

ESTUDIO BIOMIMÉTICO PARA LA GENERACIÓN DE TRAMAS APLICADO A UNA LÍNEA DE JOYERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
DISEÑADOR DE OBJETOS

AUTOR: JUAN ISRAEL PÉREZ SARMIENTO
TUTOR: DIS. ROBERTO LANDIVAR



CUENCA - ECUADOR
2018 - 2019

ESTUDIO BIOMIMÉTICO

PARA LA GENERACIÓN DE TRAMAS APLICADO

A UNA LÍNEA DE JOYERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

DISEÑADOR DE OBJETOS

AUTOR: JUAN ISRAEL PÉREZ SARMIENTO

TUTOR: DIS. ROBERTO LANDIVAR

CUENCA - ECUADOR

2018 - 2019

DEDICATORIA

Siempre me he sentido afortunado por el apoyo que me ha brindado mi familia a lo largo de mi carrera universitaria y es a ellos a quienes dedico este proyecto en especial a mis Padres que me han enseñado a no rendirme, a luchar por lo que quiero y lograr cumplir mis metas y sueños.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar en estas líneas mi más profundo y sincero agradecimiento, a todas las personas que han colaborado con la realización de este proyecto en especial a mi tutor Dis. Roberto Landívar quien ha sido un guía en este proceso y me ha brindado sus conocimientos.

Agradezco a Danilo Saravia por brindarme su apoyo en el transcurso de este año universitario, por motivarme a seguir con mi proyecto, y lograr cumplir la meta de graduarme.

También me gustaría agradecer a mi familia a mis hermanos pero sobre todo a mis padres Juan Y Carmen por la motivación y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi carrera universitaria, a mis amigos quienes me han levantado los ánimos para seguir luchando. A todos ellos muchas gracias

RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en el estudio de la forma, utilizando la biomimética como herramienta para analizar la morfología de los odonatos (Libélulas), consiguiendo así desarrollar y generar un módulo básico, con el cual se establecieron tramas que permitieron elaborar una línea de joyería basadas en libélulas recolectadas en la localidad, por lo cual se usaron conceptos como entomología, diseño modular, diseño paramétrico. De manera que se consiguió obtener una línea de joyería basada en el estudio de las alas de los odonatos, que dieron como resultado un patrón voronoi que puede ser aplicado a una línea de joyería.

Palabras clave: naturaleza, diseño modular, morfología, diseño paramétrico, impresión 3D.

Biometrical Study to Generate Threads Applied to a Jewelry Line

Abstract

This project focused on the study of form using biometrics as a tool to analyze the morphology of odonata (dragon fly). It was developed a basic module composed of threads that allowed to elaborate a line of jewelry based on dragon flies collected in the area. To achieve this, concepts as entomology, modular design, and parametric design were used to obtain a jewelry line based on the study of odonata's wings that resulted in a Voronoi pattern that could be applied to a jewelry line.

Key words: nature, modular design, morphology, parametric design, 3D print, odonata.

Juan Israel Pérez
Student



Roberto Ladívar, Des.
Thesis Supervisor

OBJETIVO GENERAL

Realizar una investigación morfológica de la forma de los Odonatos (Libélulas), para así generar módulos que a través de un motivo gestor permitan ser aplicados a una línea de joyería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

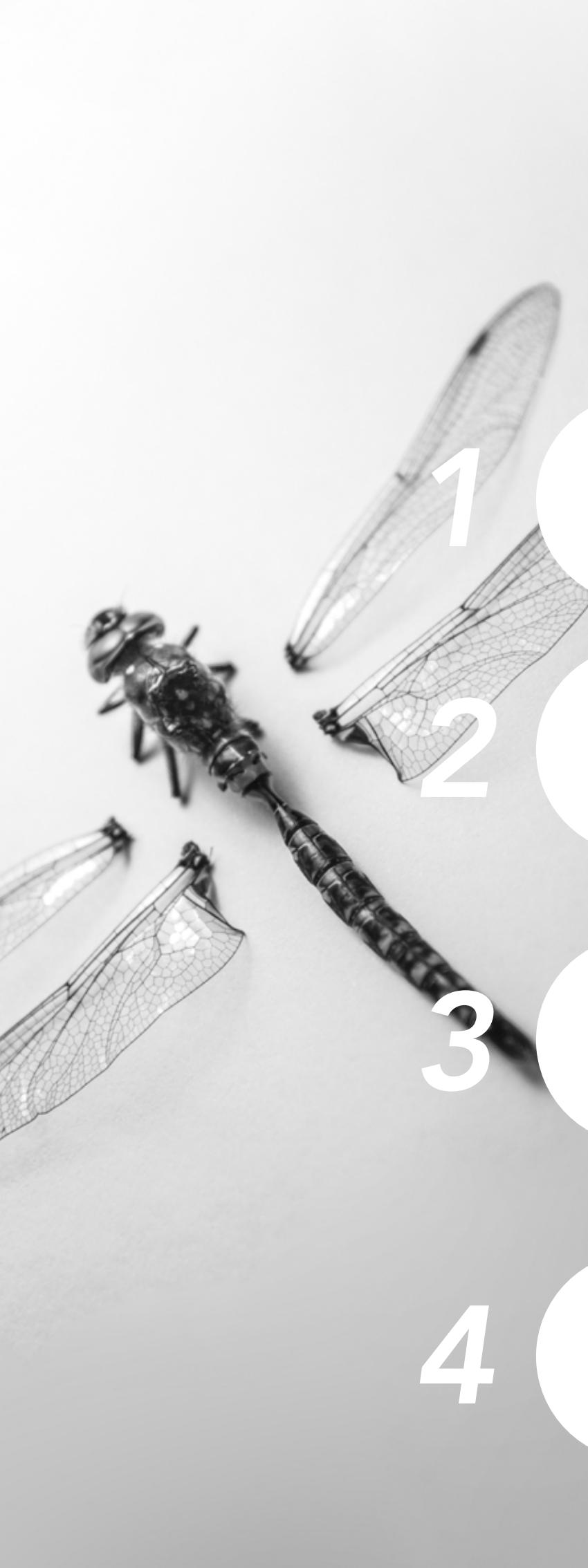
Este proyecto busca conocer los conceptos básicos de la biomimética y utilizarlos para el estudio morfológico y anatómico de insectos que permita desarrollar formas que pueden ser aplicadas en diseño.

Analizar y estudiar a los distintos insectos para adecuar sus características morfológicas anatómicas para proponer un patrón base.

Generar y producir un elemento estructural y funcional mediante la reinterpretación morfológica del motivo gestor, partiendo de los rasgos más predominantes de los Odonatos (Libélulas) para ser aplicados en joyería.

ALCANCES

Partiendo de un módulo gestor se presentara una línea de joyería que a la morfología de las libélulas.



Dedicatoria
Agradecimientos
Resumen
Abstract
Objetivos
Índice de contenidos
Índice de imágenes

CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Introducción	11
1.2 ¿Qué es biomimética?	12
1.3 Antecedentes Históricos de Biomimética	14
1.4 Metodologías de Biomimética	17
1.5 Estados de Arte	18
1.5.1 Nervous System	18
1.5.2 Joyas Inteligentes Inspiradas en insectos	19
1.5.3 Doug Bucci (Joyería)	19

PLANIFICACIÓN

2.1 Introducción	29
2.2 Marco Teórico	30
2.2.1 Entomología	30
2.2.2 Definición del grupo Odonato	31
2.2.3 Morfología de los Odonatos	32
2.3 Diseño Modular	33
2.3.1 Introducción al Diseño Modular	33
2.4 Diseño Paramétrico	34
2.4.1 Diagrama Voronoi	34
2.5 Conclusión	35

PROCESO CREATIVO

3.1 Perfil de Usuario	37
3.2 Partidos de Diseño	38
3.2.1 Partido Formal	38
3.2.2 Partido funcional	38
3.2.3 Partido tecnológico	40
3.3 Resultado de los patrones	42
3.4 Propuesta seleccionada	43
3.5 Ideación	43
3.6 Documentación técnica	45
3.6.1 Aretes Voronoi	45
3.6.2 Anillo Voronoi	47
3.6.3 Pulsera Voronoi	49
3.6.4 Colgante Voronoi 51	51
3.7 Renders del Producto Final	52

RESULTADOS

4.1 Documentación Técnica	57
4.2 Costos de Línea de Joyería	57
4.2.1 Costos Anillo Voronoi	58
4.2.2 Costos Aretes Voronoi	60
4.2.3 Costos Colgantes Voronoi	62
4.2.4 Costos Pulsera Voronoi	64
4.3 Impresión 3D	66

1.5.4 Stereometric System	20
1.5.5 Las Matemáticas son una Joya	20
1.6 Homólogos	21
1.6.1 Bosco Verticale (Milán)	21
1.6.2 Gherkin Tower (Londres)	22
1.6.3 Farolas Biomiméticas (Barcelona)	23
1.6.4 Biocostura	24
1.6.5 Vacunas Biomiméticas	25
1.7 Introducción; Ecuador País Mega Diverso	26
1.8 Ecuador País Mega Diverso	26
1.9 Conclusión	27

4.4 Armado de árbol	67
4.5 Proceso de Casting	68
4.6 Tabla de Validación	69
4.7 Conclusión Final	70
4.8 Bibliografía	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

- FIG 01 Estructura Concéntrica de Corteza de Árbol
- FIG 02 Bosque Templado Instituto Biomimetic
- FIG 03 Codice sobre vuel de aves - Leonardo Da Vinci
- FIG 04 Palacio de Cristal 1851
- FIG 05 Hermanos Wrigght
- FIG 06 Elaine L. Bearer and Russell E.
- FIG 07 George de Maestral
- FIG 08 Otto Smith
- FIG 09 Eastgate Centre / Mandy Patter
- FIG 10 Innovation Inspired by Nature. Janine Benyus.
- FIG 11 Janine Benyus
- FIG 12 Nervous System
- FIG 13 Boceto de insecto
- FIG 14 Joyería biológica
- FIG 15 Anillo paramétrico
- FIG 16 Hombreira Nora Fok
- FIG 17 Edificio Bosco Verticale
- FIG 18 Estadio Nido de Pájaro
- FIG 19 Farolas Biomiméticas
- FIG 20 Sketch Biocostura
- FIG 21 Vacuna Bionmimética
- FIG 22 Odonato Libelula
- FIG 23 Alas Libélula
- FIG 24 Fotografía Juan Pineda
- FIG 25 Fotografía Juan Pineda
- FIG 26 Fotografía Juan Pineda
- FIG 27 Joyería Modular
- FIG 28 Joyería Paramétrica
- FIG 29 Fotografía Juan Pineda
- FIG 30 Perfiles de usuarios
- FIG 31 Libélula Naturaleza

1ER

CAPÍTULO

CONTEXTUALIZACIÓN



1.1 INTRODUCCIÓN A LA BIOMIMÉTICA

La biomimética es un nuevo lenguaje que nos permite preguntar a la naturaleza. Las soluciones más elegantes, eficientes y sostenibles a muchos de los problemas humanos fueron creadas hace miles de millones de años. Inspirándonos en las estrategias y modelos de éxito desarrollados por la vida en su empeño por seguir viva, descubriremos un potencial inagotable para hacer frente a la complejidad desde la máxima simplicidad. Donde hay vida hay inteligencia, sólo tenemos que aprender a traducir los patrones del diseño natural al diseño humano para crear las soluciones más elegantes, eficientes y sostenibles.

Individualmente, los seres humanos también somos inteligentes pero colectivamente hemos creado enormes problemas para las generaciones futuras. Afortunadamente, la naturaleza está aquí para ayudarnos. Aprendiendo de ella seremos capaces de crear conceptos, procesos y productos que se adapten bien a la vida en la tierra a largo plazo.



FIG 1

La biomimética es la disciplina que nos permite traducir entre el diseño humano y el natural. Es una rama de la ciencia y una metodología de diseño, pero también un posicionamiento ante la naturaleza, una manera de valorar la biodiversidad y, por encima de todo, una toma de conciencia de la importancia de la vida. (Biomimetics Sciences Institute, 2017)

1.2 APORTACIONES DE LA BIOMIÉTICA

La humanidad ha alcanzado un punto en su evolución. El incremento a una tasa exponencial de la población, el consumo excesivo de los recursos no renovables, la acumulación de desechos muchos de ellos tóxicos y la desigualdad en la distribución de recursos entre países y en las comunidades que los construyen, sumado a nuestros hábitos, que no son sustentables nos han llevado a un nivel límite de tolerancia de la naturaleza.

La sustentabilidad es un proceso dinámico que podría permitir que los individuos desarrollen todo su potencial evolutivo, mejorando la calidad de vida mediante conductas que preserven los sistemas que soportan la vida en la Tierra.

Por medio de la evolución, los sistemas biológicos han experimentado diversos tipos de soluciones ante los desafíos que implican la supervivencia de las especies. La naturaleza en forma continua realiza experimentos donde se evidencia la presencia de elementos distintivos propios de la física, la química, la mecánica, la ciencia de los materiales, los sistemas cibernéticos de control metabólico por retroalimentación, el desarrollo de sensores que exploran el

entorno y muchos otros aspectos que nosotros reconocemos como campos afines a las ciencias básicas y a la ingeniería.

Los procesos de la naturaleza también involucran el escalamiento desde un nivel nano y micro hasta lo macro. Los sistemas vivientes archivan los registros de toda esta información mediante en código genético que se transmite de una generación a otra.

Desde los primeros tiempos de la humanidad la emulación de la naturaleza nos ha servido como una estrategia de supervivencia. Es extensa la lista de casos en la que ingenieros, arquitectos, científicos, artistas y diseñadores han basado su inspiración en la naturaleza, no solo por la búsqueda de la belleza sino también explorando las diversas cualidades que muestran sus estructuras y materiales, la eficiencia de sus procesos y la posibilidad de aprovechar los recursos que se encuentran a su disposición en el entorno logrando optimizar sus funciones y orientando su búsqueda hacia nuevas fuentes de energía y el desarrollo de productos innovadores.

