>)

### *1.3.1.3 Esculturas civiles*

Hacen referencia a un hecho significativo, un ideal, o un héroe patrio, o el de conmemorar una fecha importante de cualquier ciudad. Tal es el caso de su uso para conmemorar a próceres distintos y, personas que contribuyeron en el desarrollo de la sociedad o para la representación de culturas como los Incas en ciertos países.





**Figura 14-1:** Ángel de la Independencia, México

**Fuente:** (<http://www.formulaenlosnegocios.com.mx/breve-historia-del-angel-de-la-independencia/>).

Son ejemplos de este tipo de escultura las efigies en el monte Rushmore, el Ángel de la independencia, en México, la de bronce del héroe azteca Cuauhtémoc, en México, las esculturas de bronce de próceres libertarios en el malecón de la ciudad de Guayaquil, es decir que, representan personajes o motivos civiles e históricos, a diferencia de las estatuas que afirman motivos de religiosidad (Pablo, 2018).



**Figura 15-1:** Estatua ecuestre de Felipe IV

**Fuente:** (<http://esculturizante.blogspot.com/2015/12/tipos-de-escultura.html>).

#### *1.3.1.4 Esculturas abstractas*

Son esculturas que provienen de las ideas del arte abstracto. Dichas esculturas expresan las ideas del artista logrando se las pueda plasmar tridimensionalmente en la obra.

Por ser ideas que nacen de las ideas subjetivas del artista su entendimiento y mensajes son confusos, por las formas y aspecto inteligibles, lo que genera sentimientos de rechazo hacia tales obras plásticas (Pablo, 2018).



**Figura 16-1:** Anish Kapoor: El Frijol

**Fuente:** (<https://www.mexico.mx/es/articulos/el-arte-abstracto-de-anish-kapoor-llega-a-mexico?page=10>).

#### *1.3.2 Escultura en relieve.*

Son esculturas que solo poseen parte frontal y que se las usa directamente en decoración, como por ejemplo se las puede observar en puertas, paredes, muebles, en las iglesias, etc.

#### **Tipos de escultura en relieve según el fondo:**

- *Alto relieve*
- *Medio relieve*
- *Bajo relieve*

### 1.3.2.1 Alto relieve

Son esculturas talladas sobre un espacio adherido a la pared la cual se la puede apreciar como si fuese de bulto redondo.

Los relieves pueden observarse en el exterior de los edificios monumentales, Se las puede apreciar en su máximo esplendor en templos, dichas esculturas son utilizadas para contar historias hechos de pasajes religiosos (Significados, 2018).



**Figura 17-1:** Alto relieve: Centauro

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

### 1.3.2.2 Medio relieve

El tallado en medio relieve resalta la mitad de su grosor sobre el fondo de la superficie. Esto quiere decir que es una técnica donde las figuras sobresalen del plano la mitad de su bulto. En la actualidad, suele confundirse con el bajo relieve, debido a su resalte de la superficie.



**Figura 18-1:** Medio relieve: Apsaras en angkor

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

### 1.3.2.3 Bajo relieve

Es una técnica en donde la escultura sobresale menos de la mitad, en esta técnica las figuras se encuentran completamente unidas al fondo, es decir, que se puede notar los bordes de la figura que se quiere recrear, de modo que resaltan poco con relación al plano.



**Figura 19-1:** Bajo relieve

Fuente: (2018, <http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

## 1.4 Técnicas escultóricas

### 1.4.1 Tallar

Proceso en el cual se sacan pequeñas partículas a un bloque previamente devastado y así poder obtener la figura deseada. En la antigüedad el arte de tallar se realizaba con instrumentos blandos de hierro como punzones y cincels. En la actualidad se utilizan discos y cuchillas de diamante para el tallado en piedra y los discos de widia o carburo para la madera. Para lograr que varias esculturas tengan las mismas medidas se utiliza una herramienta llamada puntometro (Herrera, 2014).

La talla es un proceso sustractivo. Esto quiere decir que una masa solida de material resistente recibe la forma mediante corte, cincelado y abrasión del exterior del mismo para reducir la masa y crear una forma determinada (Midgley, 1982, p.9).

Según el autor Barry Midgley (1982, p.9) los límites exteriores de una escultura tallada están determinados por la forma y el tamaño de la masa del material en bruto. La madera y la piedra pueden emplearse para obras en pequeña y gran escala, y pueden también unirse bloques de estos materiales si la forma así lo demanda. Las tallas en marfil y piedras preciosas son siempre de tamaño pequeño.



**Figura 20-1:** Tallado de madera

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

### ***1.4.2 Esculpir***

El proceso de esculpir consiste en ir golpeando la piedra con un cincel y un martillo por parte del escultor dándole la forma deseada, de manera que el material más utilizado en esta técnica es el mármol.

Es una de las técnicas escultóricas más conocidas y utilizadas. Se utiliza un bloque como raíz principal al cual se le va quitando pequeñas partículas y se moldea la figura deseada con la ayuda de herramientas como el buril y escoplo. Además, también se usan el embutido, el cincelado, el grabado, el estampado, entre otras técnicas de escultura a la hora de esculpir (Rodríguez, 2016).



**Figura 21-1:** Técnica de esculpir

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

### ***1.4.3 Modelado***

Según Midgley (1982, p.9) el modelado es un proceso aditivo: la forma se labra directamente sobre un material blando y maleable como pueden ser la arcilla o la será sobre una mínima estructura de soporte hecha de material rígido. El modelado proporciona al escultor una mayor libertad de expresión que la talla, y el esculpido. Al material de modelado se le puede dar forma en cada una de las fases de la escultura, permitiendo un control completo de la estructura tanto interna como externa de la forma: y si la obra no resulta satisfactoria, se puede quitar todo o parte del material y comenzar de nuevo el proceso.

Por otro lado, en el modelado, el tamaño, la forma y la extensión de las figuras son también más variables que en la talla. Con tal de que la armadura sea fuerte y este bien equilibrado, no se necesita ningún soporte externo (Midgley, 1982, p.9).

Hay dos tipos de modelado: en sólido, el cual es fácil de manejar y sirve para crear piezas pequeñas; lleva una armadura de hierro sobre las que se pega el barro y suele trabajarse desde el centro hacia afuera, este tipo de modelado se puede utilizar en la creación de personajes para animación o de adornos, después se seca al sol o al horno y, en hueco, son piezas huecas de paredes finas y uniformes, que generalmente suelen salir de una pieza en sólido, que se deja secar y se vacía el interior, es similar a la técnica de vaciado de metales.



**Figura 22-1:** Técnica de modelado en arcilla

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).



**Figura 23-1:** Nuestra Señora de la Paz

**Fuente:** (<http://vickylopezcadena.blogspot.com/2014/08/esculturas-modeladas-en-barro.html>).

#### ***1.4.4 Vaciado***

El procedimiento de vaciado se utiliza para reproducir una escultura en un material diferente al original, generalmente más duradero. Con algunos de los métodos de vaciado la obra original resulta destruida durante el proceso y, también, según el tipo de técnica, puede ser posible reproducir varias copias del original o sólo una. Alrededor de la forma original se construye un molde o impresión, que se utiliza para reproducirla en un nuevo material (Midgley, 1982, p.12).

A su vez, la técnica tradicional de vaciado es el método a cera perdida, utilizado para el vaciado en bronce. Los ejemplares pequeños pueden ser macizos, pero los grandes generalmente son huecos. El metal tiene una considerable resistencia a la tracción, lo que hace posible el vaciado de formas frágiles y salientes que no pueden labrarse en piedra, o que tanto en esta como en arcilla cocida estarían expuestas a sufrir fracturas (Midgley, 1982, p.12).



**Figura 24-1:** Técnica de vaciado

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).





**Figura 25-1:** Técnica de vaciado: cera perdida

**Fuente:** (<http://artesvisuales1tec39.blogspot.com/>).

## **1.5 Materiales.**

### ***1.5.1 Arcilla***

Desde los primeros tiempos, y junto con los materiales utilizados en la talla, se han empleado arcillas para la escultura. Para su realización con este medio, muchas culturas han adoptado técnicas alfareras. Generalmente, los objetos escultóricos se fabrican huecos a partir de rollos, placas o tubos de arcilla, cociéndolos luego. Algunas veces se decoran las superficies externas, bien con arcilla modelada o bien con colores y barnices. Las esculturas se fabrican también con la técnica del modelado a presión, en el que la arcilla húmeda se comprime en moldes de arcilla previamente cocidos (Midgley, 1982, p.18).

Por lo tanto, la arcilla es uno de los materiales normalmente más fáciles de conseguir, hasta el extremo que si da la casualidad de que se tiene acceso a algún depósito natural de una arcilla satisfactoria, se puede extraer directamente la que se necesite. Pero pocos depósitos naturales proporcionan arcillas que sean suficientemente uniformes, plásticas y finamente texturadas como tienen que ser las que se utilizan para fines escultóricos, por lo que la mayoría de los escultores compran las variedades más baratas entre las que venden los abastecedores de los alfareros (Midgley, 1982, p.20).

El producto final de la obra lleva el nombre de terracota la cual significa: barro cocido, cabe recalcar, que no tiene importancia la técnica que se utiliza, el material principal siempre será la arcilla.



Dicho término tiene un uso más especializado, en el que terracota significa escultura en arcilla cocida, con la cual se realiza en mayoría cuerpos de arcilla roja, que es comparativamente plástica y maleable para el escultor.



**Figura 26-1:** Guerreros de terracota - China

**Fuente:** ([https://www.elespanol.com/cultura/patrimonio/20170824/241476181\\_0.html](https://www.elespanol.com/cultura/patrimonio/20170824/241476181_0.html)).

### ***1.5.2 Piedra***

Este material es uno de los más utilizados desde la antigüedad por encontrarse a gran escala en la naturaleza, el mineral más utilizado es el mármol. Grandes personajes del arte como Miguel Ángel y Da Vinci, quienes crearon esculturas en este material moldeándolo con golpes de martillos y otras herramientas con filo cortante.

Aunque los hay de diversas especies, el mármol de color blanco es el máspreciado. Los grandes escultores han procurado elegir personalmente los bloques, pues cualquier tara que posean afectará a la escultura. Su dureza hace que tolere los golpes del cincel sin que se produzcan fisuras falsas y que la talla resplandezca con autenticidad, porque es imposible ocultar los defectos.

Las piedras más comunes en la escultura son:

- Piedra caliza
- Mármol
- Arenisca
- Alabastro
- Granito
- Esteatita
- Cuarzo
- Jade



**Figura 27-1:** Psique reanimada por el beso del amor

Fuente: (<http://www.jmhdezhdz.com/2015/06/psique-reanimada-por-el-beso-del-amor.html>).

### ***1.5.3 Estuco***

Consiste de una pasta realizada con yeso, cal, polvo de mármol, y colorantes para darle tonalidad, se la aplica en paredes y en techos específicamente en decoración. También se lo utiliza para generar relieves en exteriores e interiores utilizando moldes, así como en templos religiosos y edificios históricos.

Además con el estuco se realizan numerosas técnicas, entre las más conocidas son el modelado y el tallado, para obtener distintas formas ornamentales y, el pulido para darle una apariencia similar al mármol y el pintado policromo con fines decorativos.

Dicho material logro su esplendor durante los siglos XVII y XVIII. Tanto el barroco como el rococó decoraron con estuco sus interiores, especialmente en Baviera y Austria, en donde palacios e iglesias decoraron sus interiores y exteriores con motivos ornamentales, columnas pareadas y elaborados altares. El estuco se lo utilizo de manera importante en la arquitectura Inglesa, pero de una forma menos fantasiosa y exuberante que en el Rococó; alcanza su punto culminante con el arquitecto Robert Adam, el cual lo utilizo para crear esplendidas decoraciones ornamentales en pared, en estilo neoclasicista. Después del Neoclasicismo y salvo determinados ejemplos como el Art Nouveau, el uso de este material decayó en su aplicaciones artísticas (Andrades, 2016).



**Figura 28-1:** Estuco: Museo Literario - Estonia

**Fuente:** (<https://www.curistoria.com/2012/07/la-monumental-atenea-partenos.html>).

#### ***1.5.4 Metal***

Se tratan de fundiciones hechas especialmente de bronce o hierro en las que se vacían en un molde con la figura requerida y se deja secar, aunque también existen en cobre e incluso en oro. También se utilizan placas superpuestas de hierro o de madera, un claro ejemplo es el caso de la Atenea Partenos, y el de la estatua de la libertad en Nueva York (Pablo, 2018).

Los metales que se utilizan en gran mayoría por los escultores son:

- El bronce es la materia prima elegida para esculpir por su resistencia. Esto también puede significar una desventaja ya que para trabajarlo se necesitan de herramientas y técnicas más específicas.
- El hierro es un material muy antiguo que se utiliza para hacer esculturas desde hace mucho tiempo atrás. Fue la antigua civilización griega la que comenzó a trabajar el hierro y luego sus técnicas se fueron expandiendo por diferentes regiones del continente europeo. La técnica más utilizada para esculpir el hierro es el repujado. En este se moldea el hierro por medio del impacto de otros hierros en diferentes temperaturas (Arqhys, 2016).



**Figura 29-1:** Escultura de bronce

**Fuente:** ([http://www.arqhys.com/esculturas.html#Esculturas\\_de\\_piedra](http://www.arqhys.com/esculturas.html#Esculturas_de_piedra)).



**Figura 30-1:** Atenea Partenos - Grecia

**Fuente:** (<https://www.curistoria.com/2012/07/la-monumental-atenea-partenos.html>).

### ***1.5.5 Madera***

Es uno de los materiales más utilizados por el hombre desde la antigüedad, el cual sirve para la creación de moldes o de estatuas, que por lo general las cubrían con planchas de metales y piedras preciosas, e incrustaciones de marfil u otros huesos (Pablo, 2018).

Por otro lado en gran mayoría las esculturas hechas en madera tienen un fin religioso adherido a cada cultura. Debido a fácil manejo que proporciona la madera los artistas pueden crear un varias obras, estas se comercializan en variadas formas, mostrándose con estilo abstracto o realista. Por lo general se suelen vender estas esculturas de madera al natural, o sea, no son pintadas y en caso de hacerlo solo son barnizadas (Tiposde, 2016).