(Muñiz, 2017, pág. 2)



FIG 2



1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Mediante una línea de tiempo se explicaran los antecedentes históricos de la biomimética.



FIG 3 Codice Sobre Vuelo de las Aves Leonardo Da Vinci

Los antecedentes históricos del uso de la biomimética se remontan entre el 14 de marzo y el 15 de abril de 1505 cuando Leonardo Da Vinci fue el primero en realizar bocetos sobre la idea de que el hombre pueda volar. El Códice es un registro en el que Leonardo da Vinci observa y detalla, la relación entre el viento y el ascenso, descenso de las aves, y la invención de máquinas voladoras pilotadas por seres humanos, escribiendo sin saberlo los principios de la aviación.



FIG 4 Palacio de Cristal 1851

El siguiente suceso histórico se da en Londres en el año de 1851 con "La Gran Exposición de Londres" donde el paisajista Joseph Paxton construye el palacio de Cristal inspirado en la hoja de la flor de lirio, que distribuye el agua de una manera tal que impide que esta se rompa.



FIG 5 Hermanos Wright. Primer Vuelo 1903

Más tarde en el año 1903 el avión de los hermanos Wright inspirado en como las aves usan las corrientes de aire, lo hermanos Wright diseñan un avión que levanta vuelo en menos de un minuto.



FIG 6 Elaine L. Bearer and Russell E. Jacobs at Marine Biological Laboratory, Woods Hole

En el año 1934 Otto Schmitt diseña un circuito eléctrico basado en los impulsos nerviosos del calamar.

BIOMIMÉTICA

LÍNEA DE TIEMPO

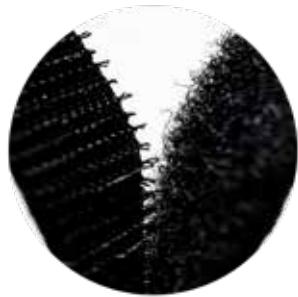


FIG 7
us.toluna.com

En 1955 El ingeniero suizo George de Mestral patenta el velcro, después de ver como su perro queda cubierto de semillas espinosas durante una jornada de caza.



FIG 8
writeopinions.com

En 1969 por primera vez el biofísico Otto Schmitt usa por primera vez el término biomímesis en el congreso de Biofísica de Boston.



FIG 9 Eastgate Centre /
Mandy Patter

En 1996 el arquitecto Mick Pearce diseña el centro comercial Eastgate inspirado en los montículos en donde viven las termitas que tienen la especialidad de que están construidas de tal manera que se auto refrigeran, reduciendo los costos en el aire acondicionado.

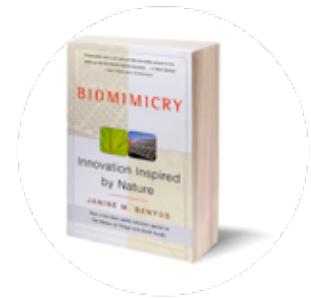


FIG 10 Innovation Inspired
by Nature. Janine Beyus

En 1997 Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Publicado por la científica y escritora Janine Beyus, una de las mayores influencias en la biomimética; el libro expone cómo la biomimesis es la solución a los problemas medioambientales actuales. (Timetoast, 2019)

En la década de los años noventa Janine Benyus publica por primera vez un libro en el que detalla cómo usar a la naturaleza para la solución de problemas de los seres humanos. En la *Biomimética*. Ella dice que es una disciplina emergente que emula los diseños y procesos de la naturaleza para crear un planeta más saludable y más sostenible. Desde el lanzamiento de su libro en el año 1997, Janine ha evolucionado la práctica de la biomimética, hablando alrededor del mundo sobre lo que podemos educarnos del genio que nos rodea.

En el año 2006 fue la cofundadora del Instituto de Biomimética, una organización sin fines de lucro dedicada a hacer de la biología una parte natural del proceso de diseño. El Instituto presenta desafíos anuales de diseño de biomimética global sobre conflictos de sostenibilidad grandes, movilizando a decenas de miles de estudiantes y expertos a través de la Red Global de Biomimetismo para solucionar esos desafíos, ofreciendo a estos profesionales una base de datos de inspiración biomimética la más completa del mundo, AskNature, para utilizar como un lugar de partida. (Institute, 2019)



FIG 11 Janine Benyus, fundadora del Instituto de Biomimética

1.4 METODOLOGÍAS DE BIOMIMÉTICA

Según Lodato hay una primera aproximación a la metodología de diseño por cómo se desarrollan los proyectos biónicos, una observación de cómo es la aplicación biónica establece la relación entre la naturaleza y el proyecto de diseño. Establece cinco categorías principales, que se enumeran a continuación:

- Imitación completa: Imitación completa: un objeto, material o estructura que es idéntico al ser vivo. Por ejemplo las maquinas voladoras de Leonardo.
- Una imitación parcial: la versión modificada de un producto natural. Por ejemplo, la estructura de la escama de la piel de tiburón para reducir la fricción con el agua, o la caña de bambú y las estructuras de hormigón armado.
- Sin parecido biológico: la imitación funcional. Por ejemplo, el perfil del ala de los pájaros y aviones o los "winglets" aletas estabilizadoras en los extremos de las alas.
- Abstracción: la utilización de un mecanismo aislado. Por ejemplo los caparzones de algunos animales que tienen composiciones multicapa.

- Inspiración: el desencadenante de la creatividad. Por ejemplo, estructuras como las del "Crystal Palace" diseñado por Joseph Paxton, basadas en las nervaduras del reverso la hoja del nenúfar que le dan estructura y flotabilidad.

Además de esta clasificación también propone una metodología básica en la que se definen los procesos de diseño biomimético, y lo divide en cuatro fases:

- Selección de las características del organismo vivo que superen las posibilidades tecnológicas actuales.
- Detectar y obtener los principios y los procesos que otorgan esa superioridad.
- Elaborar métodos y modelos para describir los sistemas biológicos en términos útiles para los diseñadores.
- Demostrar la viabilidad de traducir este conocimiento en un aparato seguro y eficaz. (Forniés, 2012, págs. 31 - 32)

1.5 ESTADOS DEL ARTE

1.5.1 Nervous System

Es un estudio de diseño generativo que trabaja en la intersección de la ciencia, el arte y la tecnología.

Fundada por Jessica Rosenkrantz y Jesse Louis-Rosenberg, Nervous System ha sido pionero en la aplicación de nuevas tecnologías en diseño, incluidos los sistemas generativos, la impresión 3D y WebGL. Nervous System lanza aplicaciones de diseño en línea que permiten a los clientes co-crear productos en un esfuerzo por hacer que el diseño sea más accesible. Estas herramientas permiten infinitas variaciones de diseño y personalización.

Los procesos naturales que producen formas complejas a partir de conjuntos de reglas simples e interacciones locales. Nuestros proyectos se centran en adaptar la lógica de estos procesos en herramientas computacionales; Lo hacemos traduciendo teorías científicas y modelos de formación de patrones en algoritmos para el diseño. Resumimos un fenómeno natural en un conjunto de reglas que especifican instrucciones discretas para que una computadora las lleve a cabo. Los sistemas de diseño que codificamos son generativos; No tienen un resultado fijo. En lugar de pensar en ellos como meras herramientas, los consideramos nuestro medio. Estos sistemas son materiales digitales con propiedades y comportamientos inherentes. (Rosenberg, 2016)

Los procesos y técnicas de construcción computarizadas para la fabricación de sus productos, como una herramienta ágil para plasmar el diseño de patrones y utilizar los distintos escenarios que la naturaleza brinda para generar nuevas formas que pudiesen ser aplicadas a productos.



FIG 12

1.5.2 Joyas inteligentes inspiradas en insectos

Luis Castaño estudiante de diseño industrial, utiliza distintos insectos para la generación de joyas inteligentes entre ellas gargantillas, anillos y artículos que incluyen dispositivos tecnológicos como bluetooth, forman parte de esta propuesta inscrita dentro de una tendencia conocida como Smart Jewelry, o "Joyería Inteligente" que alberga componentes para los más diversos usos, desde medir el pulso cardíaco hasta una estadística del estado de salud del usuario.

En su tesis de grado investigó la morfología, anatomía, color, y relación entre formas básicas de 14 insectos para desarrollar un manual de diseño a partir de la entomología, con ello generó una línea de joyas inteligentes; orientadas a diseñadores, artistas y arquitectos. (Castaño, 2018)



FIG 13

Este proyecto, plantea que mediante la investigación de diferentes insectos interpreta las características más relevantes para utilizarlas en la creación de nuevas formas que puedan ser aplicadas en distintas áreas del diseño.

1.5.3 Doug Bucci (Joyería)

Doug Bucci es un diseñador y educador en el campo de la Joyería. Su trabajo utiliza procesos digitales para explorar y mostrar los sistemas biológicos y el efecto de las enfermedades en el cuerpo.

Las tecnologías asistidas por computadora le permiten al fabricante ver y simular no solo datos, sino también patrones y formas celulares, que se pueden transformar en arte significativo, personal y portátil. Bucci ve su proceso digital como uno que permite una libertad creativa infundada en los métodos tradicionales hechos a mano. (Bucci, 2015)



FIG 14

Doug Bucci diseñador estadounidense que crea collares, brazaletes y otros objetos mediante tecnologías de impresión 3D. Utilizando diseño CAD para la creación de piezas complicadas de joyas impresas en 3D inspiradas en sistemas biológicos. Sus grandes collares impresos en 3D muestran la complejidad del diseño de sus patrones, y cómo logra convertirlos en piezas únicas mediante el análisis de las enfermedades que existen en el cuerpo humano.

1.5.4 Stereometric System

Es un estudio de arquitectura, diseño y manufactura, centrado en la comprensión de los resultados geométricos en la naturaleza, para el desarrollo de geometrías orgánicas artificiales, independientemente de la complejidad geométrica, el foco está en lo lógico orgánico, el sentido de forma, razón de su forma de ser. Gracias a la capacidad de abstracción y síntesis de la artificialidad, nuestro enfoque de diseño busca relegar la forma compleja detrás del significado y la inteligencia que la creación puede contener. Es de nuestro interés especial la exploración matemática de formas, a través de los campos de modelado digital, donde nuestros procesos de diseño y fabricación tienen control numérico, ya sea de manera computarizada y / o análoga. Los nuevos bordes tienen que ser reescritos por lo orgánico, las respuestas residen intrínsecamente en la naturaleza. (Cáceres, 2017)



FIG 15

Stereometric System Studio es un estudio enfocado en el entendimiento de lógicas orgánicas que se presentan en la naturaleza, entendiendo esto como campo de exploración geométrica y material. Para a través del diseño digital y las tecnologías de fabricación asociadas.

1.5.5 Las Matemáticas son una Joya

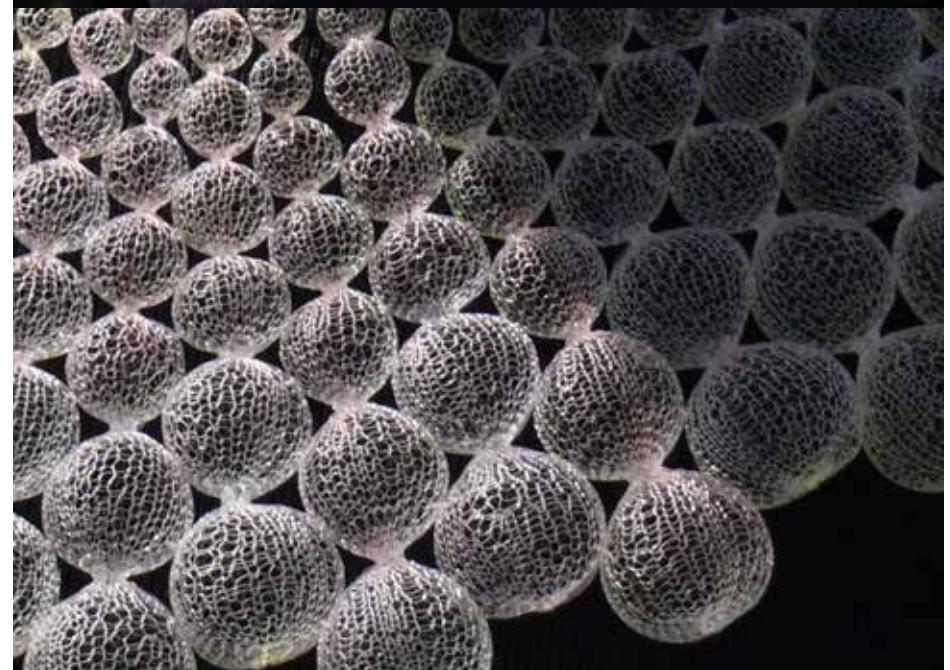
La diseñadora Nora Fok se inspira en la Naturaleza y en la ciencia para diseñar piezas con un alto voltaje poético.

El diseño de joyas no es una ciencia exacta. Pero hay quien se inspira en las matemáticas para crear piezas tan bellas que tienen todos los números para captar tu atención.

Desde su estudio en Hove, en la costa sudeste inglesa, Nora Fok diseña colecciones inusuales, con una gran carga poética y que beben de la Naturaleza. Pero, a diferencia de otros creadores, Nora no reproduce flores u hojas en sus joyas, sino que acude a los procesos que las hacen posibles, a los átomos y a las moléculas. (Fok, 2018)



FIG 16



1.6 HOMÓLOGOS

1.6.1 Bosco Verticale (Milán)

Fue inaugurado en octubre de 2014 en Milán, en la zona de Porta Nuova Isola, como parte de un proyecto de renovación más amplio dirigido por Hines Italia. El Bosque Vertical de Milán consta de dos torres de 80 y 112 metros, albergando 480 árboles grandes y medianos, 300 árboles pequeños, 11.000 plantas perennes y 5.000 arbustos. El equivalente - sobre una superficie urbana de 1.500 m² - es de 20.000 m² de bosques y vegetación.

El Bosque Vertical es un concepto arquitectónico que sustituye los materiales tradicionales en las superficies urbanas utilizando la

policromía cambiante de las hojas de sus paredes. El arquitecto biológico se basa en una pantalla de vegetación, la necesidad de crear un microclima y un filtro solar adecuado, y rechazar el estrecho enfoque tecnológico y mecánico con la sostenibilidad ambiental.

El bosque vertical aumenta la biodiversidad. Promueve la formación de un ecosistema urbano donde diversos tipos de plantas crean un ambiente vertical separad, pero que funciona dentro de la red existente, capaz de ser habitado por pájaros e insectos (con una estimación inicial de 1.600 ejemplares de aves y mariposas). De esta manera, constituye un factor espontáneo para repoblar la flora y fauna de la ciudad. (Stefano Boeri, 2014)

FIG 17



1.6.2 Estadio Olímpico Nacional de Beijing - China. El Nido de Pájaro

La sede está construida con mallas metálicas enlazadas entre sí, la cual hace ver como si fuera un nido de pájaros, este está cubierto de una almohadilla de Etiltetrafluoretileno que se enlaza al acero. La parte central del estadio posee un marco de concreto. En la estructura la parte superior del pie y el estadio es de acero se separan el uno del otro, pero ambos se basan en un conjunto de pie.

El techo está cubierto por una doble capa de membrana, en la cual una membrana transparente fija está en la parte superior del techo y la otra membrana translúcida esta fija en su parte inferior; también posee un techo acústico que se junta a las paredes laterales del anillo interior. La majestuosa obra quedará como un hito de la arquitectura moderna

y un gran legado olímpico.

El cuerpo principal de esta estructura tiene un diseño que duraría unos 100 años de vida útil. Es una colosal estructura de acero con 42,000 toneladas de peso, posee 333 metros de largo de norte a sur, 294 metros de ancho de este a oeste, y 69 metros de altura.

Esta estructura es capaz de resistir altas temperaturas como la de un fuego en su interior, y soportar fenómenos atmosféricos y de superficie como terremoto, con una capacidad de aguantar unos 8 terremotos de gran magnitud. Esta infraestructura a nivel deportivo es la más importante dentro de las edificaciones de Beijing, este plasma para mucho la relación entre ecología, ciencia y tecnología.

Esta posee en el techo un sistema de recuperación de agua lluvia, en el cual se pueden recuperar unas 62,000 toneladas de agua lluvia durante un año. La calidad de esta agua es tan alta con el estándar de agua neutral. Lo primordial en esta estructura es considerar lo más importante que son las personas, en otras palabras su comodidad. (Jacques Herzog, 2012)

FIG 18



1.6.3 Farolas biomiméticas (Barcelona)

El alumbrado público es económica y energéticamente costoso y genera mucha contaminación. Aun así, es necesario en las ciudades, sino imprescindible.

Con el fin de combatir sus efectos negativos, una propuesta biomimética de la Universidad Internacional de Cataluña quiere eliminar el alumbrado artificial y sustituirlo por una vegetación urbana hibridada con las moléculas bioluminiscentes de la medusa *Aequorea victoria*, que absorben la luz solar a lo largo del día y la utilizan para iluminar la noche.

Sustituir todo el alumbrado público por vegetación es una gran apuesta para mejorar el estatus ecológico de la ciudad. Significaría dejar de consumir energía eléctrica y/o fósil y eliminar la dependencia de materiales metálicos y plásticos para producir las farolas (que al finalizar la vida útil son residuos contaminantes). Es una energía limpia, sostenible y natural.

El proyecto, que se planificó para Barcelona, defiende que será especialmente efectivo en zonas con gran tráfico. Allí los costes de mantenimiento del alumbrado son altos al ser imprescindible para la seguridad vial. (Biomimetics Sciences Institute, 2017)

FIG 19



1.6.4 Biocostura

La empresa textil tiene un gran impacto medioambiental. La biocostura quiere replantear la forma y los materiales en que se elabora la ropa a través de una visión biomimética de la producción. Propone pasar de los tejidos de origen vegetal y petroquímico al uso de microorganismos y, así, formar una industria más sostenible: genera menos residuos y al mismo tiempo evita materiales que puedan ser perjudiciales para nuestro cuerpo.

Esta biocostura es posible gracias a las microfibras de celulosa pura que algunas cepas producen durante la fermentación del azúcar. Estas se adhieren entre sí formando una capa densa y flexible que luego se añade a una solución de té verde con azúcar que también contiene levadura y otros componentes. Después de dos o tres semanas se forma una capa en la superficie del líquido que se retira y se puede utilizar de varias maneras. Su aspecto y textura se asemeja al del cuero artificial y se puede tinter fácilmente con colorantes naturales para crear prendas. Con una diferencia, pero: al tratarse de un compuesto de origen vegetal se puede reciclar y compostar al final de su vida útil. (Biomimetics Sciences Institute, 2017)

FIG 20



1.6.5 Vacunas Biomiméticas

Los tardígrados son artrópodos minúsculos que pueden vivir en situaciones ambientales extremas, ya sea en la cúspide de una montaña hasta el fondo del mar, o a temperaturas de 1000°C hasta el cero absoluto. Lo más sorprendente, sin embargo, es su capacidad para secarse y "revivir". Cuando no reciben agua, "se secan" y un proceso llamado anhidrobiosis protege su maquinaria química (ADN, ARN y proteínas). En contacto con el agua, "reviven" y abandonan este proceso.

Casi la mitad de las vacunas se estropean por culpa de malos procesos de refrigeración durante el transporte o el Tratamiento. Con la biomímesis Podemos aprender de estos Seres para solucionarlo. Biomatrix , una compañía de San Diego (Estados Unidos), adaptó el proceso de los tardígrados que las vacunas no necesiten refrigeración, sino que quedaran en suspensión esperando el agua para ser "reanimadas". Los Nuevos Laboratorios, en Leicester (Reino Unido), también han utilizado este sistema natural para crear una cobertura de azúcares que rodea la vacuna y la protege durante seis meses sin que pierda su efectividad. (Biomimetics Sciences Institute, 2017)

FIG 21



1.7 INTRODUCCIÓN; ECUADOR PAÍS MEGA DIVERSO

Sabiendo que hace y como trabaja la biomimética, usando a la naturaleza para realizar estudios que dan como resultado la generación de innovadores procesos y soluciones a distintos problemas que tienen los seres humanos se tomara como objeto de estudio a Ecuador ya que según el Centro de Seguimiento de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Nuestro país se encuentra entre los 17 megadiversos debido a que existe una gran variedad de formas de vida, tanto de animales terrestres como marinos, plantas, etc.

1.8 ECUADOR PAÍS MEGA DIVERSO

El Ecuador es reconocido a escala mundial por su riqueza y variedad en cuanto a las plantas y animales que posee por metro cuadrado. Gracias a su ubicación en el centro del mundo, el Ecuador concentra en un pequeño territorio la diversidad del planeta, que se conjuga en la Cordillera de los Andes, costas paradisíacas, misteriosas y profundas selvas amazónicas y un tesoro único en el mundo que constituye un laboratorio natural llamado Galápagos. Todos estos parajes de cuento, en los que se desarrolla una fauna y flora privilegiadas, concentran un 10% de todas las especies de plantas que hay en el mundo.

Posee más de 17.058 especies de plantas vasculares o plantas con flor, como lo señala el Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Y en el caso de las orquídeas -joyas de la naturaleza-, el país posee cuatro de las cinco subfamilias existentes a escala mundial, lo que significa 4.032 de las especies que hasta el momento han sido clasificadas y publicadas, de las cuales 1.714 especies son endémicas; incluso aquí se encuentra la especie de orquídea más pequeña del mundo, con 2,1 milímetros de dimensión.

Ecuador es el hogar de aproximadamente 1.600 especies de aves que habitan el territorio continental, además de otras 38 especies más que son endémicas de las Islas Galápagos. Ecuador es el hogar de un total de 350 especies de reptiles y 400 especies de anfibios. Solo en serpientes existen 210 especies, cuyos tamaños varían desde las extremadamente pequeñas, de 16 cm, hasta la gigantesca anaconda que puede llegar a medir hasta 6 metros de largo. Se estima que en las aguas de la región de la cuenca del Amazonas existen más de 800 especies de peces, entre las cuales podemos encontrar anguilas eléctricas y pirañas.

Se estima que en las áreas con mayor biodiversidad de la jungla ecuatoriana, media hectárea puede contener hasta 70.000 especies de insectos. Solo la cantidad de especies de mariposas se calcula que estén alrededor de las 6.000. Tómese en consideración que el número total de estas especies de mariposas en el mundo es de alrededor de los 20.000. (Ministerio de Turismo, Ecuador, 2014)

1.9 CONCLUSIÓN

En el primer capítulo se llegara a comprender por qué la biomimética es una herramienta fundamental para el progreso tecnológico de los seres humanos, ya que brinda a los diseñadores, arquitectos, ingenieros, médicos, diversas herramientas para sus diferentes procesos de creación e innovación y también en cuanto a los modelos de como la naturaleza ha subsistido a lo largo de la historia contando con más de 3800 millones de años de experiencia.

La razón de recolectar información sobre esta ciencia es para dar a conocer que La biomimética es una disciplina que nos permite unificar el diseño humano y el diseño natural para la generación de soluciones ingeniosas, utilizando a la naturaleza como una gran fuente de inspiración.

Consecuentemente una vez ya defino el animal con el cual se trabajará, a continuación, se examinarán distintos conceptos manejados en diferentes proyectos, siendo estos concernientes para nuestro tema de estudio.



2DO

CAPÍTULO

PLANIFICACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo del marco teórico a continuación se estudiará a la Entomología como ciencia que estudia a los insectos usada en el proyecto para obtener información que contribuya al análisis de los odonatos (libélulas), además se tomará el concepto de Diseño Modular como base fundamental para la generación de la línea de joyería ya que servirá para la integración de distintos elementos que tienen que ver entre sí. Y Diseño Paramétrico el cual contribuirá con la aplicación de principios matemáticos y conocimientos científicos, mediante métodos avanzados de diseño digital que permite implantar una serie de variables o parámetros.



FIG 23

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Entomología

Los insectos son artrópodos traqueales provistos de dos antenas, tres pares de patas y ninguno, uno o dos pares de alas (Marcano, 1964).

Su cuerpo es generalmente más o menos alargado, de forma cilíndrica y bilateralmente simétrico, es decir, los lados derecho e izquierdo del cuerpo son esencialmente parecidos. El cuerpo está segmentado, y los segmentos están agrupados en tres regiones distintas, la cabeza, el tórax y el abdomen.

La cabeza sostiene los ojos, las antenas y el aparato bucal; el tórax sostiene las patas y las alas (cuando éstas están presentes); el abdomen usualmente no sostiene apéndices locomotores, pero frecuentemente tiene algunos apéndices en su extremo. La mayoría de los apéndices de los insectos son segmentados. (Borror y DeLong, 1954).

Los insectos tienen un esqueleto en el exterior de su cuerpo, llamado exoesqueleto, al cual están agregados los músculos del cuerpo. Está compuesto de tres capas principales: una cutícula exterior, que contiene pigmento y otras sustancias, incluyendo un compuesto químico característico llamado quitina; una capa celular, la hipodermis, que se encuentra por debajo y segrega la cutícula; y una delgada capa no celular debajo de la hipodermis, llamada membrana basal. La pared del cuerpo cubre el insecto y se tuerce hacia dentro en varios puntos para formar bordes y dientes. (Gómez, 2004)



FIG 24

2.2.2 Definición del grupo Odonato y sus características

Las libélulas son insectos hemimetábolos, esto es, que presentan larvas y adultos diferentes, acuáticas las primeras y voladores los segundos, que no necesitan pasar por una fase de pupa durante la metamorfosis. Las larvas, inconfundibles, suelen ser alargadas, con seis patas, y presentan unas piezas bucales modificadas (el labio inferior) similares a un brazo articulado con unas pinzas en el extremo, que recibe el nombre de máscara.

Los adultos, también con un abdomen muy alargado, presentan dos pares de alas membranosas que pueden mover independientemente durante el vuelo, surcadas de gran cantidad de venas y con un pterostigma relativamente grande, ojos voluminosos y antenas reducidas. Únicamente podrían confundirse con algunos neurópteros (mirmeleónidos y ascaláfidos), aunque la mayor longitud de las antenas de estos últimos y las alas los separan. El aparato copulador de los machos (genitalia secundaria), sin contacto directo con los testículos (primaria), lo que implica que el macho debe transferir previamente el esperma de forma externa, es característica de los odonatos, separándolos de otros insectos.

Dentro de los insectos alados, los odonatos son un grupo muy antiguo. Los odonatos en sentido estricto provienen del Pérmico, mientras que el conjunto de Odonoptera (incluyendo además de los odonatos a sus grupos afines Geroptera y Protodonata) se hundiría en el Carbonífero. Los grupos con representantes actuales son algo más recientes, con los zigópteros remontándose al Triásico y los anisópteros al Jurásico. (Torralba-Burrial, 2015)



FIG 25

2.2.3 Morfología de los Odonatos

Como el resto de insectos, cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen.

Siendo los odonatos insectos predominantemente visuales, en la cabeza destacan especialmente los grandes ojos compuestos, relativamente mayores en los anisópteros y más separados y en el extremo de una prolongación en los zigópteros. Además, también están presentes las antenas, relativamente pequeñas, los ocelos (en número de tres, situados en posición dorsal) y la boca.

El tórax de los odonatos se ha modificado desde el modelo general de los insectos, presentando un pequeño protórax y un sintórax amplio (proveniente de la fusión del meso y metatórax). En el tórax es donde se encuentran los sistemas dedicados la locomoción: las alas y las patas.

Tienen dos pares de alas membranosas alargadas y grandes, recorridas por una venación más o menos densa, donde se puede destacar la vena costal (en el borde anterior) y varias radiales, el nodo (vena transversa que interrumpe la costal) y el pterostigma, celda coloreada y con funciones en el vuelo situada en la parte anterior del ala en una posición subdistal.