Por lo cual, la madera y la piedra han sido siempre los materiales escultóricos tradicionales, debido a su abundancia natural en todo el mundo. Dado que la talla de la madera constituye una tarea menos desanimadora que de la piedra, probablemente ha sido más corriente, pero sobreviven pocas muestras de la misma procedentes de las civilizaciones primitivas, ya que la madera no es tan duradera como la piedra (Midgley, 1982, p.96).

Además, muchos de los ejemplares más ricos de la escultura en madera, que incluyen diversas tallas estilizadas de utilización en los ritos y ceremonias religiosas, provienen de las culturas tribales de África, América del Sur y del Norte, las islas del Pacífico y Australia. Procedentes de diversos periodos históricos, existen máscaras, figuras y tótemes, a menudo muy decorados o con restos de sus colores originales (Midgley, 1982, p.97).



**Figura 31-1:** Arcángel Miguel

**Fuente:** ([http://www.artesanum.com/artesania-escultura\\_de\\_madera\\_tallada\\_a\\_mano-143604.html](http://www.artesanum.com/artesania-escultura_de_madera_tallada_a_mano-143604.html)).

### ***1.5.6 Marfil***

Es uno de los materiales más antiguos usados para realizar escultura, grabado y herramientas de caza: de hecho, el grabado más antiguo conocido de una figura humana es el grabado de una mujer hecho de marfil de mamut hace 35.000 años. Por su suave textura y su color cremoso el marfil es uno de los materiales más apetecidos por los escultores además es un material demasiado valioso (Cruthers, 2018).

Sin embargo, el marfil proviene de los colmillos de los elefantes, los cuales son dientes que salen de la boca de dicho animal. El marfil como uno de los muchos materiales utilizados por el hombre fue usado principalmente para la realización de estatuillas por el tamaño del material.

Así pues, el marfil es considerado como un material invaluable alrededor de todo el mundo. En Europa, la talla de esculturas en marfil prosperó desde la Época Helenística (siglo III a.C.). Así mismo, tuvo un gran auge en el Imperio Romano (100 a.C. - 476 d.C.) cuando los escultores contaban con un excelente abasto de materia prima. A pesar de que en la Edad Media este material escaseaba su uso tradicional no paró en ciudades europeas y en reinos árabes (Museoarocena, 2015).

En Filipinas, los marfiles chino-hispánicos eran esculpidos por los sangleyes, los cuales eran chinos que vivían en las islas. En India y Ceilán las tallas eran realizadas por la población local, lo que hoy en día se conoce como obras de origen indo-portugués. A pesar de que las esculturas posean distinto origen y características significativas, en ambas prevalecen estilos artísticos europeos como el tardo gótico, el renacentista y el barroco (Museoarocena, 2015).

Según la opinión del historiador (Bazin, 1972, p.47) la miniatura y el arte del marfil son casi los únicos que demuestran hoy lo que fueron las artes plásticas bajo Carlomagno. En cuanto a los marfiles, los ejemplos de la baja antigüedad se conservaron en número suficiente en los tesoros para aportar magníficos ejemplos de la plástica clásica a los artistas carolingios que reproducirían su pureza.



**Figura 32-1:** Anónimo europeo, siglo XVI

**Fuente:** (<http://www.museoarocena.com/2015-04-15-05-24-08/ultramar>)

### ***1.5.7 Hormigón***

El hormigón es un medio escultórico relativamente nuevo, aunque durante algún tiempo se ha venido utilizando en la arquitectura. Su uso se ha visto limitado en parte porque se le ha considerado como un pobre sustituto de la piedra, careciendo de carácter inherente a esta y de la importancia de la misma en el desarrollo de la escultura (Midgley, 1982, p.160).

Su uso en las técnicas arquitectónicas ha aumentado su popularidad, debido a sus aplicaciones en los acabados de los exteriores de edificios.

Otras características importantes del hormigón son: que es relativamente barato de hacer, rápido de usar, y que se pueden realizar detalles superficiales extremadamente delicados.

Con el paso del tiempo estamos a la vista de grandes construcciones que tiempo atrás no se hubieran podido realizar. El uso de este material no tiene limitantes debido a su vasta información. Las grandes empresas han logrado posesionar este material promoviendo nuevos métodos de construcción los cuales son utilizados hoy en día por arquitectos, diseñadores, ingenieros civiles y artistas. El hormigón es utilizado tanto en objetos como en edificios sofisticados (Expressan, 2016).

El hormigón, llamado también concreto, es una mezcla de cemento, arena (la cual dependiendo el tipo de obra que se realice puede ser fina o gruesa) y agua. Hay dos tipos de cementos: el cemento portland, que recibe este nombre ya que se parece a la piedra del mismo nombre, y el cemento aluminoso. Se componen de silicato de calcio y aluminio.

El hormigón, llamado también concreto, es una mezcla de cemento, arena (la cual dependiendo el tipo de obra que se realice puede ser fina o gruesa) y agua. Hay dos tipos de cementos: el cemento portland, que recibe este nombre ya que se parece a la piedra del mismo nombre, y el cemento aluminoso. Se componen de silicato de calcio y aluminio.





**Figura 33-1:** Henry Moore: Mujer reclinada 1927

**Fuente:** (<http://www.expressan.com/hormigon-escultura/>).



**Figura 34-1:** Luchiano Cechia: Esferas 1980

**Fuente:** (<http://www.expressan.com/hormigon-escultura/>).

## 1.6 Modelado 3D

El modelado tridimensional es parecido a la escultura, es la expresión de la realidad tal cual es en el espacio. La manipulación de los objetos hace que se creen modelos donde la superficie se expande o se contrae y se le suman o restan fragmentos (López y Herrera, 2008: p.278).

Por lo tanto, es el proceso en el cual se genera una representación matemática de cualquier objeto tridimensional, a través de un software especializado.

Más específicamente, modelar es el proceso de creación de una representación matemática de superficies utilizando geometría. El resultado generado se conoce como un modelo 3D, este se puede representar de dos maneras: en pantalla como una imagen bidimensional a través de un



proceso conocido como 3D rendering o bien como objeto físico, a través de una impresora 3D o herramienta fabricación por control numérico (Jorquera, 2016, p.16).



**Figura 35-1:** Modelo 3D renderizado en V-Ray

**Fuente:** (<http://v-art.es/course/curso-modelado-3d-animacion-y-grafismo-3d/>).

### ***1.6.1 Proceso de modelado***

Los objetos 3d se crean a partir de fórmulas matemáticas, es decir, vectoriales. Las aplicaciones informáticas para realizar modelos tridimensionales se encargan de dividir el espacio de trabajo en vistas donde se observan las diferentes proyecciones de los principales elementos que se incluyan. Cada uno de ellos se podrá editar hasta conseguir el efecto deseado y que el diseño exprese la idea de por la que empezó a crearse (López y Herrera, 2008: p.278).

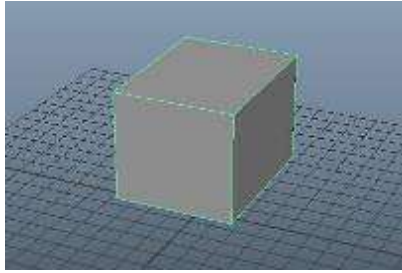
El modelo puede ser realizado por medio de un programa específico por ejemplo: Cinema 4D, Maya, 3DS Max, Blender, Lightwave, Modo, solidThinking, Z-Brush. En algunos casos, no hay distinción estricta entre estas formas; en tales casos, el modelado es sólo una parte del proceso de creación de escena.

### ***1.6.2 Primitivas estándar***

Las primitivas estándar son objetos 3D sencillos que guardan relación con objetos del mundo real. Se crean asignando valores a los parámetros que definen al objeto.

#### ***1.6.2.1 Cubo***

Llamado también paralelepípedo rectangular, es un sólido con base rectangular y aristas laterales a esta.

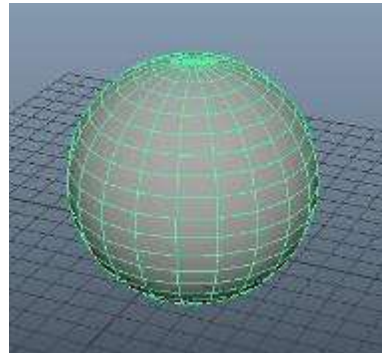


**Figura 36-1:** Cubo

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

### *1.6.2.2 Esfera*

Solido terminado por una superficie curva cuyos puntos equidistan todos de otro interior llamado centro.

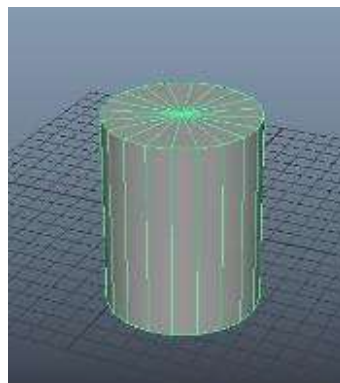


**Figura 37-1:** Esfera

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

### *1.6.2.3 Cilindro*

Es un cuerpo limitado por una superficie cilíndrica cerrada y dos planos que lo cortan.

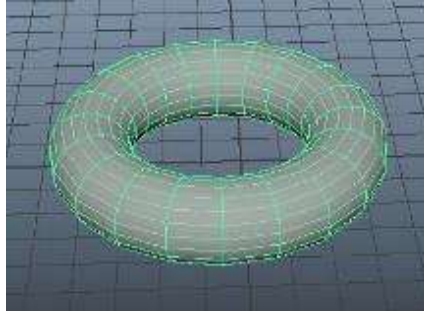


**Figura 38-1:** Cilindro

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### 1.6.2.4 Toroide

Es una superficie de revolución engendrada por una curva cerrada y plana que gira alrededor de una recta fija de su plano, que no la corta.

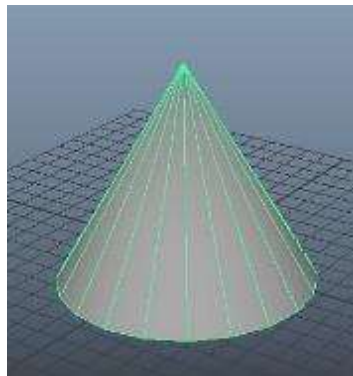


**Figura 39-1:** Toroide

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

#### 1.6.2.5 Cono

Es un sólido limitado por un plano que corta a una superficie cónica cerrada.



**Figura 40-1:** Cono

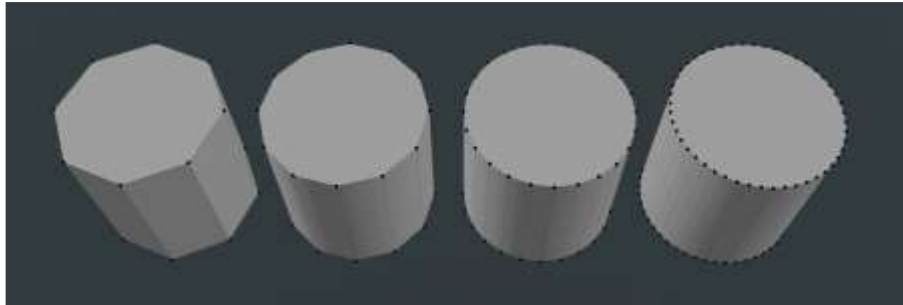
Realizado por: Bastidas, José; 2018.

### 1.6.3 Formas de representar un modelado 3d

#### 1.6.3.1 Modelado poligonal

Son todos los puntos en un espacio llamados vértices, los cuales crean un poligonal mesh, Por lo tanto, un polígono regular será aquel cuya longitud de los lados y ángulos sean todos iguales.

La suma de muchos polígonos produce una representación tridimensional de un objeto y se conoce como una malla poligonal. Un polígono se compone de tres elementos básicos: el punto, la línea y el plano. Solo a partir de la unión de tres o más puntos podemos hablar de un polígono (Jorquera, 2016, p.16).



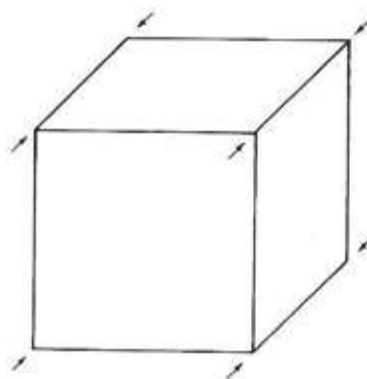
**Figura 41-1:** Modelado poligonal

**Fuente:** (Jorquera, 2016, Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D).

### 1.6.3.2 Punto

El grafismo puede adoptar cualquier forma, y la unidad básica de todas es el punto. Como los otros elementos gráficos (la línea y el plano), el punto es un concepto que nos sirve para comunicarnos, aunque es inexistente en el mundo real: se trata de una convención para facilitar la comprensión del lenguaje (Navarro, 2010, p.10).

Cuando diversos planos confluyen en un punto conceptual, tenemos un vértice. Los vértices pueden ser proyectados hacia afuera o hacia adentro (Wong, 1991, p.105).



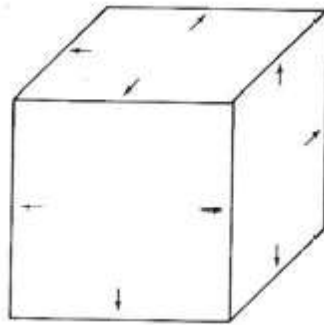
**Figura 42-1:** Vértices - Puntos

**Fuente:** (Wong, 1991, Fundamentos del diseño bi y tri dimensional).

### 1.6.3.3 Línea

Es la forma más sencilla de explicar un objeto. La línea es el segundo componente esencial del lenguaje de imágenes. Su principal valor es el de ser mejor instrumento descriptivo con que cuenta este lenguaje. Con ella el artista hace sus bocetos, el ingeniero los croquis y el científico sus apuntes gráficos (López y Herrera, 2008: p.280).