Otras venas utilizadas en la taxonomía del grupo incluyen el número de venas antenodales, el triángulo de celdas discales o el campo anal de las alas posteriores de anisópteros. Patas alargadas con las partes típicas de los insectos, en las que se pueden destacar los numerosos pelos presentes. (Torralba-Burrial, Orden Odonata, 2015, pág. 1)

FIG 26



2.3 DISEÑO MODULAR

2.3.1 Introducción al Diseño Modular

Se describe la modularidad como un sistema diseñado para la integración de distintos elementos que tienen relación entre sí y se alían para cumplir un objetivo común.

A los elementos que conforman un sistema de modularidad se los denominan módulos, según la Real Academia Española se define a módulo como: "Fragmento o conjunto unitario de fragmentos que se repiten en la construcción de cualquier tipo para hacerla más fácil, regular y económica."

El autor Wong, en Fundamentos del Diseño, al establecer una conceptualización sobre los módulos nos dice que deben ser fáciles y no complejos ya que se destacarían como formas individuales y su finalidad de construir algo complejo y con finalidad de unidad se anularía.

"La repetición de módulos suele aportar una inmediata sensación de armonía. Cada módulo que se repite es como el compás de un ritmo dado." Wucius Wong.

La característica fundamental de la modularidad es la regulación, estandarización y repetición de tipos para lograr una composición armónica y un proceso de industrialización. Los módulos son sistemas interdependientes que cumplen con un principio de la modularidad que es interactuar entre sí. (Arévalo, 2012, p. 20)



FIG 27



2.4 DISEÑO PARAMÉTRICO

El procedimiento paramétrico radica en aplicar principios matemáticos, conocimientos científicos y modelos algorítmicos de los métodos naturales al estudio de formas complejas bi y tridimensionales. En este sentido, mediante el uso de software 3d los procesos generativos renuevan el diseño industrial, la arquitectura y el arte en general. Para aprovechar estos sucesos, el diseñador debe contar con una cultura interdisciplinaria e integrar destrezas que van del bosquejo a la programación. (Roncoroni, 2015, p. 278).

Esta intervención de nuevas tecnologías conlleva a la disposición de un nuevo lenguaje de producto, donde se lee caos/estructura, orgánico/lógico, complejo pero esencial. Una posibilidad de enlace de la forma total, de una mono pieza compleja de recorrer; de formas inabarcables por la proyección humana, de nuevos límites dimensionales.

Las variables morfológicas objetuales han roto con fines de conformación, mediante los software de diseño paramétrico, el abanico de variables toma mayor dimensión acompañado de otra procesos que lo hace posible como lo es la impresión 3D.

La experimentación con variables estructurales, tramas, texturas, nervios, refuerzos, se explora a otro nivel.

Se puede ahora materializar lo que la maquina propone. La máquina es operada mediante sistemas que el operador dispone, pero que el hombre no podría contener las posibilidades de tal sistema si no fuese por la máquina. Llegando a un equilibrio de cooperación entre máquina y hombre. (Fernández, 2017)

2.4.1 Diagrama Voronoi

GEOMETRÍA EN LA NATURALEZA

Diseñadores industriales, cartógrafos, ingenieros mecánicos y astrónomos, por poner solo unos cuantos ejemplos, hacen uso a diario de los conocimientos que como sociedad nos han proporcionado las matemáticas y más concretamente la geometría, para desarrollar sus carreras profesionales y resolver los retos que les plantean los proyectos a los que se deben enfrentar en sus empresas, laboratorios o universidades.

FIG 28

Es algo tan elemental que todos lo damos por alejado.

Lo que en cambio pasamos por alto la mayoría, es que en la naturaleza podemos encontrar formas geométricas realmente complejas, incluso en aquellos animales o plantas que en apariencia percibimos como simples.

Convivimos con ellos, los hemos visto cientos, miles de veces pero desconocemos los maravillosos procesos evolutivos que han dado lugar a su morfología.

Sin ir más lejos, las conchas de los nautilus tienen una estructura muy similar a la espiral logarítmica generada con la sucesión de Fibonacci o la proporción aurea; de igual manera, la disposición de las semillas de un girasol también coincide con la espiral de Fibonacci; asimismo en las alas de los insectos como las libélulas podemos encontrar construcciones geométricas que suponen un ejemplo práctico de la teoría apuntada en los polígonos de Thiessen conocidos también como diagramas voronoi y la triangulación Delaunay.

Estas formaciones geométricas se basan en un patrón de distribución que resulta fácilmente reconocible en muchas estructuras naturales, como la de las alas de los insectos o las ramificaciones capilares vegetales.

Algunas especies que viven sumidas en la biodiversidad son tan comunes en un entorno natural que su estructura geométrica es ignorada o desapercibida por el ser humano, no nos detenemos a mirar el patrón de la distribución del cual parte la forma peculiar de sus fragmentos, ni toda la geometría que hay en su ordenación.

Las alas de las libélulas son un buen ejemplo de un tipo de organización denominado triangulación Delaunay, la ciencia de estas formas es a partir de puntos aleatorios unir sus vértices para proveer un patrón de triangulación. Posterior a este gira 90 grados cada uno de los segmentos de los triángulos por el punto medio. De esta manera conseguimos visualizar un polígono de Thiessen o lo que es lo mismo un Diagrama Voronoi este es el mismo estándar de estructuración que distinguimos en las alas de los insectos como en los ramales de las especies vegetales (Jiménez, 2010, págs. 32 - 33)

2.5 CONCLUSIÓN

Las herramientas teóricas utilizadas responden a los objetivos propuestos en la presente investigación, siendo un eje integrador de todo el proceso exploratorio para determinar los rasgos y teoría que permita el diseño de la joyería contemporánea.



FIG 29

3ER

CAPÍTULO

PROCESO CREATIVO



En el capítulo tres se pondrán en práctica las distintas metodologías que plantea la biomimética para el análisis morfológico de las alas de mi animal de estudio, abstrayendo su geometría y generando una variedad de patrones que podrán ser aplicados a la línea de joyería propuesta en el proyecto. Una vez que se hayan definido estos patrones se procederá a realizar la ideación para determinar las formas bidimensionales y tridimensionales las cuales se modelarán digitalmente en un software especializado en joyería.

3.1 PERFIL DE USUARIO

Es necesario aclarar que no existe un público específico debido a que el objetivo de este proyecto es demostrar que al analizar la morfología de las alas de los odonatos (libélulas), se pueden obtener distintos patrones, los cuales pueden ser aplicados a una línea de joyería.

Razón por la cual los usuarios podrán ser todos los diseñadores, joyeros, artistas, artesanos o cualquier persona que esté interesada en conocer y usar joyería contemporánea ya que esta se basa en investigar y experimentar con diferentes materiales y procesos de una manera innovadora.

FIG 30



3.2 PARTIDOS DE DISEÑO

Para establecer los partidos de diseño en este proyecto se analizará partido formal: que consiste en utilizar las metodologías que propone Lodato que se han desarrollado en anteriores proyectos con el uso de la biomimética que establece una relación entre naturaleza y diseño, partido funcional: deberá responder a la forma obtenida al analizar la morfología de las alas de nuestro animal de estudio obteniendo los resultados requeridos en este proyecto, partido tecnológico: una vez que se ha resuelto la forma y función que darán como resultado, la línea de joyería se procederá a definir materialidades y procesos más convenientes para lograr los objetivos planteados.

3.2.1 Partido formal

A partir del análisis morfológico de las alas de la libélula se tomó como elemento generador la estructura geométrica por la cual están conformadas internamente las alas y por medio de un proceso de abstracción de formas y la utilización de metodologías planteadas desde el primer capítulo de este proyecto se generó una variedad de patrones bidimensionales en donde se denotan patrones de rompimiento, patrones constantes, nodos y articulaciones, descritas a continuación;

a) Proceso de investigación y documentación del motivo gestor (libélula)

b) Análisis morfológico de patrones mediante conteo de nodos y elementos de modulares encontrados en el motivo gestor, además se elaboró un análisis de coincidencias entre la estructura modular de las alas de la libélula.

c) Una vez obtenidos los análisis morfológicos se elaboraron una serie de ideas que fueron graficadas bidimensional y tridimensionalmente, utilizando las diferentes metodologías por una parte la biocinética y por otra parte el diseño paramétrico, que están debidamente descritos en el marco teórico.

d) Una vez concebido el proceso de ideación se procedió de selección de las propuestas, en cuanto a la calidad expresiva y representativa de los objetos diseñados además de sus condiciones formales y tecnológicas, esos son los mecanismos utilizados para la selección y concreción formal.

3.2.2 Partido funcional

En cuanto a las condicionantes del partido funcional, están determinadas en función de las características morfológicas una vez que la forma ha dictaminado la espacialidad, se han tomado en cuenta el espectro ergonómico y antropométrico para que la línea de joyería propuesta cumpla con los requerimientos máximos en cuanto a la adaptabilidad y adecuación a la morfología humana, para esto se ha utilizado los percentiles adecuados en caso de cada una de las joyas planteadas.

La línea propuesta de joyería está conformada por cuatro elementos: anillo, aretes, pulsera, gargantilla.

CRITERIOS ERGONÓMICOS

Adaptabilidad:

- En los materiales se verificaran que tengan acabados lisos para evitar inconvenientes como el uso de elementos corto punzantes que puedan desagradar al usuario.
- En el diseño de esta línea de joyas se proponen sistemas modulares que permitan al usuario realizar movimientos.
- Las joyas deberán tener dimensiones y pesos correctos para que se acomoden a las necesidades del usuario.

Confort:

- Es el agrado que tenga el usuario con la joya, esto se consiguiera mediante un sistema fácil de colocación.
- Los diseños tendrán fácil limpieza.
- Debido a que la línea propuesta de joyas no tiene mecanismos de cierre que el usuario puede efectuar cualquier tipo de movimiento sin tener ningún fastidio con la joya.

ELEMENTOS MORFOLÓGICOS

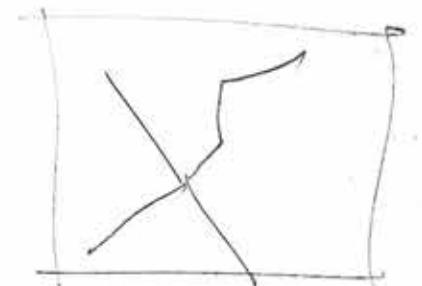
1) NODOS

2) PROCESO GENERATIVO

3) VENAS (COSTAL/RADIAL)

TRIANGULO

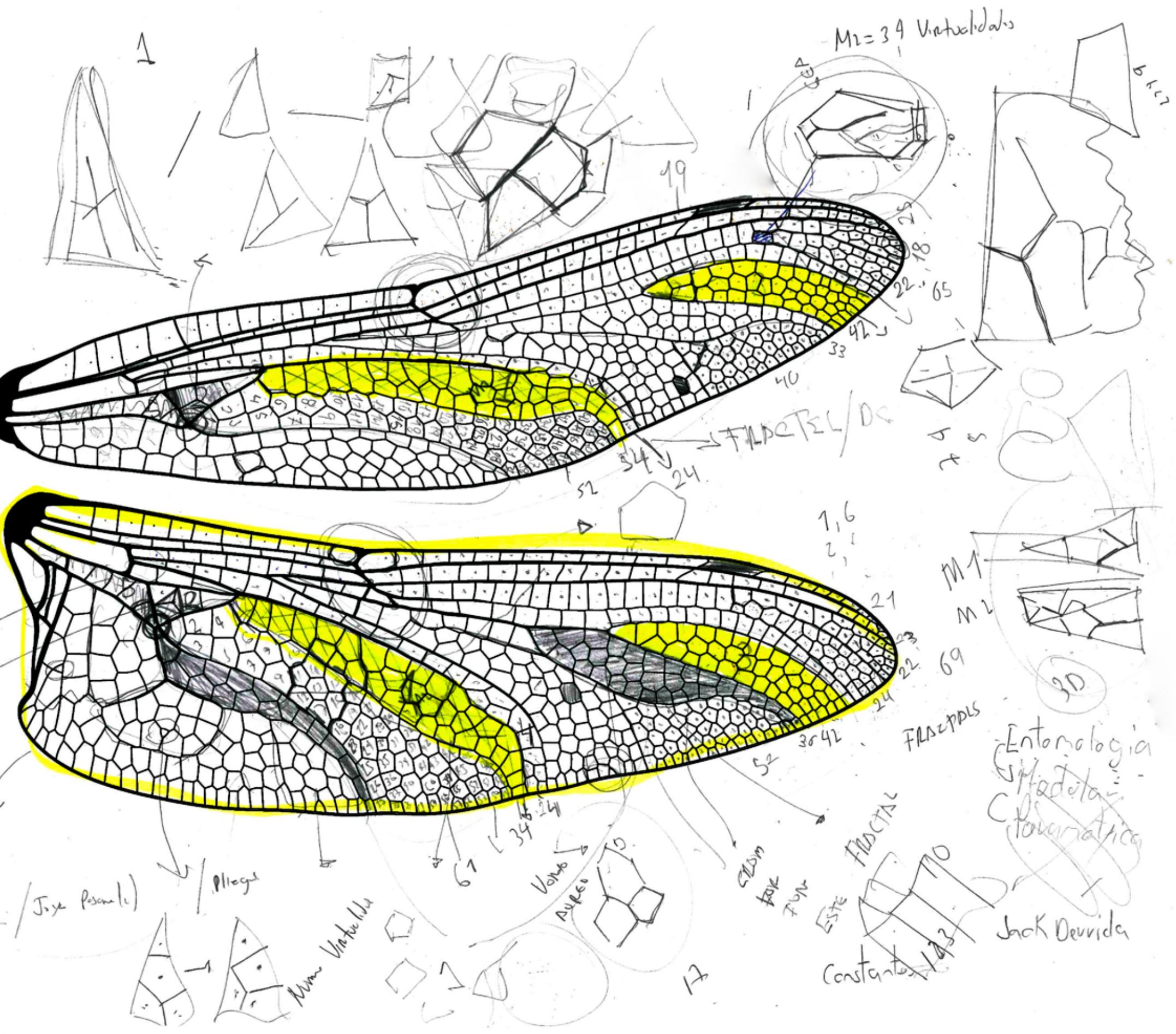
STIGMA



16
20
26

1L. (Modular)

2



M2=34 Ventrals

FRACTAL/DC

FRACTALS

ESTE FRACTAL

Joze Pasanick

Pliage

Num Ventrals

Vono
Aureo

STOM
FOX
FUN

Constante

Entomologia
Medicina
Cytomatrica

Jack Devidca



FIG 31

3.2.3 Partido tecnológico

Para poder concretar mi proyecto de graduación, establezco mi línea de joyas ayudándome de modeladores 3d para poder explorar de esta manera formas extremadamente complejas e incluso inimaginables, representándolas mediante simulaciones digitales y lograr hacerlas reales.

a) Usando Rhino Gold, que es un programa especializado en modelado 3d de joyas he podido realizar prototipos digitales y tener una pre visualización de como llegarían a ser los distintos elementos que forman parte de mi línea de joyería, teniendo en consideración que su materialización será por medio de una impresora 3d utilizando resinas que se asemejan a las características físicas y químicas de una cera convencional para joyería. La impresión de los distintos elementos de joyería varía desde 3 horas hasta 12 horas debido a sus dimensiones y complejidad morfológica, esto también dependerá de la maquinaria que se utiliza, ya que las nuevas tecnologías están en constante evolución y cada vez el tiempo de impresión es menor.

b) Como se habla en el marco teórico al tener los modelados 3D de la línea de joyería propuesta en base al análisis morfológico de las alas de libélula se pretende generar una estructura partiendo del diagrama Voronoi mediante un modelador digital llamado MeshMixer, lo que hace es disminuir la malla modelada generando una estructura asimétrica pero 100% estructural en base a parámetros, como límites espaciales.