La línea surge de la sucesión de una serie de puntos unidos entre sí o como la traza que genera el movimiento de un punto en el plano. Representa la forma de expresión más básica, pero también la más dinámica y versátil. Desde la caligrafía hasta el dibujo, la línea constituye un elemento de expresión que permite comprender el lenguaje de la comunicación verbal y el de la comunicación visual. Una sola línea puede mostrar formas reconocibles y, cuando se articula con otras, puede alcanzar niveles de expresión infinitas, tanto en relación a las posibilidades de representación plástica, como a expresiones de calidades de superficies (Navarro, 2010, p.14).



**Figura 43-1:** Líneas - Filos

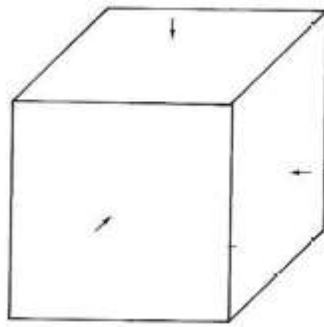
**Fuente:** (Wong, 1991, Fundamentos del diseño bi y tri dimensional).

### 1.6.3.4 Plano

La forma plana se caracteriza por su simplicidad, por su carácter sintético y, como consecuencia de lo anterior, por su fuerza expresiva, siendo este aspecto el elemento que la diferencia de los demás recursos del lenguaje plástico (López y Herrera, 2008: p.281).

Normalmente, un plano está dividido por:

- Tres puntos no alienados
- Una recta y un punto exterior a ella
- Dos rectas, paralelas o secantes



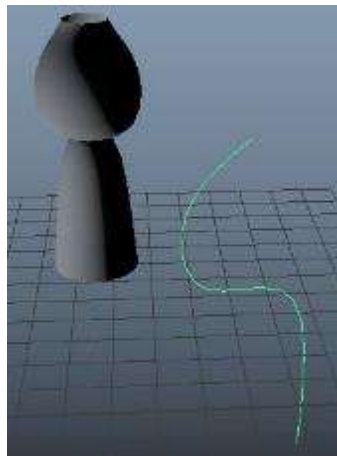
**Figura 44-1:** Planos

**Fuente:** (Wong, 1991, Fundamentos del diseño bi y tri dimensional).

#### 1.6.3.5 Modelado de curvas

Estas curvas se conocen como *splines* y se controlan por medio de manejadores o puntos de control que asignan una tensión a la curva muy similar al dibujo vectorial en programas como: Adobe Illustrator pero en tres dimensiones.

Los tipos de curva incluyen: nonuniform rational B-spline (NURBS), chavetas, patches y geometric primitives.



**Figura 45-1:** Modelo de curvas

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### 1.6.4 Escultura digital

Esta forma de abordar el modelado es más reciente, la cual es aplicada solamente en el modelado de tipo orgánico.

Por otro lado, la escultura digital posee la capacidad de poder visualizarse en pantallas y también de poder tomar forma física tangible. Para ambos casos, el punto de referencia inicial son las curvas de Bézier, un sistema gráfico desarrollado en 1962 por el ingeniero francés Pierre Bézier, quien descubrió la forma de generar y manipular curvas a partir de puntos específicos sobre una línea. Los diseñadores están muy familiarizados con este tipo de curvas con las cuales es posible crear cualquier forma a partir de una línea recta (Molano, 2012).

Los escultores digitales utilizan a menudo el espacio virtual como Z-Brush, pero también realizan sus obras en el espacio físico. Estos escultores ejecutan sus piezas mediante software de modelado 3d.

Sin embargo, para poder plasmar dichas obras utilizan máquinas (PR), las cuales son impresoras 3D con las que pueden ver su obra realizada en pocas horas. Dichas impresoras utilizan en su mayoría plástico y, otros compuestos combinados como la resina.

Según enfatiza Kuspit (2006, p.109) el reto de los artistas que se dedican a la escultura digital consiste en trabajar con nuevos medios electrónicos sin depender de ellos para dar contenido o presencia a la obra. Las posibilidades actuales de traducción del mundo virtual al mundo físico (esto es, la posibilidad de imprimir una forma en tres dimensiones) resultan fascinantes. Ahora los archivos escultóricos se pueden enviar por todo el mundo para su infinita diseminación y reproducción.



**Figura 46-1:** Escultura digital

**Fuente:** (<http://eliaselunico.blogspot.com/2010/10/test-de-escultura-digital.html>)

### ***1.6.5 Tipos de escultura digital***

#### ***1.6.5.1 Desplazamiento***

Utiliza una malla poligonal a la que se asocia una imagen 2D en blanco y negro.

La imagen se aplica sobre el modelo utilizando sus valores de blanco, gris y negro para generar relieves y hundidos en la superficie de la geometría. Los valores blancos son interpretados como relieve, el gris medio no desplaza la superficie y el negro crea hundidos.

#### ***1.6.5.2 Volumétrico***

Está basado en *voxels*. Tiene características similares al desplazamiento pero no deforma la topología en caso de no haber suficiente geometría, como sucede con el desplazamiento.

#### ***1.6.5.3 Teselado dinámico***

Es similar al volumétrico pero la superficie de la geometría se subdivide en mayor o menor número de polígonos según sea necesario durante el proceso de modelado.

Este formato es nativo de un programa llamado *Zbrush* de *Pixologic*. Es uno de los mejores métodos para la creación de modelos orgánicos, retratos y figuras humanas.

### ***1.6.6 Usos del modelado 3D***

El modelado 3D se lo puede utilizar en diversas industrias como en las películas, animación y juegos de azar.

El diseño de interiores y la arquitectura, se lo utiliza para la pre-visualización de una maqueta modelada y, su posterior renderizado con un alto nivel de realismo. También se utilizan en la industria médica para las representaciones interactivas de la anatomía, y en los últimos años para la impresión de prótesis avanzadas utilizando impresoras 3D. Una amplia serie de software 3D también se utiliza en la construcción de representaciones digitales de modelos mecánicos o partes antes de que se fabrican en realidad.

## **1.7 Router CNC**

El Router CNC es una máquina de corte o grabado, que trabaja con una herramienta de fresado que puede tallar o cortar con exactitud los materiales.



Los router CNC, pueden ser muy útiles en la realización de trabajos idénticos y repetitivos. Un router CNC, suele producir un trabajo consistente y de alta calidad y mejora la productividad de la fábrica.

Todas las máquinas CNC comparten una característica en común: la cual es que poseen dos o más direcciones programables. Un eje de movimiento puede ser lineal (en línea recta) o rotatorio (en una trayectoria circular). Una de las complicaciones que posee una máquina CNC es la cantidad de ejes que pueda poseer, es decir, que a mayor número de ejes más complejo se vuelve el uso de la máquina (Mecanizado, 2015).

El Corte con Router CNC permite cortar materiales rígidos para exhibición tales como:

- PVC
- MDF y triplay
- Acrílicos
- Madera sólida y blanda
- Aglomerados
- Poliuretano
- Metales como: Aluminio, Cobre, Níquel, Bronce
- Piedra

El Router CNC también puede fresar modelos de tres dimensiones. Para que esto suceda, el archivo de 3D se debe ejecutar a través del software que lo convierte en un conjunto de instrucciones para el corte. Esto lo hace mediante el análisis de la topología del modelo y la proyección de una rejilla sobre el mismo. Al cortar, la broca sigue estas líneas de la cuadrícula (la distancia entre las líneas de división se puede controlar, pero se basa principalmente en el ancho de la punta de la misma broca). Un diagrama de base para el análisis de un modelo 3D a lo largo de un eje (Roble, sin fecha).



**Figura 47-1:** Router CNC

Fuente: (<https://www.visocym.com/2015/07/22/que-es-un-router-cnc-y-como-funciona/>).

### 1.7.1 Tipos de corte

- Corte del interior: el borde de la broca toca el borde de un vector cerrado desde el interior.
- Corte del exterior: el borde de la broca toca el borde de un vector cerrado desde el exterior.
- Corte sobre el vector: el centro de la broca sigue el vector.
- Corte del relleno: la broca corta por completo el interior de una forma cerrada.

Dado que el **Router CNC** tiene un eje Z, se puede especificar la profundidad que desea cortar, devastar o grabar sobre el material.



**Figura 48-1:** Tipos de corte

Fuente: (<http://www.roble.com.mx/corte-router-cnc.html>)

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Método proyectual Bruno Munari

##### 2.1.1 Problema

Diseño de esculturas en 3d, para tallado en mármol utilizando un router.

##### 2.1.2 Definición del problema

Definir modelos tridimensionales de esculturas, para su aplicación en mármol utilizando el tallado con relieve en un router.

##### 2.1.3 Elementos del problema

- ¿Cuál de las técnicas de modelado 3D es la más adecuada?
- Modelos tridimensionales factibles
- ¿Cuánto tiempo tomaría en realizar un modelado?
- ¿Cuánto tiempo tardaría en realizar el router un tallado?
- ¿Qué tipo de material es el más adecuado a utilizar?
- ¿Qué tipo de esculturas serían las más comerciales a utilizar?
- ¿Qué tamaños serían los más adecuados?

##### 2.1.4 Recopilación de datos

De la investigación se pudo clasificar diferentes tipos de esculturas, de las cuales las más utilizadas son las decorativas y las de uso en lapidas.

De acuerdo al tipo de escultura se pueden dividir en:

- Esculturas ornamentales
- Esculturas Monumentales

#### 2.1.4.1 Esculturas ornamentales

Las esculturas ornamentales sirven o tienen una finalidad netamente decorativa, es decir que proporciona un índice de belleza a la obra del escultor.

Los cuales se clasifican en simples y compuestos.

Los simples consisten en un solo motivo aislado repetido y combinado, los compuestos son una combinación de los elementales.

#### *Ornamentos geométricos*

Es un motivo o composición que sirve para embellecer elementos arquitectónicos o espacios arquitectónicos, los cuales se generan a través de patrones geométricos.

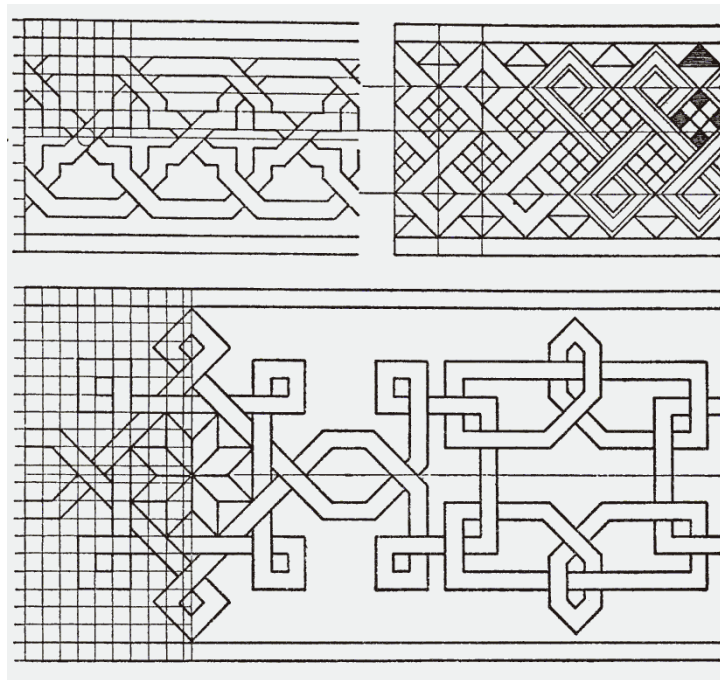
- La greca, regleta doblada repetidas veces en ángulo recto.



**Figura 1-2:** Modelo de Greca.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2T9y1hB>).

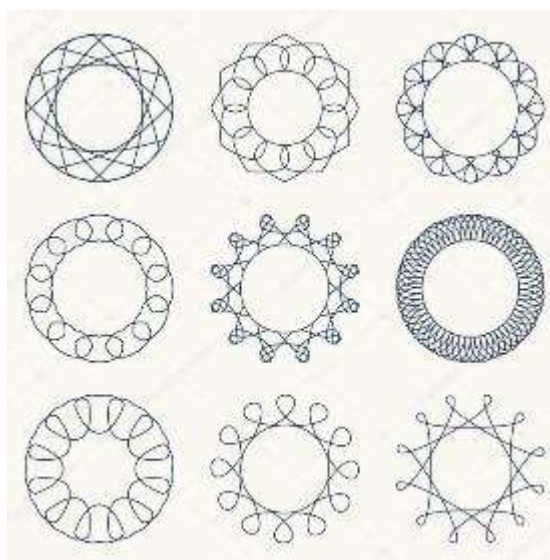
- El meandro, greca con más repliegues (símbolo del río de su nombre en la antigua Grecia)
- Las postas, curvas en 'S' unidas, las cuales se llaman también grecas y ondas griegas.



**Figura 2-2:** Meandro y Postas.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2T9y1hB>).

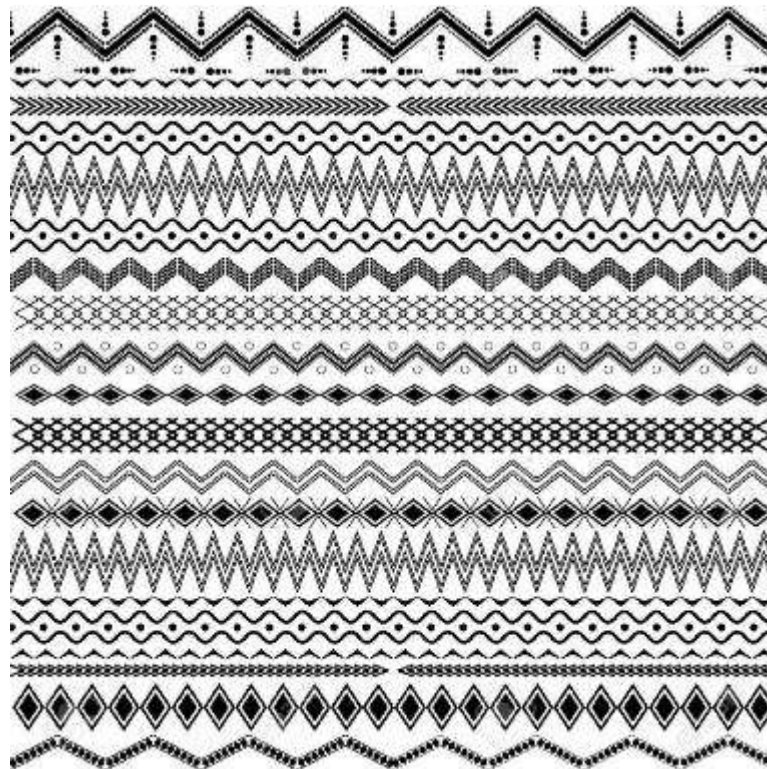
- Los rosarios, agallones y baquetillas recortadas, como su nombre respectivo indica.
- Los denticulos, son cuadrados que penden bajo la cornisa y cuya serie se llama dentellón.
- La ajaraca o lazos.
- Lacería, o serie de anillos enlazados conteniendo cada uno un rosetoncillo; las lacerías, ornamentación de follaje y de diferentes lazos.



**Figura 3-2:** Lacería – Ajaraca.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2CCn8xS>)

- Los arabescos, adornos geométricos árabes y entrelazados curvos que imitan hojarasca.
- Los almocárabes, arabescos en forma de lazos.
- Losanges enlazados, estrellitas, ondas, bezantes o perlas, rodellillos alineados, ajedrezados, ziszás o serie de líneas quebradas en ángulo.
- Baquetones rotos o junquillos en líneas quebradas
- Cables o funículos, a modo de cordeles.
- Almenillas, puntas de diamante o rombos en serie, cabezas de clavo o puntas cuadradas y piramidales, dientes de sierra, trenzados.
- Billetes, con la forma que indica su nombre.
- Caireles, arquitos de adorno debajo de un arco.
- Volutas y róleos, adornos replegados en espiral.
- Trifolios, cuadrifolios, quincefolios o círculos en que hay inscritos otros circulitos tangentes en número de tres, cuatro o cinco y que a veces presentan la forma de rosetones.
- Se llaman casetones a los compartimentos cuadrados o poligonales con algún florón en su centro.
- Son artesones a lo mismo que los anteriores cuando se hallan adornando techos y bóvedas.



**Figura 4-2:** Ejemplos Ornamentos Geométricos.

Fuente: (<https://bit.ly/2CCCC4V>)



## *Adornos de fitaria*

Pertenecen todos los motivos sacados del reino vegetal.

- Florón, flor grande y abierta.
- Rosetón, flor de rosa abierta y de frente.



**Figura 5-2:** Florón-Rosetón.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2CCCC4V>).

- Artesón, florón pendiente del techo.



**Figura 6-2:** Artesón.

**Fuente:** (<http://www.albanecar.es/que-es-un-artesonado/>).

- Grumo o macolla, grupo de hojas que suele ponerse como remate.



**Figura 7-2:** Macolla.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2UguG0F>).

- Piña, un remate imitando el fruto del mismo nombre.
- Cornucopia, cuerno de la abundancia con hojas y frutos.



**Figura 8-2:** Cornucopia.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2Welc7J>).



- Guirnaldas, grupos de hojas y frutos enlazados que figuran como pendientes de alguna cornisa, ménsula, etc.



**Figura 9-2:** Guirnaldas en ménsula.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2Uc6vjS>).

- Palmetas, figuras de palmas.
- Rayos de corazón, hojas acuáticas con alguna forma de corazón.



**Figura 10-2:** Rayos de corazón.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2sK4rDL>).

- Caulículos o tallos.



**Figura 11-2:** Caulículos.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2CBQsV9>).

- Follaje serpenteante, que forma roleos.



**Figura 12-2:** Follaje serpenteante.

Fuente: (<https://bit.ly/2DwYSPz>).

- Frondas u hojas salientes, más o menos encorvadas.



**Figura 13-2:** Frondas u hojas salientes.

Fuente: (<https://bit.ly/2Uc6vjS>).

### *Adornos de hojas*

Ornamentos con hojas puede incluir hojas de acanto, de apio, de cardo, de trébol, flor de lis, etc.

- Hojas acuáticas. Las que imitan algunas algas.
- Hojas curvadas. Las aplicadas sobre una moldura o superficie de forma circular.
- Hojas de acanto. Ornato formado de hojas cuyos bordes superiores se enrollan ligeramente en volutas y cuya presencia caracteriza los capiteles de los órdenes corintio y compuesto.



**Figura 14-2:** Hojas de acanto.

Fuente: (<https://bit.ly/2B2UA05>).

- Hojas de ángulo. Las colocadas en el ángulo formado por dos molduras o en el de una cornisa, techumbre, etc. La nervadura media o principal de estas hojas se aplica al ángulo de la moldura y el dibujo de las hojas se reproduce simétricamente sobre cada lado de las mismas.



**Figura 15-2:** Hojas de ángulo.

Fuente: (<https://bit.ly/2S3g477>).

- Hojas de cardo. Motivo de ornamentación empleado en ciertos capiteles del siglo XV.



**Figura 16-2:** Hojas de cardo.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2RataLo>).

- Hojas de col. Motivo de ornamentación empleado en los siglos XV al XVIII. Las torrecitas que decoran los gabletes sobre las aristas de los piñones están formadas con hojas de col cortadas en cuya ejecución los artistas de aquella época mostraron extraordinaria habilidad de cincel.
- Hojas de laurel. Motivo de ornamentación que imita las hojas de este árbol, por lo general, dispuestas en trifolio.



**Figura 17-2:** Hojas de laurel.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2CBQsV9>).

- Hojas de olivo. Motivo de ornamentación que imita las hojas de este árbol, generalmente arregladas en grupos de cinco.

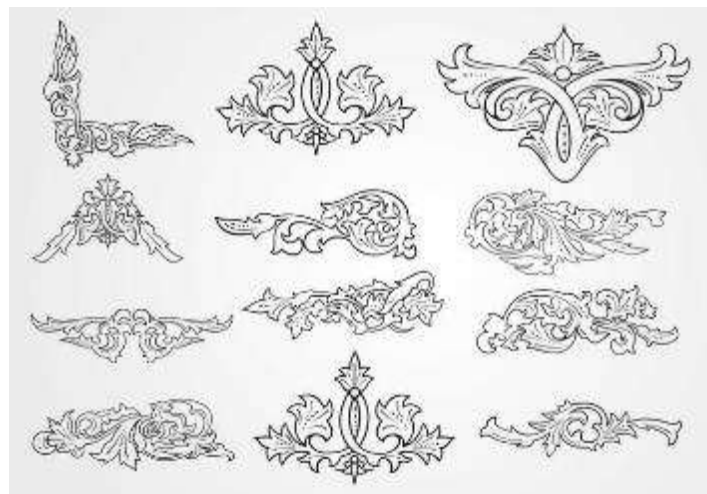




**Figura 18-2:** Hojas de olivo.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2ATNB9Z>).

- Hojas de parra. La empleada para cubrir la desnudez de estatuas.
- Hojas de perejil. Hojita delgada y recortada que entra como la de acanto en la decoración del capitel corintio.
- Hojas galibadas. Las esbozadas, es decir, cuyos recortes aún están ejecutados pero que da el perfil cuyo saliente está bien acusado.
- Hojas rebajadas. Aquéllas cuyos bordes están recortados. También se llaman hojas divisorias.



**Figura 19-2:** Ejemplos de adornos de hojas.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2DsmVPr>).

## Zodaria

Motivos que se toman del reino animal, suelen ser estilizados al igual como de las plantas.

- Atlantes y cariátides, figuras de hombre o de mujer, respectivamente que sostienen un cornisamento.
- Canecillos y mascarones, cabezas caprichosas.



**Figura 20-2:** Mascarones.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2DsmVPr>).

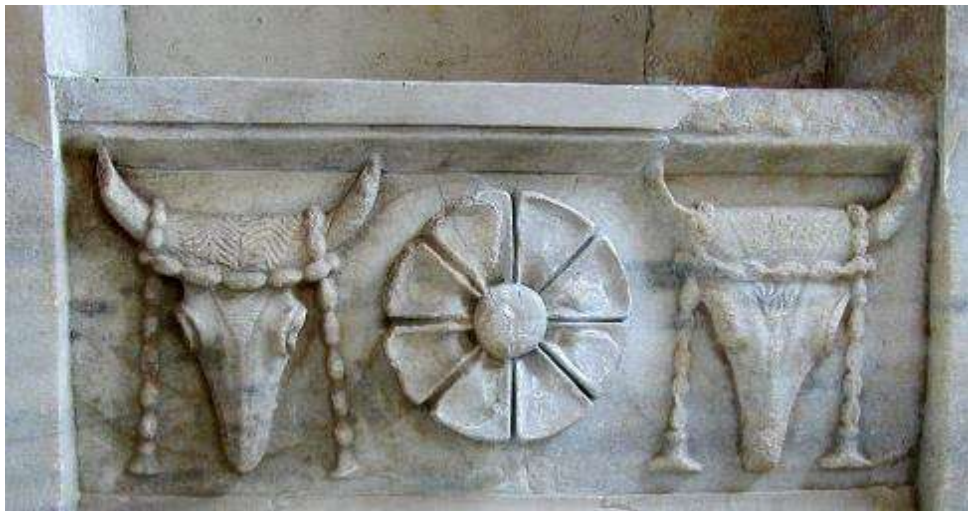
- Gárgolas, figuras de animales que se ponen para arrojar el agua de los canalones que van en los tejados o terrados. bichas, animales fantásticos que terminan en follaje.



**Figura 21-2:** Gárgolas.

**Fuente:** (<https://bit.ly/2U7AgCj>).

- Grifos y esfinges, bichas diferentes que se ponen a veces en las acroteras o antes las puertas de los edificios y son monstruos alados con cuerpo de león, teniendo el primero cabeza de águila y el segundo de persona.
- Ovos o huevos, figuras que tienen la forma de tales y que puestos en serie entre dardos, constituyen el ovario y suelen decorar varias molduras en el estilo greco-romano.
- Bucráneo, cráneo de buey con guirnaldas, que suelen adornar los frisos de los templos griegos y romanos.



**Figura 22-2:** Bucráneo.

Fuente: (<https://bit.ly/2WanS6l>).

- Grutescos, grupos fantásticos de bichas, sabandijas y follaje.
- Veneras, conchas de peregrino.

#### 2.1.4.2 Esculturas monumentales

Son las cuales por su imagen o por la figura que representan hacen recordar a un personaje o un hecho.

Dichas esculturas se pueden dividir según el tema o requerimiento del escultor en:

- Religiosas

Son dichas esculturas que se utilizan como una expresión de religiosidad o devoción, esto depende de las personas, las cuales utilizan algún santo o un pasaje representativo. Entre dichas

esculturas hay que tomar en cuenta los diferentes tipos de religiones que, a su vez, usan indistintos tipos de figuras.

#### Católicos

- Imágenes de Cristo en la cruz o cristo pastor.
- Virgen María.
- Cruz.
- Ángeles
- Pájaros.
- La dolorosa
- Sagrado corazón de Jesús
- Querubines



**Figura 23-2:** La Dolorosa.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### Cristianos

- Cruz
- Crucifixión de cristo
- Rosas
- Palomas





**Figura 24-2:** Manos con rosas.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### Evangelistas

- Paloma
- Dos manos juntas y una paloma

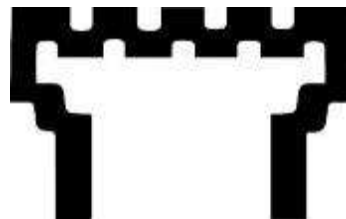


**Figura 25-2:** Manos del creador.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### Testigos de Jehová

- Torre de vigilancia Atalaya
- Ornamentos



**Figura 26-2:** Torre de vigilancia “Atalaya”.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

#### 2.1.4.3 Figuras clásicas usadas en escultura religiosa con significados:

- Virgen maría con un niño en brazos: la persona era madre de un niño pequeño.
- La figura de un niño o pequeños ángeles: representa a un niño que falleció a temprana edad, o siendo un bebe.
- Un ancla: dicha persona fue miembro de la milicia o que falleció ahogado.
- Espadas cruzadas: muerte en combate.
- Columna rota: muerte prematura.
- Figuras florales rotas: la persona falleció siendo muy joven.
- Flor: representa el amor de dicha persona.
- Libros: significan sabiduría, en otros casos significa que la persona le gustaba escribir o que era un profesor.
- Corazón: la persona era amable, buena gente.
- Ángeles: una persona muy religiosa, mensajero de dios, protector.
- Ramas de olivo: significa perdón.
- Manos. En muchas religiones simboliza el poder del creador, la mano de dios.
- Reloj de arena: se agotó el tiempo.
- Espiga: resurrección.
- Cadena con eslabón perdido: círculo familiar roto
- Manos juntas: despedida o matrimonio
- Flor azucena: representa matrimonio, fidelidad.
- Helechos: persona humilde.
- Sauce: representa el dolor, la tristeza de los vivos hacia los muertos.
- Tronco de árbol: representa a la familia, también usado por leñadores, carpinteros.

De la misma manera dependiendo de cuál sea la causa de deceso se materializan dichas causas en una lápida.



**Figura 27-2:** Recreación de accidente de tránsito.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

- Civiles

Esta clase de esculturas se las usa cuando representan un ideal, o a una persona que influyo en gran parte en el crecimiento de la sociedad, también se las usa para conmemorar hechos ocurridos en naciones, guerras, desastres, etc.

- Abstractas

Comúnmente son representaciones de la mente de artistas, los cuales las utilizan para adornar parques, museos y calles. Por lo tanto su representación tiene significado en gran parte para su creador.

#### *2.1.4.4 Técnicas de modelado 3D*

Existen cierto tipo de métodos para lograr que un modelado 3D tenga el realismo y el resultado esperado por el diseñador o el escultor digital.

Estas técnicas pueden ser:

- Modelado por polígonos: no es más que la manipulación de una primitiva, que puede ser un cuadrado, un cilindro, una esfera, etc.
- Modelado por curvas: este tipo de modelado usa curvas para generar un objeto y su modificación es mucho más simple que al usar un polígono. Las curvas ayudan a darle un efecto de más detalle al modelado, estas pueden variar dependiendo de lo que se desea realizar.
- Escultura digital: esta técnica prácticamente es nueva no tiene mucho tiempo a partir de su creación y, se utiliza principalmente para la creación de personajes de video juegos.