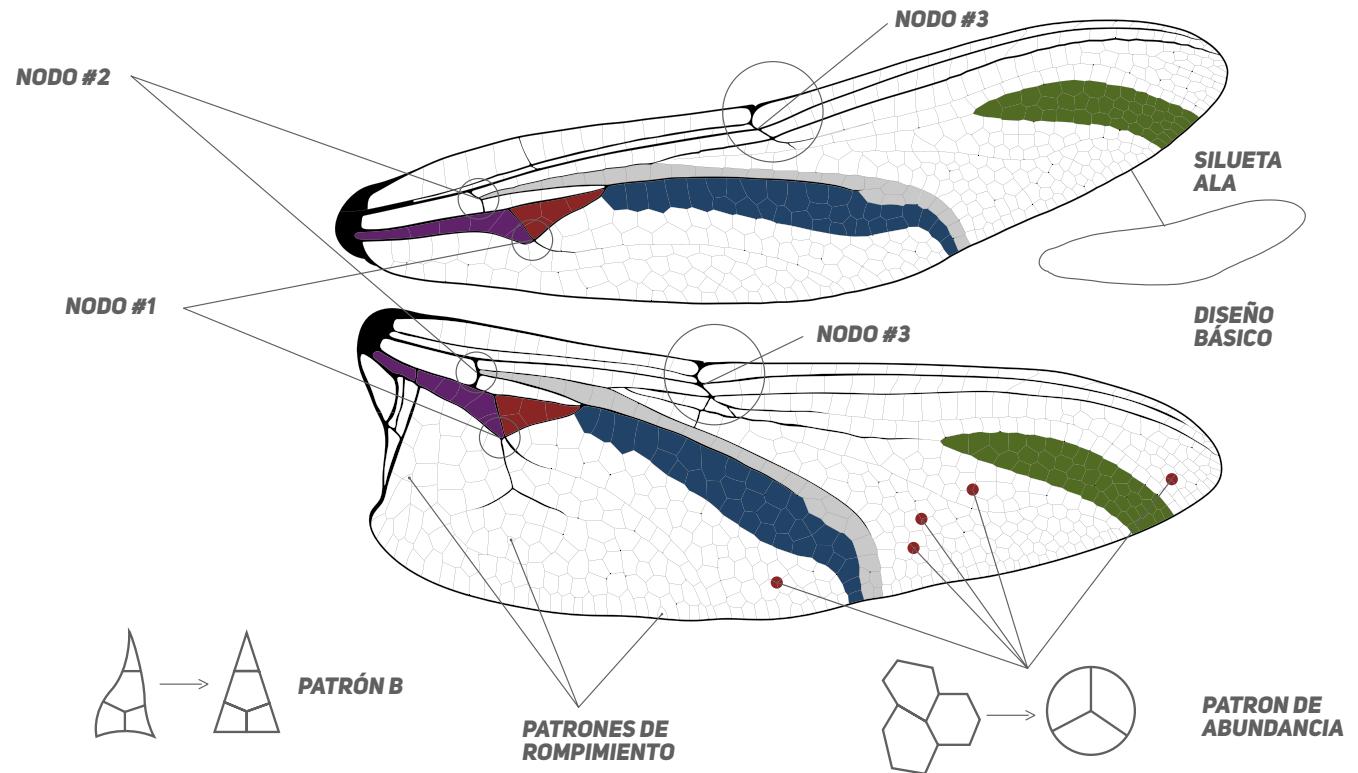
PROCESOS CONSTRUCTIVOS ARTESANALES:

La ventaja de usar nuevas tecnologías es que nos permite vincular tanto el trabajo de un diseñador como el de un artesano para obtener excelentes resultados al generar joyas, incluyendo los procesos convencionales artesanales de la localidad, es decir un modelo que está elaborado en cera estará sometido a procesos de:

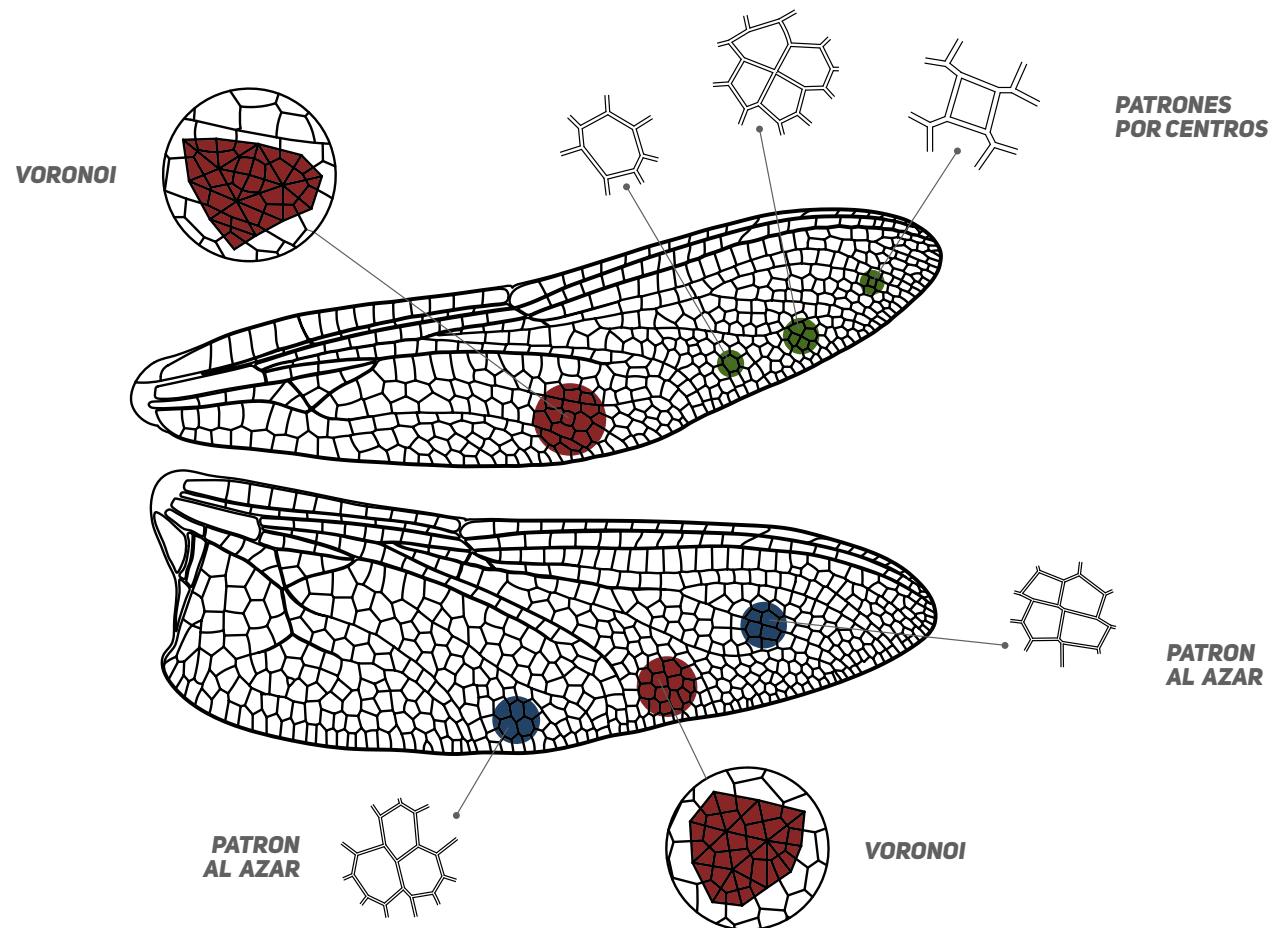
• Casting • Limado • Lijado • Soldaduras • Procesos de acabados como: tómbola, pulido, abrillantado.

PATRONES CONSTANTES

-  A - 6
-  B - 4
-  C - 24
-  D - 34
-  E - 42

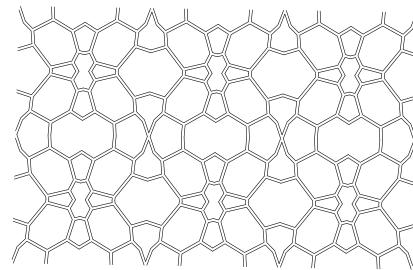
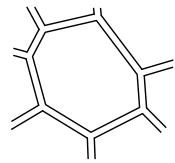


ABSTRACCIÓN
DE PATRONES

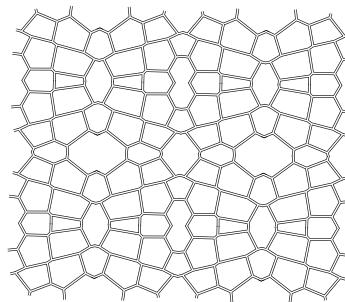
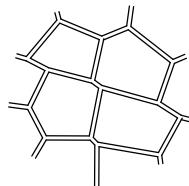


3.3 RESULTADO DE LOS PATRONES ELEGIDOS

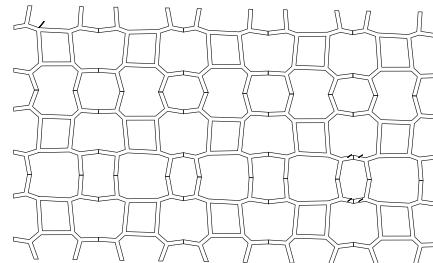
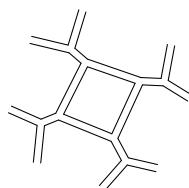
**PATRÓN POR
CENTRO**



**PATRÓN AL
AZAR**



**PATRÓN POR
CENTRO**



3.4 PROPUESTA SELECCIONADA

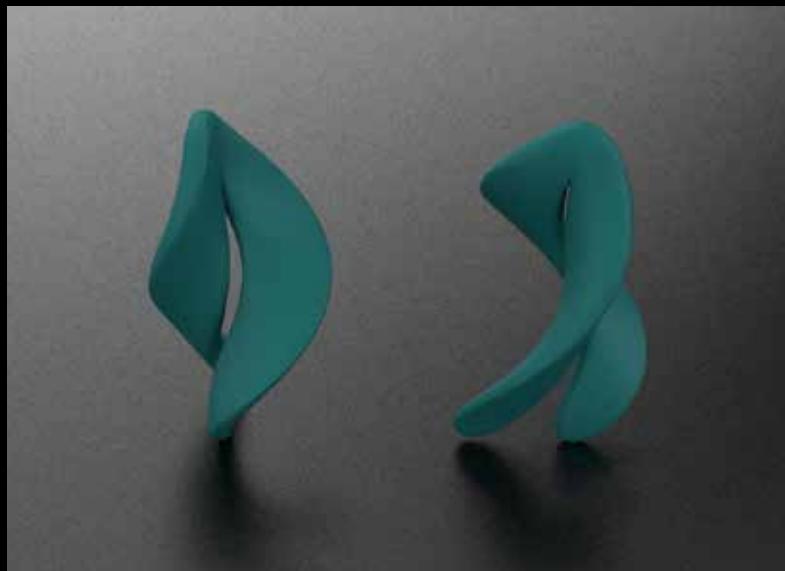
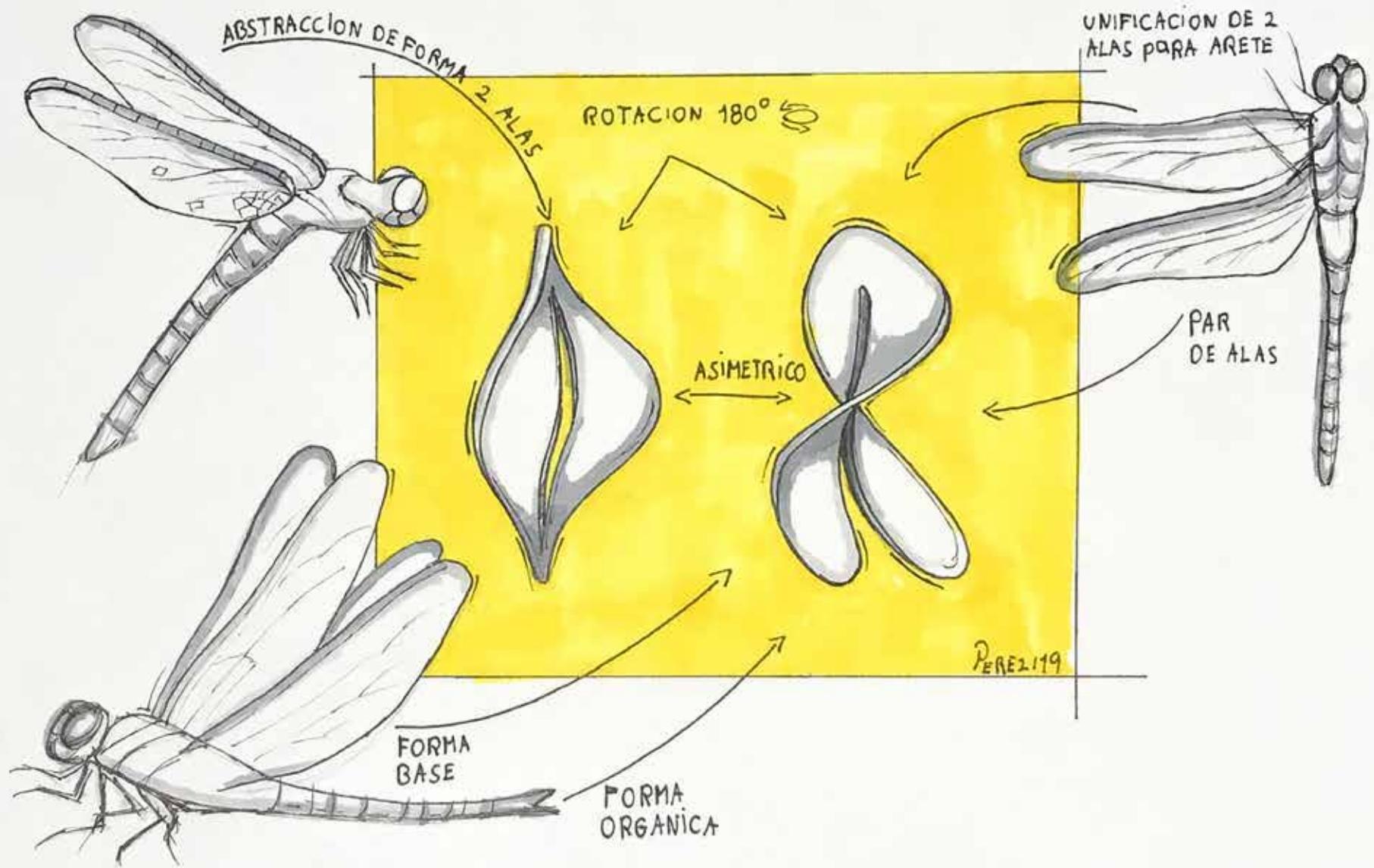
Mediante el análisis a los distintas secciones del ala de la libélula se llegó a la conclusión de que el patrón Voronoi será la mejor opción para la construcción de un motivo gestor, el cual va ser aplicado a la línea de joyas.