#### *2.1.4.5 Modelo de entrevista a realizar*

Entrevista realizada al señor Andrés Vallejo propietario del local “Diseños a tu gusto”.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

La presente entrevista tiene por objetivo identificar cuáles son las esculturas más utilizadas para el tallado en el router.

¿Para usted cuales son el tipo de esculturas de mayor demanda?

¿Qué tipo de imágenes son las que desea utilizar para el tallado?

Según su criterio ¿qué tipo de ornamentos es el más utilizado para el tallado?

Para realizar un trabajo completo ¿cuánto tiempo le toma tallar en el router una escultura?

¿Cuáles son los materiales más adecuados según su experiencia para realizar el tallado en router?

¿Cuáles son los tamaños de mayor demanda de una escultura tallada?

**2.1.5 Análisis de datos**

*2.1.5.1 Modelo de ficha técnica de valoración del producto*

<b>Ficha técnica de valoración</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
¿Considera que los elementos que forman parte de la escultura son llamativos a simple vista?					
¿Dichos elementos poseen un buen detalle?					
¿Puede diferenciar los distintos elementos que conforman la escultura?					
¿El nivel de detalle de la escultura le llama la atención?					
¿Las esculturas poseen forma definida?					
¿El tamaño de la escultura, es adecuado para observar los detalles?					
¿Piensa usted que la escultura posee rasgos simétricos y equilibrados?					

¿La profundidad del tallado de la escultura, denota el detalle del relieve?					
<b>TOTAL</b>					

#### 2.1.5.2 Rangos de valoración

5 = Muy Adecuado

4 = Bastante Adecuado

3 = Adecuado

2 = Poco Adecuado

1 = Inadecuado

Número de aspectos = 8

#### 2.1.5.2 Calculo de valoración del producto

$$P = \frac{\sum \text{Total rangos}}{N}$$

$\sum$  Total de rangos = 310

Rango \* Aspectos = 40

Número de muestra = 10

$$P = \frac{310}{10}$$

$$P = 31$$

5 = Muy Adecuado = 40

4 = Bastante Adecuado = 30

3 = Adecuado = 20

2 = Poco Adecuado = 10

1 = Inadecuado = 0

### *2.1.5.3 Análisis de valoración de cada aspecto*

Aspecto N° 1; 43; 86%

Conforme a los resultados, los elementos que conforman a la escultura poseen un nivel aceptable en el diseño, sin echar de menos que para cada ocasión, ya sean para ámbitos de decoración o para lapidas.

Aspecto N° 2; 37; 74%

Debido a que en decoración las esculturas deben poseer un mejor nivel de detalle se debería utilizar distintas cuchillas en el router para alcanzar ese detalle requerido, ya que, para lapidas deben ser mucho más sencillas.

Aspecto N° 3; 37; 74%

Los distintos elementos deberían tener mayores tamaños para que se los pueda diferenciar.

Aspecto N° 4; 40; 80%

Mejorar los diseños o hacerlos más llamativos dependiendo de la exigencia del cliente.

Aspecto N° 5; 44; 88%

De acuerdo al tipo de escultura, se puede utilizar formas más complejas o sencillas.

Aspecto N° 6; 36; 72%

El tipo de material influye en los acabados del diseño, al igual que el tipo de cuchilla a utilizar.

Aspecto N° 7; 38; 76%

El diseño de la escultura debe poseer rasgos más geométricos y detallados si se los usa en diseño de interiores, pero en otros aspectos deben poseer rasgos sencillos.

Aspecto N° 8; 39: 78%

Para visualizar de mejor manera cada detalle de la escultura se puede aumentar la profundidad del tallado, para que al momento de los acabados no se pierda el detalle requerido.

#### *2.1.5.4 Conclusiones de la información obtenida*

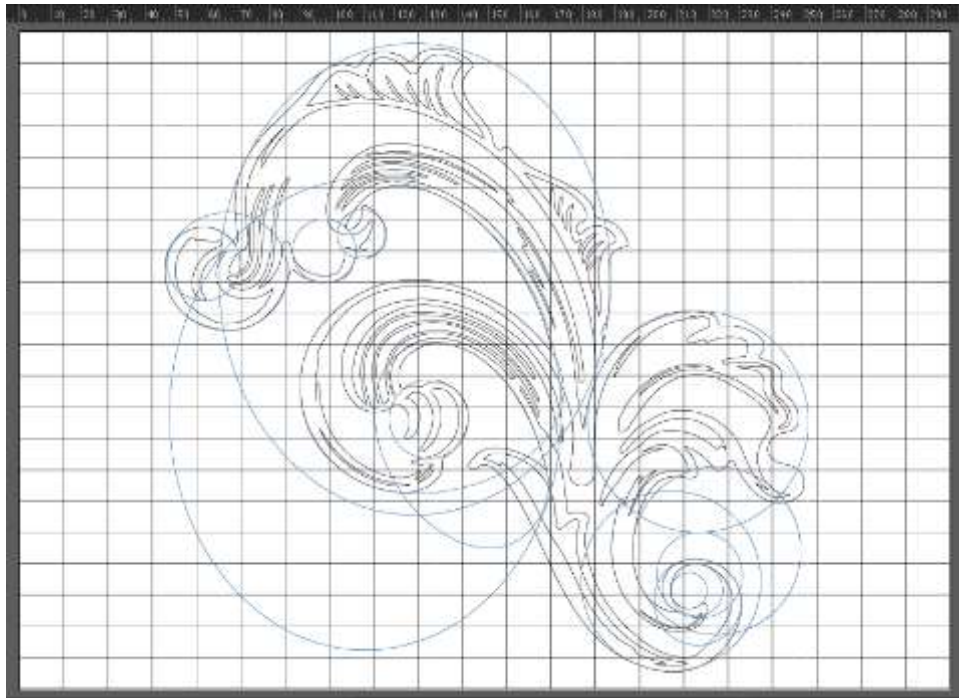
- Con estos resultados se pueden otorgar los respectivos rangos de valoración al producto. Dicha valoración hace merito a que el diseño posee un nivel alto de aceptación y, que es de buena calidad para el público.
- Por otro lado el tipo de escultura y su utilización influyen en el tallado, ya que tienen distinta utilidad, esto hace referencia que los tamaños y los detalles juegan un papel importante al momento de promocionar dichas esculturas al público. Debido a que al utilizarlas en decoración de interiores el detalle debe ser más complejo y, en lapidas mucho más sencillo debido a que la imagen utilizada en las lapidas debe ser el centro de atención.

#### *2.1.5.5 Recomendaciones*

Para mejorar el trabajo del tallado en router, deben utilizarse cuchillas que permitan obtener un mejor trabajo en el detalle y, a su vez utilizar material que permita obtener dichos acabados de mayor calidad.

#### *2.1.6 Creatividad*

Para la realización de cada diseño se debe tener en cuenta que cada forma utilizada debe contener un patrón geométrico, es decir, que la utilización de curvas, círculos y formas irregulares es indispensable.



**Figura 28-2:** Vector realizado en Illustrator.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

Para ello se debe seguir una serie de pasos los cuales con la ayuda de una malla podemos guiar a que el diseño sea simétrico y equilibrado en forma que, los tamaños con los que se pueda manejar el diseño no afecte el nivel de detalle de la escultura.

### ***2.1.7 Materiales y tecnología***

En la realización del tallado de esculturas existen diversos materiales, los cuales debido a su densidad y fácil manejo permiten un detalle prominente o sencillo. Para aquello la búsqueda de dichos materiales fue extensa, pero se determinó que la demanda de materiales se centra en gran parte en madera esta puede ser pino, cedro o simplemente de laurel y en piedra el mármol italiano.

En tecnología el uso de router CNC y, el ordenador con el cual se crean los trabajos requeridos y su visualización en 3D, permitiendo generar el tallado y los niveles de detalle requeridos.





**Figura 29-2:** Máquina Router CNC.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

### ***2.1.8 Experimentación***

En la determinación del material más adecuado y de bajo costo se experimentó con madera dura, suave y porosa, con esto se determinó que el material que mejor posibilidad de detalle permite es el cedro ya que es una madera dura al momento que la cuchilla desgasta la madera, esta no se rasga lo cual facilita apreciar el trabajo.



**Figura 30-2:** Prueba con madera porosa Chuncho.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



**Figura 31-2:** Prueba con madera suave MDF.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

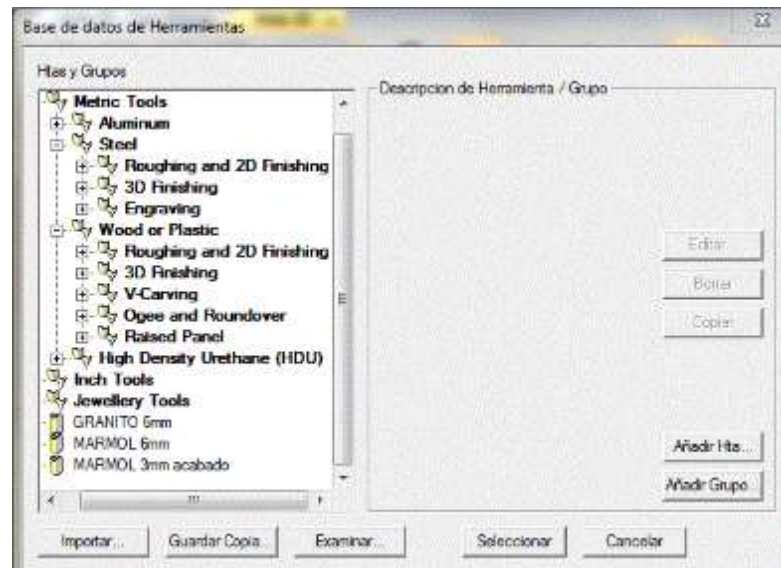
Y en la piedra, el mármol italiano a su vez permite obtener un detalle sumamente atractivo y detallado, lo que no permite el mármol nacional debido a su porosidad. Se descartó la utilización de granito en el tallado de esculturas por su gran dureza, adquisición de cuchillas y tiempo de tallado en el router.



**Figura 32-2:** Ornamento en mármol nacional.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

A su vez se experimentó con distintos tamaños debido a que el diseño influye en tiempo y en costos, para lo cual se realizó pruebas con tamaños proporcionales de entre 20 cm a 30 cm, y debido a que el mismo programa posee parámetros pre-establecidos se escogió las cuchillas de 3 mm para el desbaste y la de 2 mm para el acabado en madera y, para el mármol de 6 mm para el desbaste y de 3 mm para el acabado, previamente se hizo pruebas con velocidades y con profundidades para el detalle, el cual según la experimentación el adecuado es de alrededor de 8 mm para madera y de 8 mm a 15 mm para mármol.



**Figura 33-2:** Base de datos pre-establecidos.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



**Figura 34-2:** Datos cuchilla de 3 mm para desbaste en madera.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



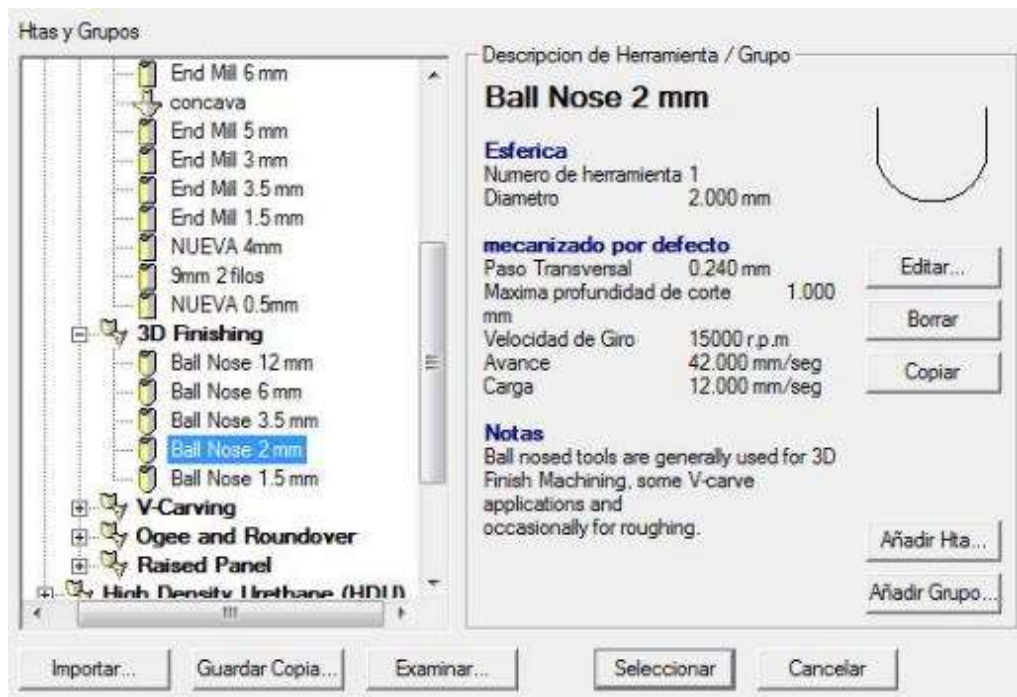


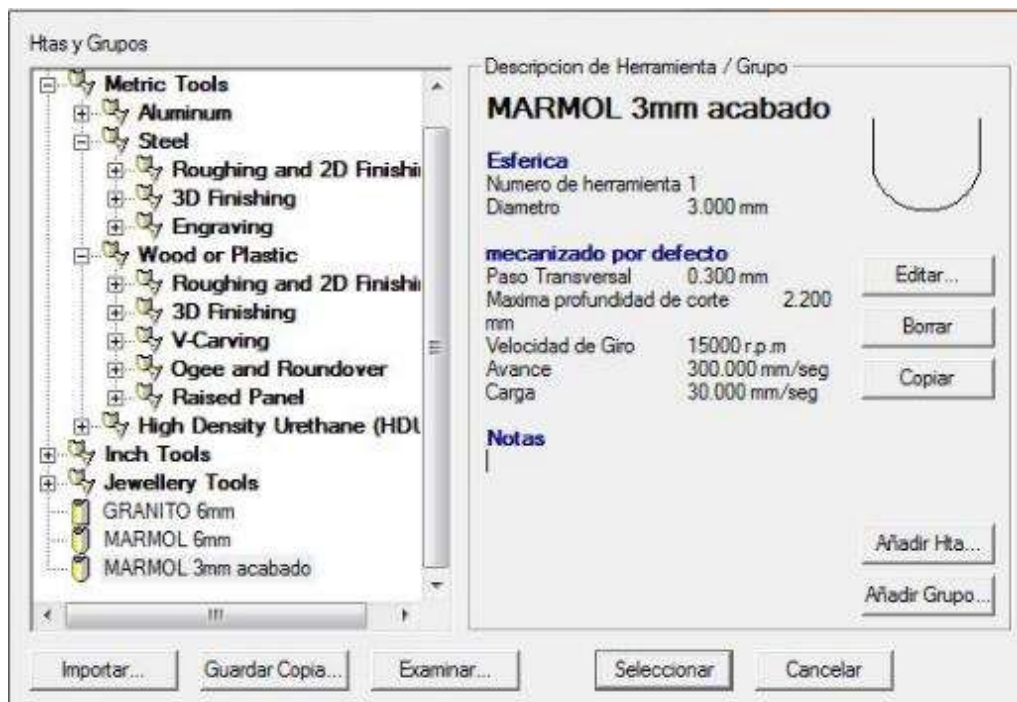
Figura 35-2: Datos cuchilla de 2 mm para acabado en madera.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



Figura 36-2: Datos cuchilla de 6 mm para desbaste en mármol.

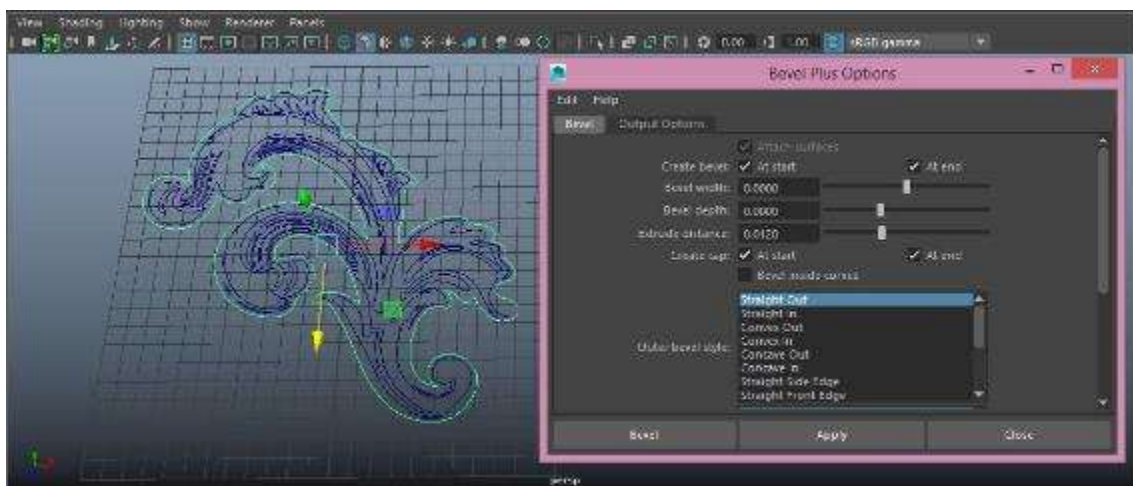
Realizado por: Bastidas, José; 2018.



**Figura 37-2:** Datos cuchilla de 3 mm para acabado en mármol.

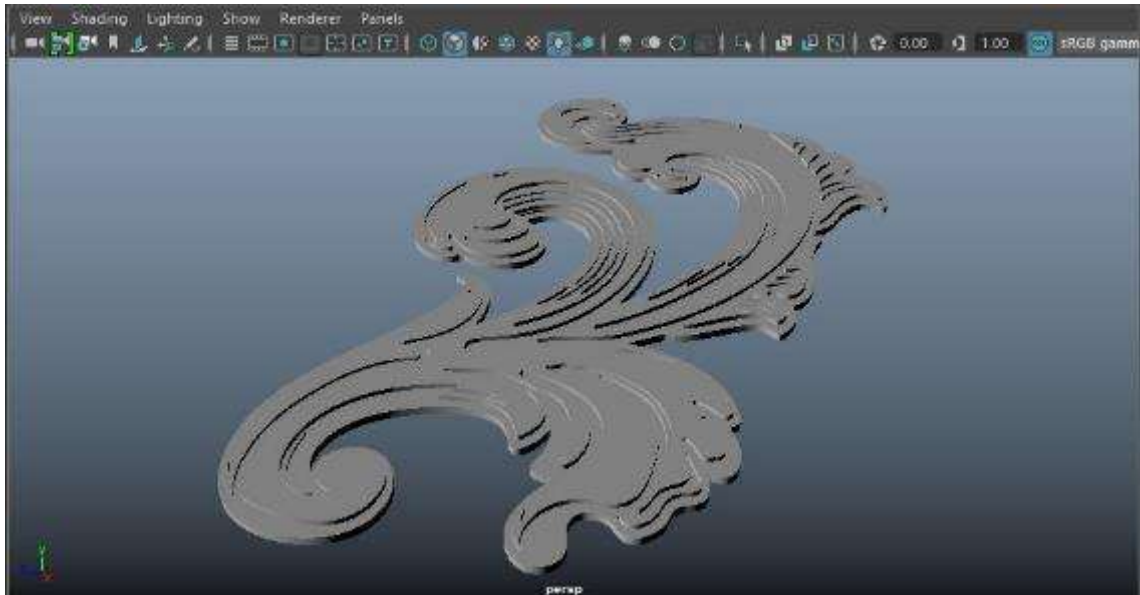
Realizado por: Bastidas, José; 2018.

En la fase de creación de los modelos también se utilizó un software distinto como es Autodesk Maya, en el cual se pueden generar modelos tridimensionales a través de vectores con una herramienta llamada Bevel Plus, la que permite extruir el vector al tamaño que uno desea. El inconveniente con este método es que no genera el detalle deseado y el modelo aparece demasiada plana a la vista.



**Figura 38-2:** Interfaz de Maya, utilización de Bevel Plus en vector.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



**Figura 39-2:** Resultado modelo generado con Bevel Plus.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

### ***2.1.9 Modelos***

De acuerdo a la experimentación los modelos se bocetaran teniendo en cuenta la clasificación y el nivel de mercado que puedan llegar a tener los diseños realizados así como la necesidad del cliente y, con los datos obtenidos de la evaluación a profesionales de las posibles fallas para mejorarlas y así obtener un diseño y un tallado de mayor calidad y detalle, utilizando el software de generación de relieves artcam.



**Figura 40-2:** Modelo de adorno de fitaria con adornos de hojas.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.



**Figura 41-2:** Modelo de adorno de hojas de laurel.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.



**Figura 42-2:** Modelo de adorno fitaria (rosetón), adorno de hojas.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.



**Figura 43-2:** Modelo de escultura religiosa (virgen).

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.



**Figura 44-2:** Modelo de escultura religiosa (ángel).

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.





**Figura 45-2:** Modelo de adornos de fitaria y hojas de olivo.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.



**Figura 46-2:** Modelo de adorno de hojas.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

### ***2.1.10 Verificación***

Todos los modelos generados una vez aprobados y corregidos con todas las indicaciones y especificaciones de acuerdo a la evaluación a posibles usuarios, podemos realizar una verificación objetiva y, verificar si existe un cambio en los diseños y en el nivel de tallado.

Sin dejar a un lado el análisis económico para evitar posibles desviaciones sobre precios objetivos del producto obtenido.

### ***2.1.11 Solución***

Utilizar las cuchillas adecuadas para que el tamaño del material no influya en el nivel de detalle del tallado de la escultura, todo esto con un diseño adecuado más simétrico y con referencia a la utilización de la misma escultura.

## CAPÍTULO III

### 3. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE PARA MODELADO DE RELIEVES 3D ARTCAM

#### 3.1 Beneficios del software ArtCam

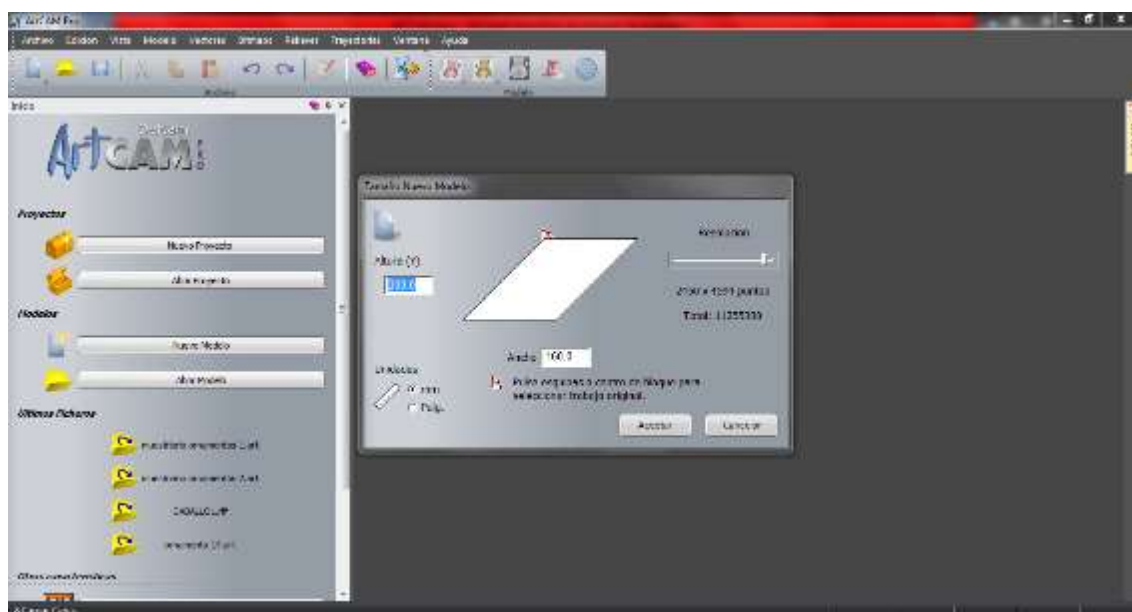
La utilización de este software es beneficioso debido a que se puede obtener una licencia de la página oficial de Autodesk y descargarlo y, representa una alternativa económica fiable para el propietario del local comercial.

Además posee diversas herramientas de modelado e implementación de vectores, así como generación de relieves a partir de una imagen, con esto el tiempo en que se puede generar un objeto 3d personalizado para el tallado es corto.

#### 3.2 Utilización del software

##### 3.2.1 Inicialización en el software Artcam

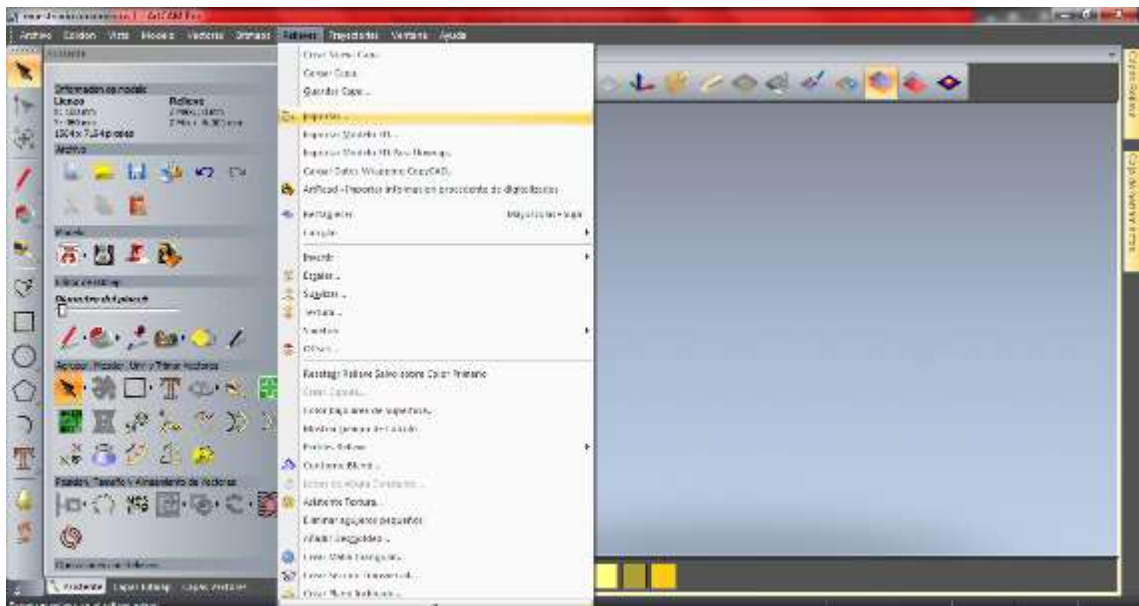
**Paso 1.** Seleccionamos en el escritorio de nuestro ordenador el software Artcam y seleccionamos nuestro modelo ya generado o uno nuevo.