El patrón Voronoi consiste en una estructura intuitiva y sencilla conformada por una división de regiones de un conjunto de puntos en un plano. Así pues a cada punto se le debe asignar una región de dicho plano que esta conformada por los puntos más cercanos al mismo, así como lo podemos ver en la siguiente imagen.



3.5 IDEACIÓN

Enlazando las definiciones expuestas anteriormente dentro del marco teórico Entomología, Diseño Modular, Diseño paramétrico, que sirvieron para la investigación morfológica de las alas de libélula se propone una línea de joyas que consta de anillo, aretes, pulsera, gargantilla.



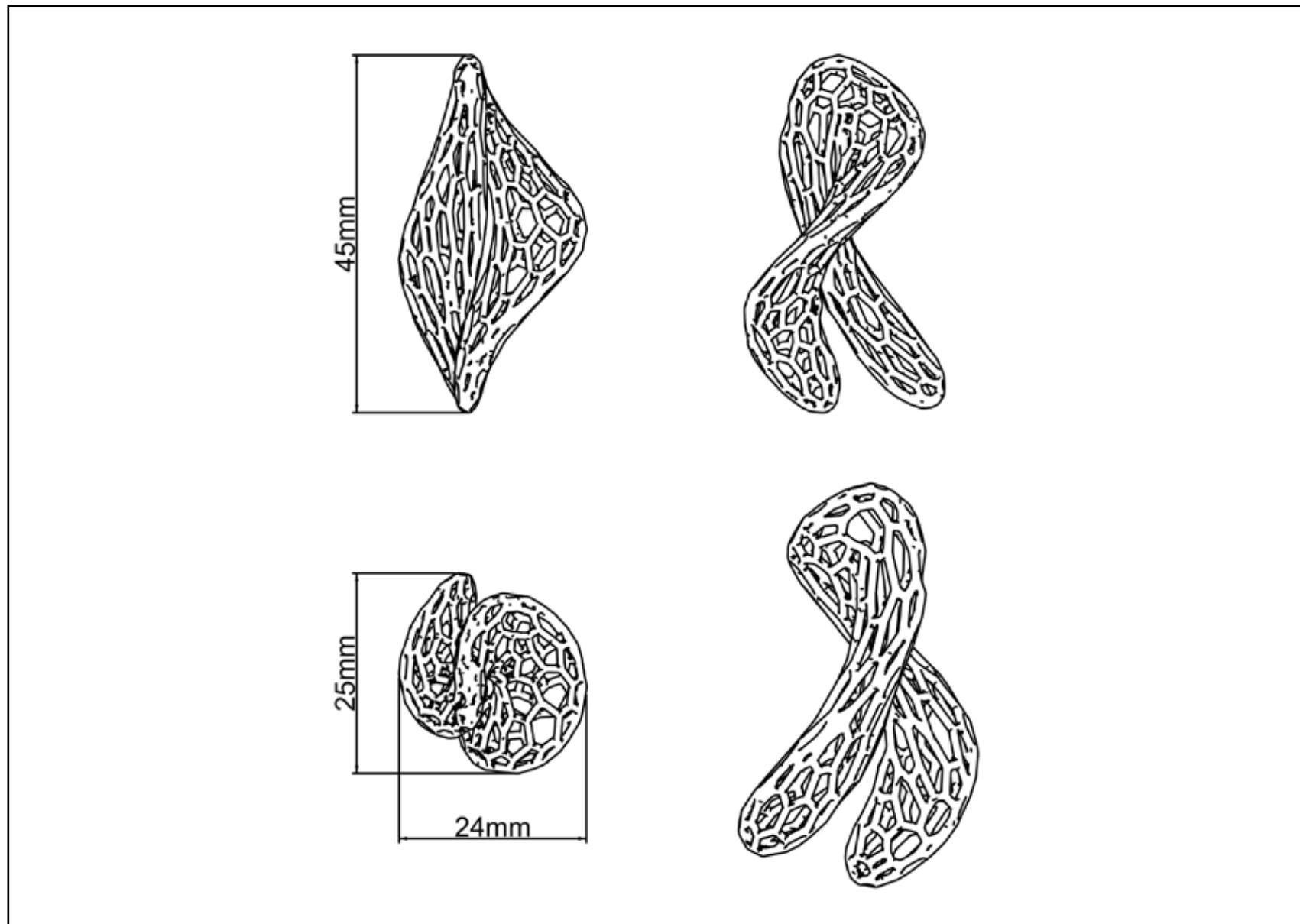
SKETCH ARETES

Se usaron con referente a las alas de lado izquierdo y mediante una torsión en la forma base de 180 grados se generó una especie de espiral orgánica asimétrica por lo que la ala anterior difiere en forma de la ala posterior según las metodologías de biomimética se usó una Imitación completa que nos dice que un objeto, material o estructura que es idéntico al ser vivo.

Modelado 3D
Rhino Gold

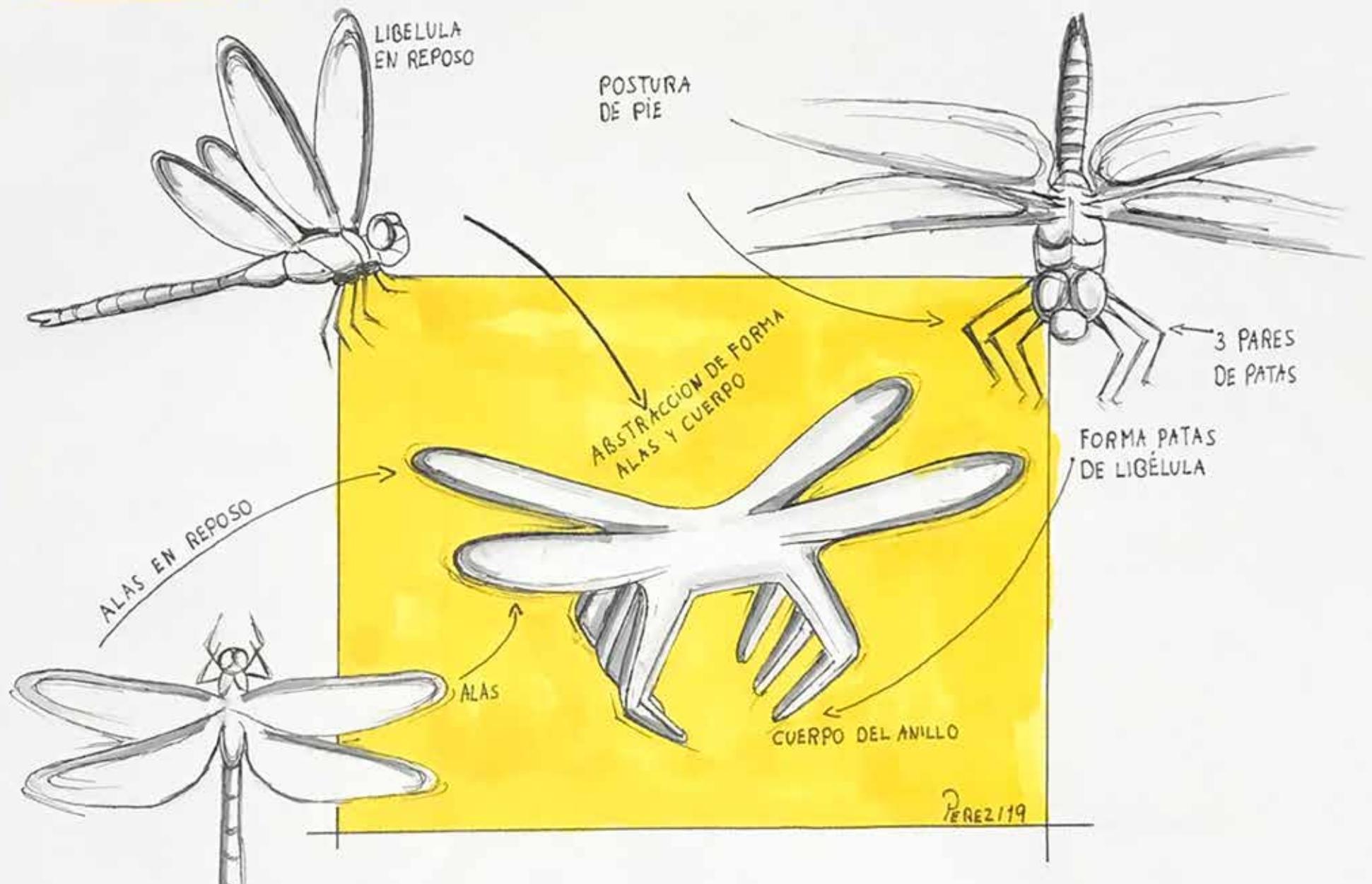
3.6 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

3.6.1 Aretes Voronoi



ARETES VORONOI:

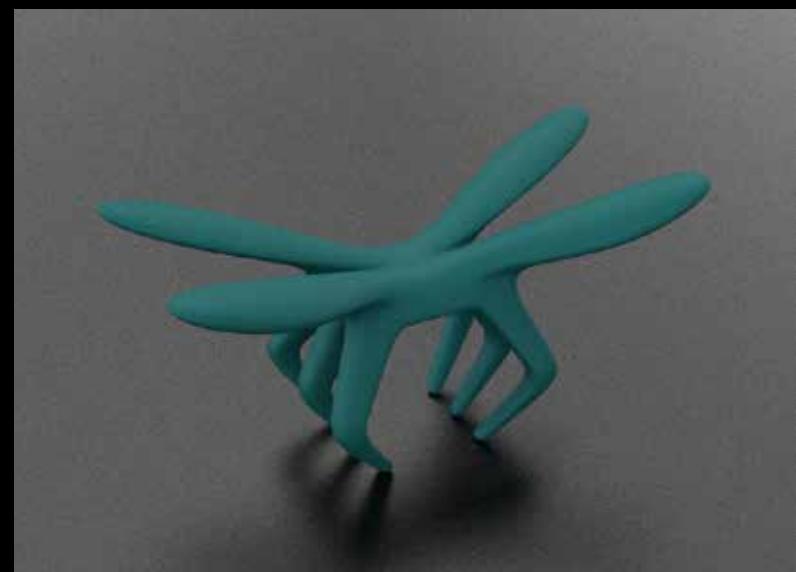
PESO	REDUCCIÓN
7 Gramos de plata	4 % de reducción