**Figura 1-3:** Inicialización del software, paso 1.

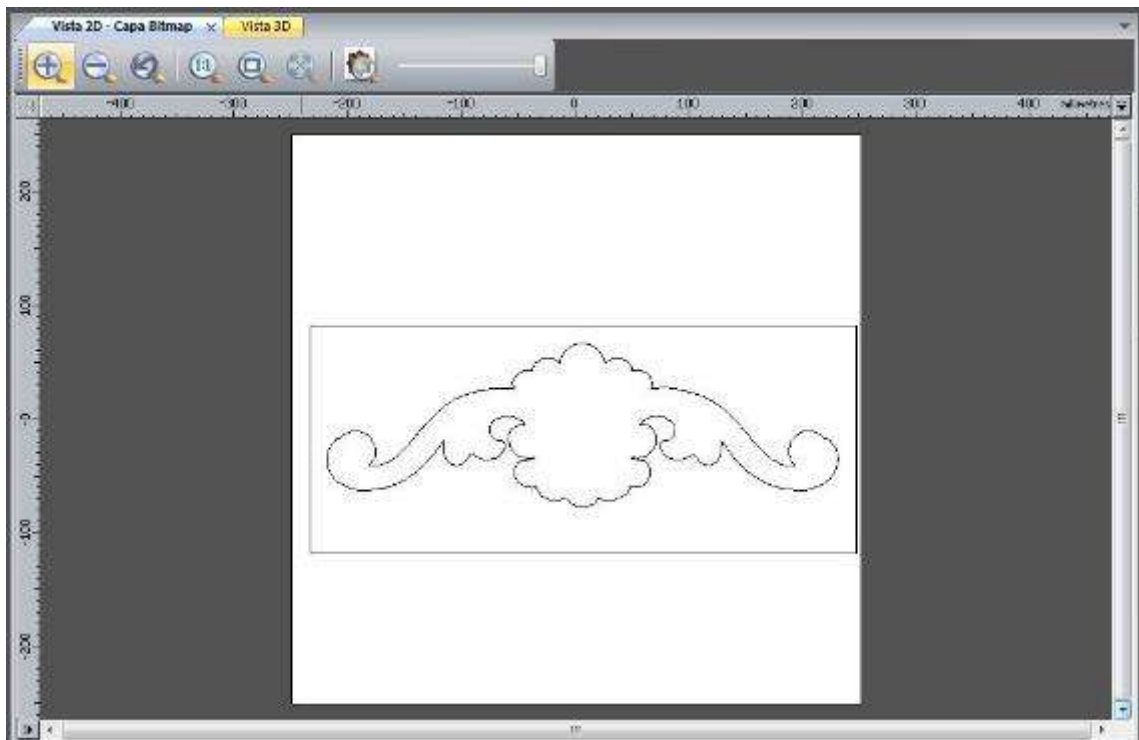
**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

**Paso 2.** Seleccionamos la herramienta relieves e importamos el objeto ya vectorizado realizado en adobe illustrator o cualquier programa similar.



**Figura 2-3:** Inicialización del software, paso 2.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.



**Figura 3-3:** Vector realizado en Artcam o Illustrator.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

**Paso 3.** Una vez importado el vector se procede a generar el objeto 3d, y se suaviza el modelo para que los detalles sean más visibles y tengan un mejor aspecto en el tallado.



**Figura 4-3:** Inicialización del software, paso 3.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

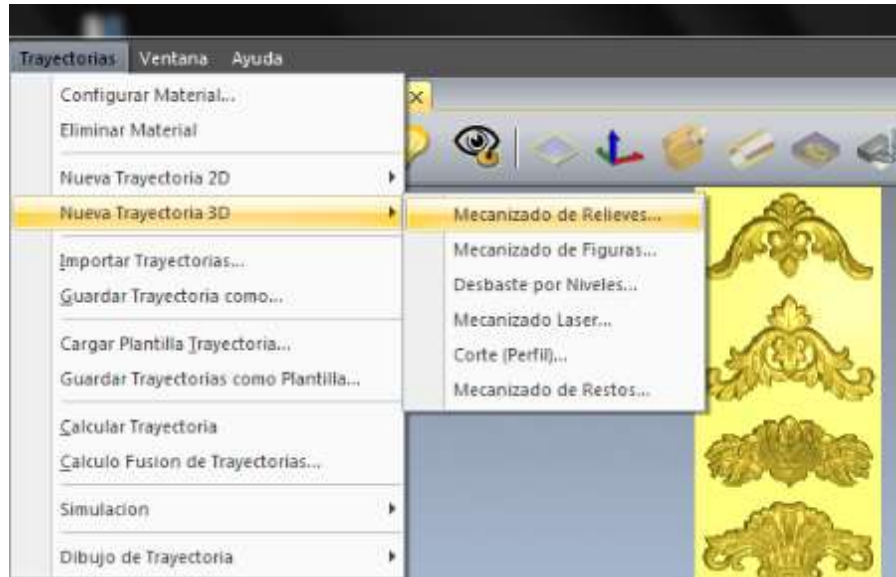
**Paso 4.** Luego del suavizado se colocan los modelos que el usuario requiera en el espacio de trabajo, ajustando tamaño requerido y la profundidad del detalle.



**Figura 5-3:** Inicialización del software, paso 4.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

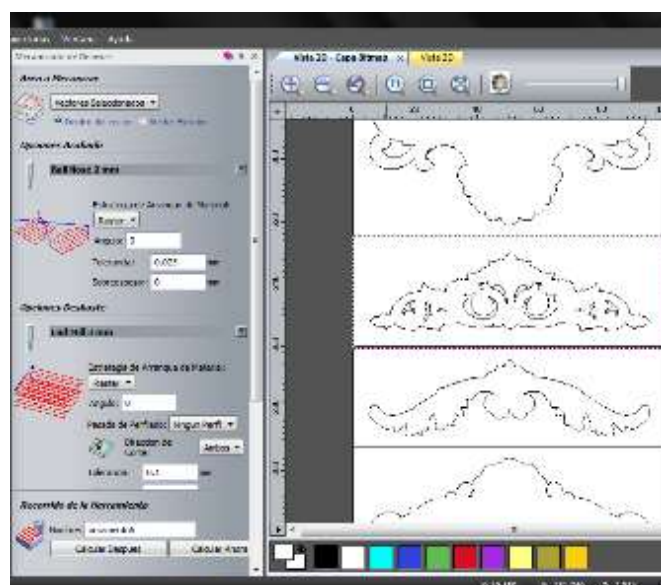
**Paso 5.** Una vez colocados los objetos seleccionamos la herramienta trayectorias, la cual la utilizamos para realizar el trazo de las cuchillas sobre el material.



**Figura 6-3:** Inicialización del software, paso 5.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

**Paso 6.** En la pestaña de mecanización de relieves se procede a seleccionar el tipo de cuchilla según el material a utilizar, se selecciona dos cuchillas para acabados y para el desbaste. Esto proporciona que al manejar las opciones de las cuchillas haya un mejor rendimiento en el tallado del relieve.



**Figura 7-3:** Inicialización del software, paso 6.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

De acuerdo a la base de datos de herramientas de la máquina se seleccionan los valores adecuados para cada uno de los materiales.

Parámetros para el desbaste.

<b>MADERA</b>	<b>DIAMETRO CUCHILLA</b>	<b>VELOCIDAD (RPM)</b>	<b>PASO TRANSVERSAL</b>	<b>PROFUNDIDAD DE CORTE</b>
<b>Cedro</b>	3 mm	20 %	1.200 mm	2.000 mm
<b>Pino</b>	3 mm	15 %	1.200 mm	2.000 mm
<b>Laurel</b>	3 mm	15 %	1.200 mm	1.500 mm
<b>MDF</b>	3 mm	10 %	1.400 mm	2.000 mm
<b>Chuncho</b>	3 mm	15 %	1.200 mm	2.000 mm

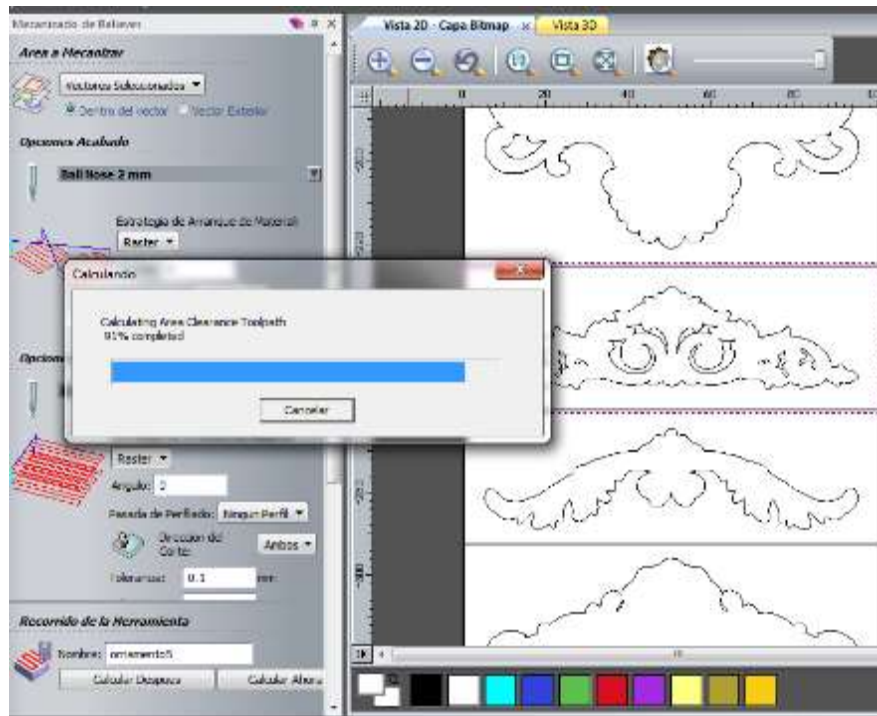
<b>MÁRMOL</b>	<b>DIAMETRO CUCHILLA</b>	<b>VELOCIDAD (RPM)</b>	<b>PASO TRANSVERSAL</b>	<b>PROFUNDIDAD DE CORTE</b>
<b>Nacional</b>	6 mm	15 %	1.800 mm	2.200 mm
<b>Italiano</b>	6 mm	10 %	1.400 mm	2.200 mm

Parámetros para el acabado.

<b>MADERA</b>	<b>DIAMETRO CUCHILLA</b>	<b>VELOCIDAD (RPM)</b>	<b>PASO TRANSVERSAL</b>	<b>PROFUNDIDAD DE CORTE</b>
<b>Cedro</b>	2 mm	15 %	0.240 mm	1.000 mm
<b>Pino</b>	2 mm	15 %	0.240 mm	1.000 mm
<b>Laurel</b>	2 mm	15 %	0.300 mm	1.500 mm
<b>MDF</b>	2 mm	10 %	0.300 mm	1.500 mm
<b>Chuncho</b>	2 mm	15 %	0.240 mm	1.000 mm

<b>MÁRMOL</b>	<b>DIAMETRO CUCHILLA</b>	<b>VELOCIDAD (RPM)</b>	<b>PASO TRANSVERSAL</b>	<b>PROFUNDIDAD DE CORTE</b>
<b>Nacional</b>	3 mm	15 %	0.300 mm	2.200 mm
<b>Italiano</b>	3 mm	15 %	0.300 mm	2.200 mm

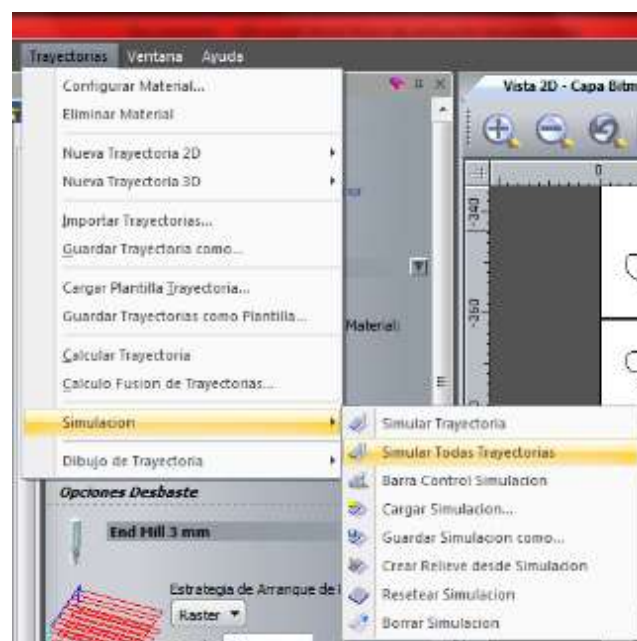




**Figura 8-3:** Cálculo de área de trabajo.

Realizado por: Bastidas, José; 2018.

**Paso 7.** Luego de hacer el cálculo de la trayectoria de las cuchillas, seleccionamos la opción de simulación. Esta opción nos permite observar si las cuchillas seleccionadas para desbaste y acabado son las correctas y al mismo tiempo, observar si no hay fallas en el modelado al momento de la simulación.



**Figura 9-3:** Inicialización del software, paso 7.

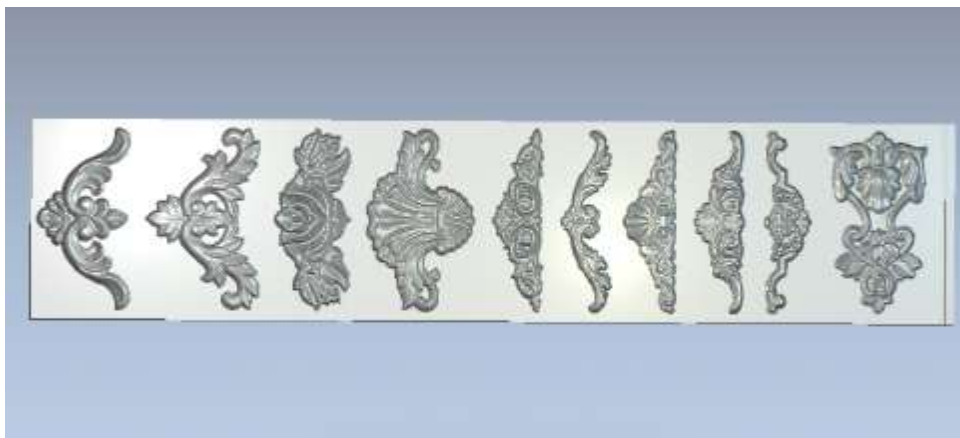
Realizado por: Bastidas, José; 2018.



### 3.2.2 Resultado de la simulación de trayectoria 3D

El resultado de la trayectoria nos muestra en tiempo real como quedará nuestro modelo de relieve realizado, aquí se podrán observar varias cosas:

- Nivel de detalles de los modelos 3d
- Fallas del modelado
- Verificación de trayectorias adecuadas
- Si el tamaño del modelado es adecuado.



**Figura 10-3:** Simulación de trayectoria 3D.

**Realizado por:** Bastidas, José; 2018.

### 3.3 Resultados obtenidos

Al implementar el software de generación de relieves 3D artcam, se obtiene un resultado eficiente en el momento de utilizar el programa, esto quiere decir que el desarrollo y la generación de modelos 3d para ser tallados se lo realiza en menor tiempo.

Por otro lado para garantizar un trabajo de calidad se debieron utilizar ciertos aspectos como el nivel de profundidad y el diámetro de las cuchillas, de las cuales se obtiene el nivel de detalle requerido por parte del cliente.

Para un mejor rendimiento de las cuchillas y apreciación del detalle del modelo 3d, se debieron conocer que tipos de materiales son los más adecuados para el proceso de tallado, de los cuales se constató que el pino rígido, el ciprés y el mármol italiano son los mejores elementos para el tallado en router cnc. Al implementar un diámetro menor en las cuchillas es decir de 6 mm a 2 mm se obtuvo un mejor detalle del modelo 3d.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a la investigación el tipo de esculturas de mayor demanda son la escultura ornamental utilizada en decoración de interiores la cual posee mayor detalle en el diseño, la escultura religiosa que posee menor detalle en el diseño y se la utiliza en mayor parte en la realización de lápidas, y considerando la clasificación de las esculturas ornamental y religiosa para su posterior diseño.
- El procedimiento más adecuado para realizar un modelo 3D de escultura ornamental y religiosa es, a través de la escultura digital utilizando el software de generación de relieves Artcam, el cual permite al usuario reducir tiempo y costos en la generación del diseño.
- La galería de los diseños de escultura ornamental y religiosa, permiten al cliente obtener una visualización del detalle que posee cada escultura y si dichas esculturas son estéticas a la vista.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar el material adecuado para obtener mejores resultados, así el producto obtenido tendrá mayor acogida en el mercado.
- Dados los múltiples usos del tallado en madera y en mármol, se sugiere adquirir diversas cuchillas para realizar distintos niveles de detalle en el material.
- Tener presente el tamaño y la simetría de las esculturas al momento de diseñarlas para que su visualización sea mucho más estética y al momento de generar el modelo 3D de cuidar los aspectos del suavizado del modelado, esto ayudará a que la escultura no tenga detalles rústicos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ANDRADES, F.** *Esculturas de estuco* [blog]. 2016. [Consulta: 25 de mayo]. Disponible en: <http://esculturaandaluza.blogspot.com/p/estuco.html>
2. **ARQHYS.** *Tipos de esculturas* [en línea]. Diciembre 2016. [Consulta: 26 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=fXRck51OIY8>
3. **ARTEESPANA.** *Escultura egipcia* [en línea]. España: noviembre 2006. [Consulta: 09 de mayo 2018]. Disponible en: <https://www.arteespana.com/esculturaegipcia.htm>
4. **ARTEGUIAS.** *Escultura romana* [en línea]. España: enero 2008. [Consulta: 13 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.arteguias.com/esculturaromana.htm>
5. **BAZIN, G.** *Historia de la escultura mundial*. Barcelona-España: Blume, 1972, pp. 9-11, 23-30, 36-48, 95-98.
6. **BETANCOURT, A.** *Escultura del Paleolítico* [blog]. 11 de abril 2013. [Consulta: 02 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://historiadelartelaensenanza.blogspot.com/2013/04/escultura-del-paleolitico.html>
7. **BETANCOURT, A.** *Escultura en la Roma antigua* [blog]. 18 de mayo de 2013. [Consulta: 13 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://historiadelartelaensenanza.blogspot.com/2013/05/escultura-en-la-roma-antigua.html>
8. **CAÑETE, M.** *La escultura en el Paleolítico* [blog]. 17 de junio 2012. [Consulta: 02 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://acercatealassociales.blogspot.com/2012/06/la-escultura-en-el-paleolitico.html>
9. **CRESCO FAJARDO, J.** *Fuentes teóricas sobre la figura humana en la escultura (De la antigüedad al barroco)*. Málaga-España: Eumed.net, 2014, pp. 12-13.
10. **CRUTHERS, A.** *Cualidades de las esculturas en marfil* [en línea]. 01 de febrero 2018. [Consulta: 27 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.geniolandia.com/13093678/cualida-des-de-las-esculturas-de-marfil>

11. **DEFINISTA.** *Concepto de escultura* [en línea]. 2011. [Consulta: 01 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/escultura/>
12. **DONG, W., GIBSON, K.** *Arquitectura y diseño por computadora*. México: McGraw-Hill, 2000, pp. 2-6, 14-25.
13. **ESCULTURAHISPANA.** *Tipos de escultura* [blog]. 16 de diciembre de 2015. [Consulta: 19 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://esculturizante.blogspot.com/2015/12/tipos-de-escultura.html>
14. **EXPRESSAN.** *El hormigón como material escultórico* [en línea]. 08 de enero de 2016. [Consulta: 29 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.expressan.com/hormigon-escultura/>
15. **HEARD HAMILTON, G.** *Pintura y escultura en europa: 1880-1940*. Harmondsworth-Inglaterra: Penguin Books, 1972, pp. 154-163, 528-533.
16. **HERRERA, B.** *Técnicas para esculpir* [blog]. 30 de noviembre de 2014. [Consulta: 22 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://todoartistica.blogspot.com/2014/11/tecnicas-para-esculpir.html>
17. **HILDA.** *El helenismo* [blog]. 17 de diciembre 2006. [Consulta: 11 de mayo 2018]. Disponible en: <https://www.laguia2000.com/edad-antigua/el-helenismo>
18. **JORQUERA ORTEGA, A.** *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Madrid-España: Ministerio de educación, cultura y deporte de España, 2017, pp. 16-17.
19. **KUSPIT, D.** *Arte digital y videoarte. Transgrediendo los límites de la representación*. Madrid-España: Ediciones pensamiento, 2006, pp. 109-110.
20. **LASSO, S.** *Escultura griega clásica* [en línea]. 02 de noviembre de 2016. [Consulta: 10 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.aboutespanol.com/escultura-griega-clasica-179955>
21. **LÓPEZ PAREJO, A., HERRERA RIVAS, C.** *Introducción al diseño*. Málaga-España: Vértice, 2008, pp. 278-281.
22. **LOZANO FUENTES, J.** *Historia del arte*. 24ª ed. México: Continental, 2003, pp. 31-32.

- 23. MECANIZADO.** *Introducción a la tecnología CNC* [en línea]. 28 de diciembre 2015. [Consulta: 02 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- 24. MEDRANO, M.** *Escultura helenística: una revolución estética y conceptual* [blog]. 14 de julio de 2014. [Consulta: 12 de mayo 2018]. Disponible en: <https://manuelmedrano.wordpress.com/2014/07/14/escultura-helenistica-una-revolucionestetica-y-conceptual/>
- 25. MIDGLEY, B.** *Guía completa de escultura, modelado y cerámica técnicas y materiales*. Madrid-España: Blume, 1982, pp. 8-28, 54-70, 76-79, 96-101, 112-115, 118-121, 140-142, 160-162. 168-170.
- 26. MOLANO, A.** *Escultura digital, obras en movimiento* [en línea]. 28 de noviembre de 2012. [Consulta: 30 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://colombiadigital.net/actualidad/experiencias/item/4124esculturadigitalobrasenmovimiento.html>
- 27. MUSEOAROCENA.** *Esculturas de marfil en la colección Arocena* [en línea]. 2015. [Consulta: 27 de mayo 2018]. Disponible en: <http://www.museoarocena.com/2015-04-15-05-24-08/ultramar>
- 28. NAVARRO LIZANDRA, J.** *Taller de expresión tridimensional*. Madrid-España. Universitat Jaume I, 2010, pp. 10-14.
- 29. PABLO.** *Tipos de esculturas* [en línea]. Septiembre 2015. [Consulta: 18 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://10tipos.com/tipos-de-esculturas/>
- 30. PISCHEL, G.** *Historia universal del arte 1*. Barcelona-España: Noguer, 1967, pp. 9-12, 46-47, 87-90, 102-108, 122, 128-129, 143-147.
- 31. RODRIGUEZ GONZALES, M.** *Técnicas de escultura: desde el pulido al modelado* [en línea]. 06 de noviembre de 2016. [Consulta: 24 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.doradormanuelr.com/tecnicas-de-escultura/>
- 32. SIGNIFICADOS.** *Significado de alto relieve* [en línea]. 08 de marzo de 2018. [Consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.significados.com/alto-relieve/>

- 33. SMITH, SCARLETH.** *La escultura griega en el periodo clásico* [blog]. 17 julio de 2012. [Consulta: 11 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://lasabiduriadegrecia.blogspot.com/2012/07/esculturagriegaenelperiodoclasico.html#.W8UkX85KjIV>
- 34. TIPOSDE.** *Tipos de esculturas* [en línea]. Septiembre 2016. [Consulta: 18 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.tiposde.com/esculturas.html>
- 35. TIPOSDEARTE.** *Definición de la escultura del período moderno y postmoderno* [en línea]. 18 diciembre 2017. [Consulta: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://tiposdearte.com/de-finicion-de-la-escultura-del-periodo-moderno-y-postmoderno/>
- 36. VALDEARCOS, E.** *El arte egipcio* [en línea]. 2007, pp. 2-3. [Consulta: 08 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://clio.rediris.es/n33/n33/arte/02Egipcio.pdf>
- 37. WARLETA, I.** *Escultura egipcia* [blog]. 29 de abril de 2009. [Consulta: 09 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://arteinternacional.blogspot.com/2009/04/escultura-egipcia.html>
- 38. WITTKOWER, R.** *La escultura procesos y principios*. 4ª ed. Madrid-España: Alianza forma, 1984, pp. 15-41, 285-312.
- 39. WONG, W.** *Fundamentos del diseño bi y tridimensional*. Barcelona-España: Gustavo Gili, 1991, pp. 102-105.

## ANEXOS

**Anexo A:** Muestra de escultura tallada en mármol italiano sombreado.



**Anexo B:** Muestras de diferentes tipos de mármol italiano.





**Anexo C:** Tallado de la escultura en relieve utilizando router CNC, en mármol nacional



**Anexo D:** Escultura de la virgen María, tallada en mármol italiano.



**Anexo E:** Render de escultura virgen María.



**Anexo F:** Ornamentos decorativos tallados en madera de pino.



**Anexo G:** Muestras de ornamentos decorativos tallados en madera de pino.

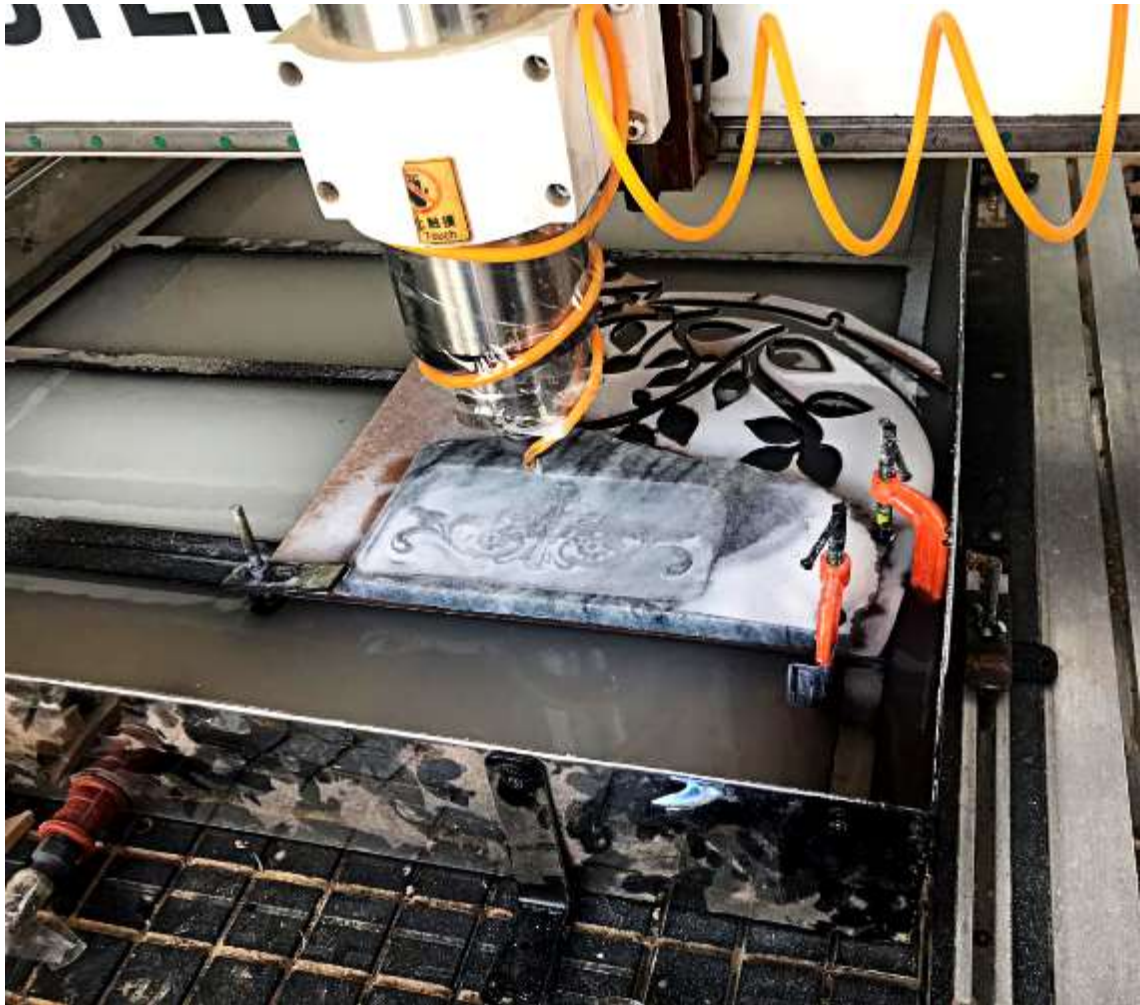


**Anexo H:** Trabajando con el router y mármol.





**Anexo I:** Router CNC trabajando en mármol nacional.



**Anexo J:** Ornamento para puerta hecho en madera de Chuncho.



**Anexo K:** Resultado de la escultura para lápida en mármol italiano.





**Anexo L:** Proceso de acabado.



**Anexo M: Resultado final.**





**Anexo N:** Escudo realizado en madera de Pigüi.



**Anexo Ñ:** Muestra de imagen utilizada en escultura fúnebre.