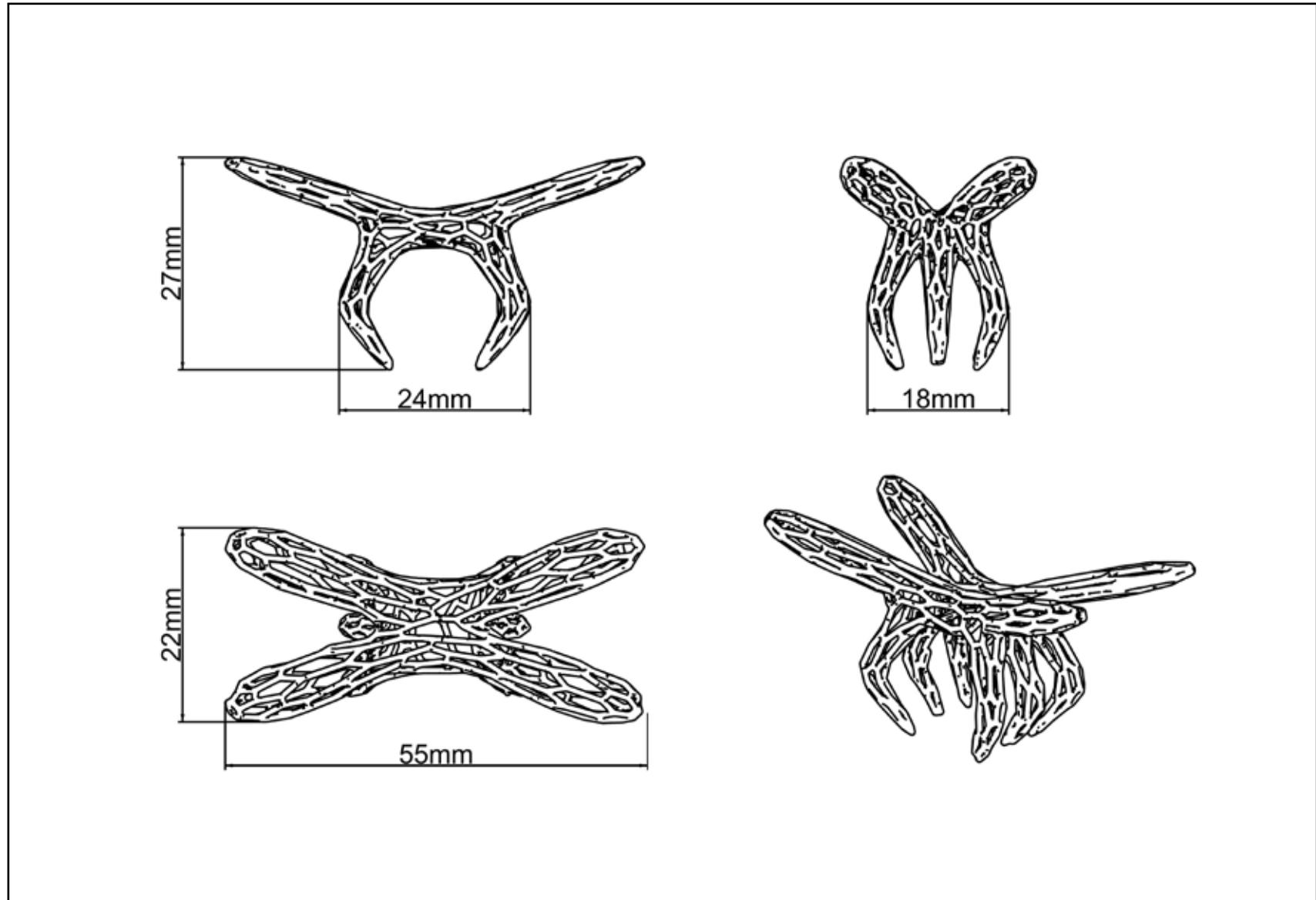
SKETCH ANILLO

Según las metodologías de biomimética se basó en la imitación parcial, la cual consiste en la versión modificada de un producto natural, se tomó la forma de las 4 alas de la libélula y utilizando como cuerpo del anillo a sus 3 pares de patas que solo las usa para cazar a su presas, haciendo que el dedo del usuario forme parte del anillo llegando a ser como el cuerpo del animal.

Modelado 3D
Rhino Gold



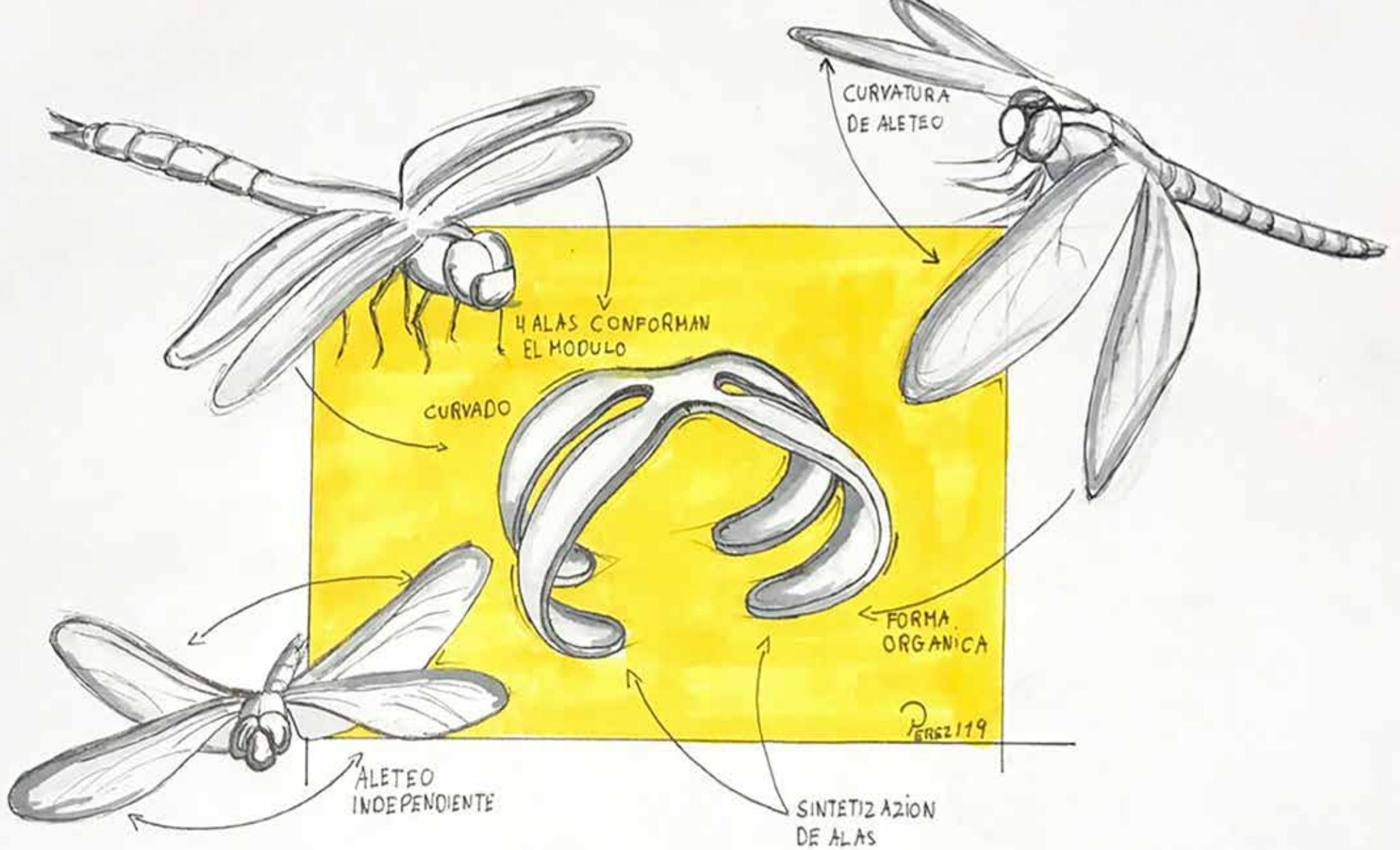
3.6.2 Anillo Voronoi



ANILLO VORONOI:

PESO	REDUCCIÓN
9 Gramos de plata	4 % de reducción

Talla del anillo #6, debido a que es una talla estándar en el mercado local por lo tanto una de las más utilizadas.

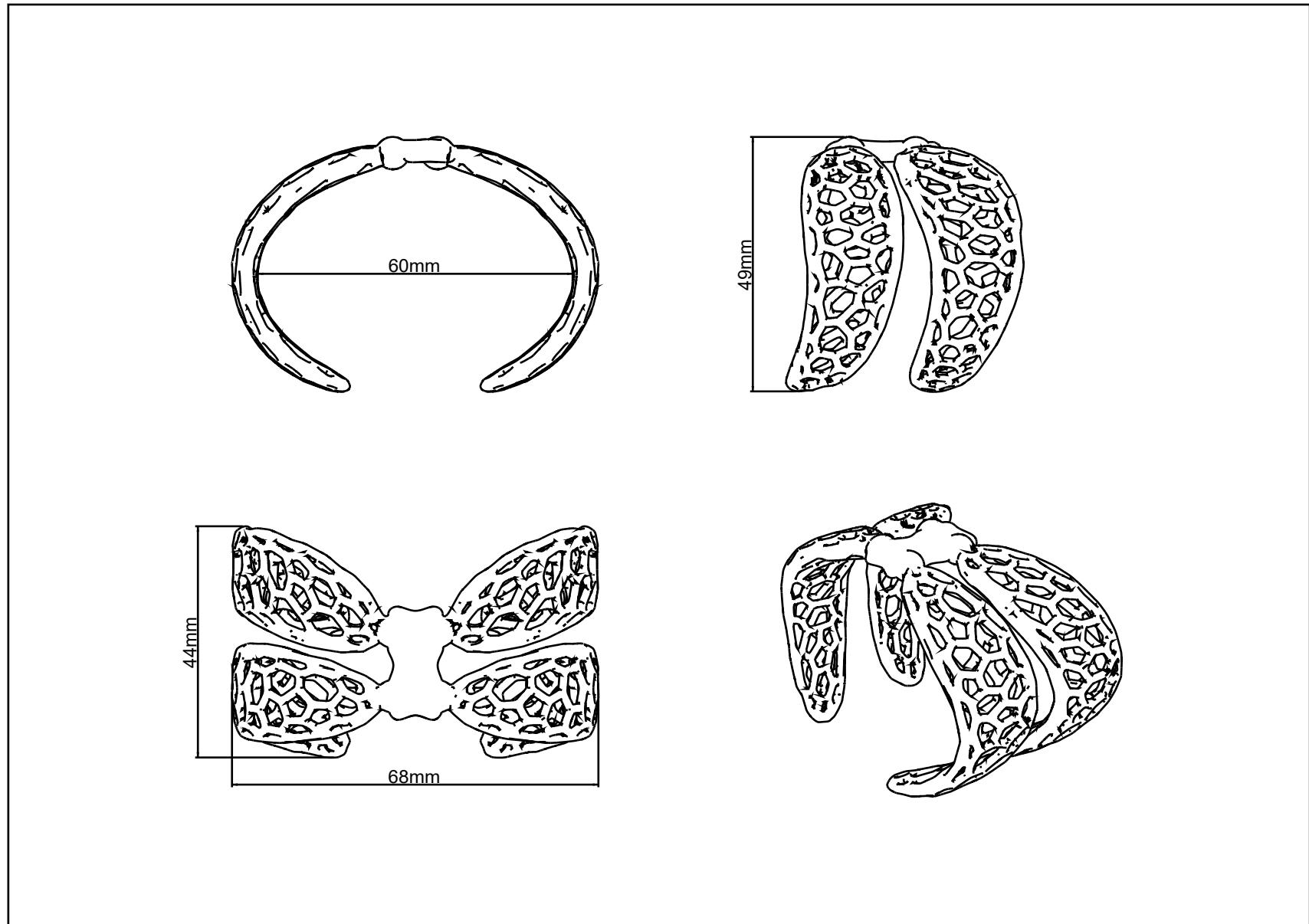


SKETCH PULSERA

Partió de las alas de la libélula teniendo una curvatura que se adapte a la muñeca del usuario las alas delanteras son simétricas izquierda y derecha, difiere en morfología con las alas posteriores, teniendo un vínculo en el centro tal y como lo es en el animal según las metodologías de biomimética se usó la Abstracción que consiste en la utilización de un mecanismo aislado.

Modelado 3D
Rhino Gold

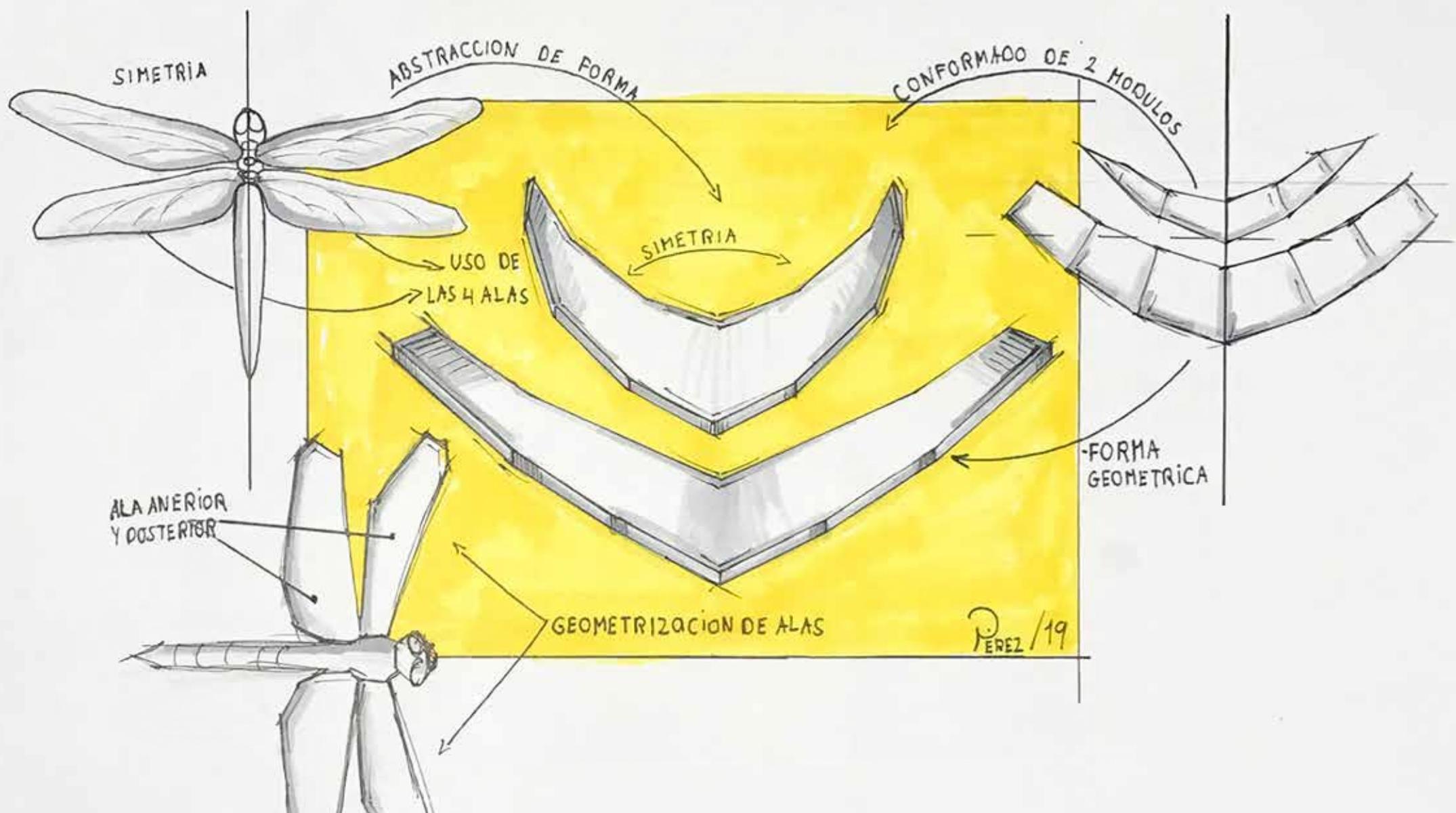
3.6.3 Pulsera Voronoi



PULSERA VORONOI:

PESO	REDUCCIÓN
58 Gramos de plata	4 % de reducción

Las dimensiones que se tomaron en cuenta para la construcción de la pulsera fueron de 6 cm x 4.2 cm debido a que esta es una talla estándar en el mercado local.



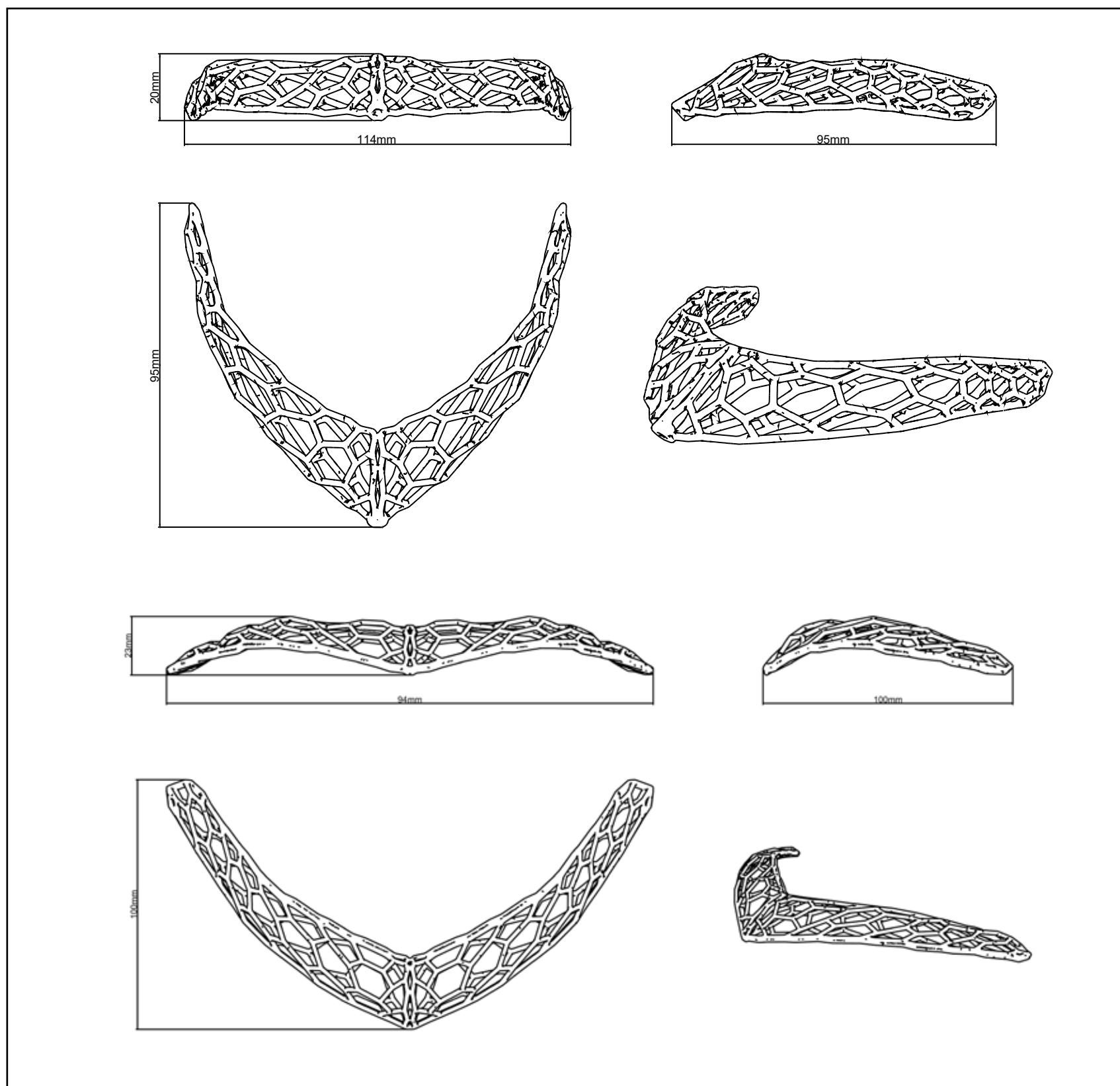
SKETCH COLLAR

Para la generación de este elemento se procedió a geometrizar los dos pares de alas de la libélula con una leve inclinación para que esta se adapte al cuello del usuario utilizando una simetría total entre alas del lado izquierdo y derecho del animal según las metodologías de biomimética se basó en la imitación parcial, la cual consiste en la versión modificada de un producto natural.

Modelado 3D
Rhino Gold



3.6.4 Colgante Voronoi



COLLAR VORONOI:

PESO	REDUCCIÓN
120 Gramos de plata	4 % de reducción

3.7 RENDERS DEL PRODUCTO FINAL

Al haber obtenido los volúmenes modelados en 3D de la línea de joyería, se procede mediante un software paramétrico a generar una estructura basada en el patrón Voronoi, creando así joyas con espacios virtuales pero sumamente resistentes estructuralmente, cumpliendo con los objetivos planteados haciendo real una joyería contemporánea basada en el estudio morfológico de los odonátos (libélulas).

RENDER ANILLO VORONOI

Plataforma Digital: Rhino Gold (Modeladores 3D)

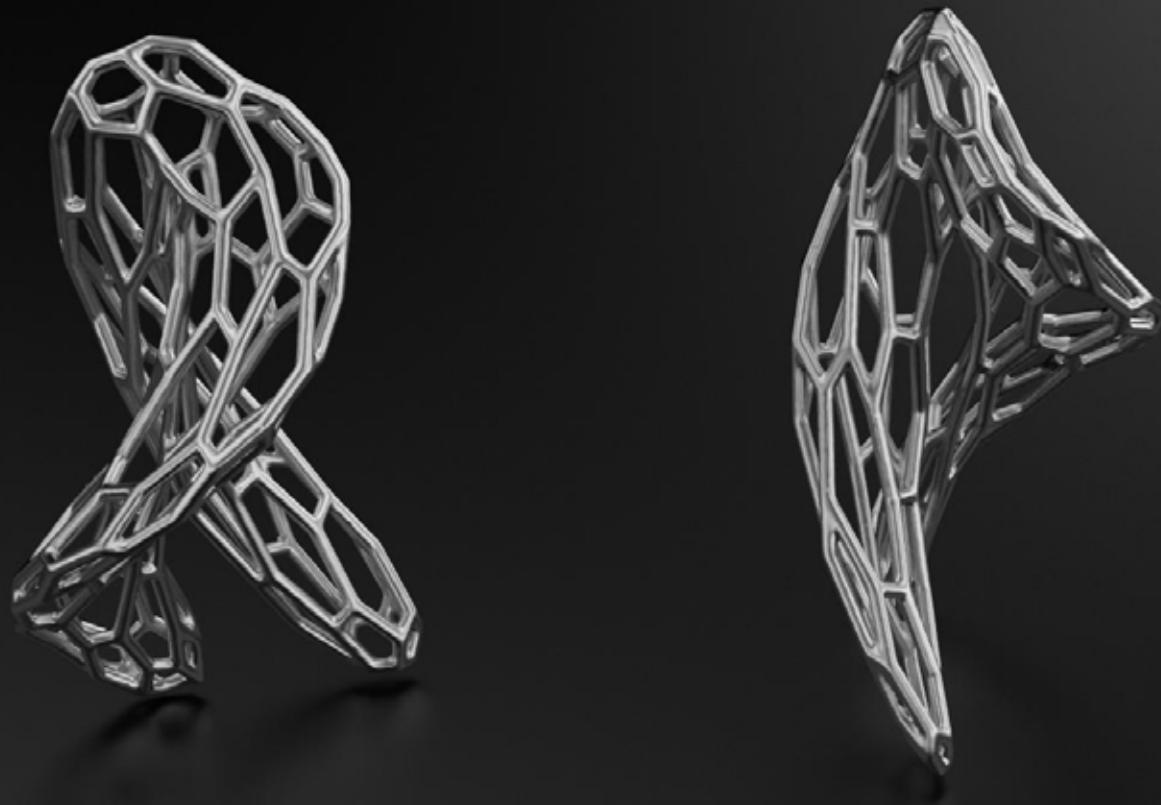
Software Paramétrico: Mesh Mixer (Modeladores 3D)

Solución Tecnológica: Impresión 3D

Proceso Constructivo: Metodo Artesanal de Casting

Materialidad: Plata 950





RENDER ARETES VORONOI

Platafomra Digital: Rhino Gold (Modeladores 3D)

Software Paramétrico: Mesh Mixer (Modeladores 3D)

Solución Tecnológica: Impresión 3D

Proceso Constructivo: Metodo Artesanal de Casting

Materialidad: Plata 950

RENDER PULSERA VORONOI

Platafomra Digital: Rhino Gold (Modeladores 3D)

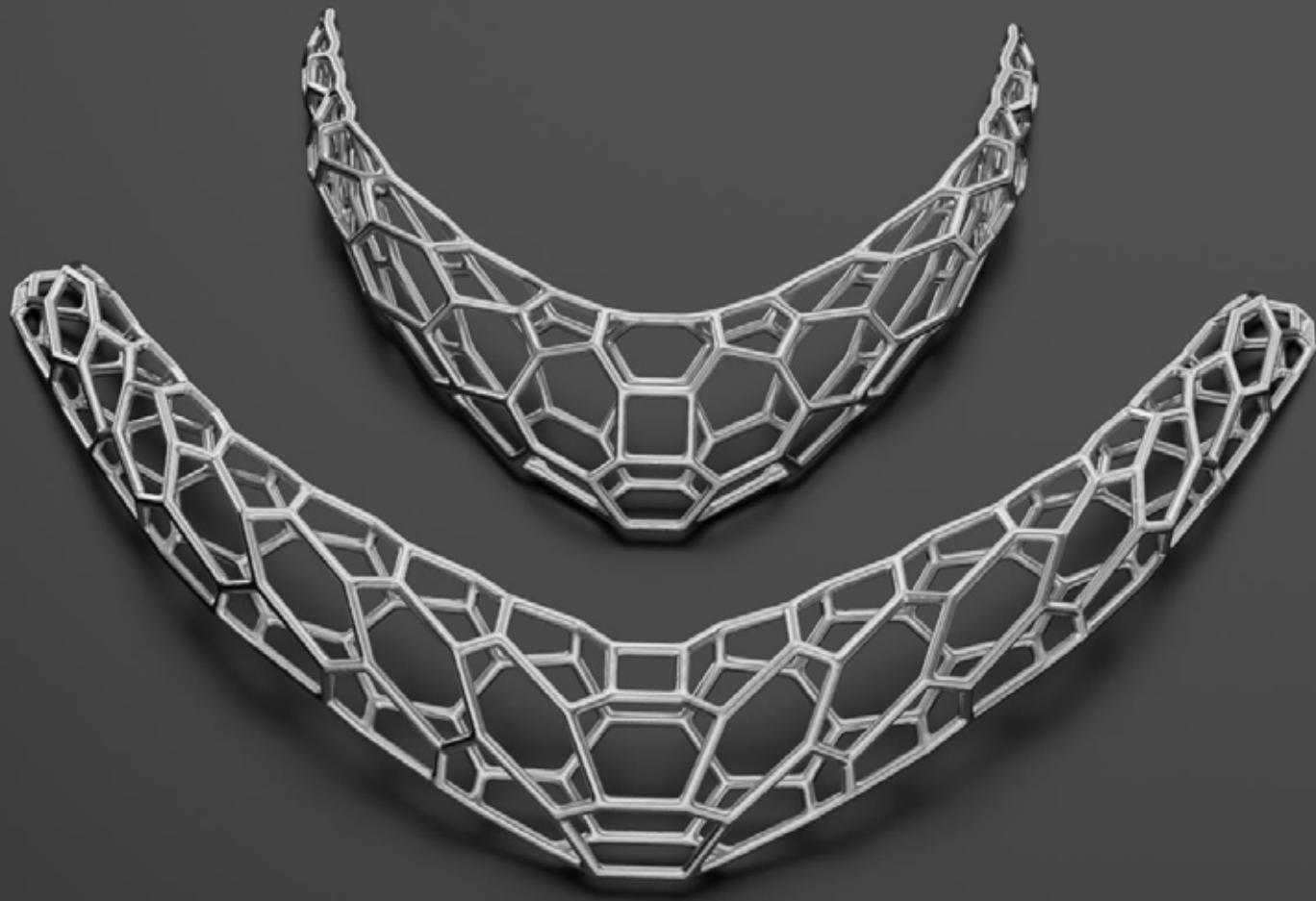
Software Paramétrico: Mesh Mixer (Modeladores 3D)

Solución Tecnológica: Impresión 3D

Proceso Constructivo: Metodo Artesanal de Casting

Materialidad: Plata 950





RENDER COLLAR VORONOI

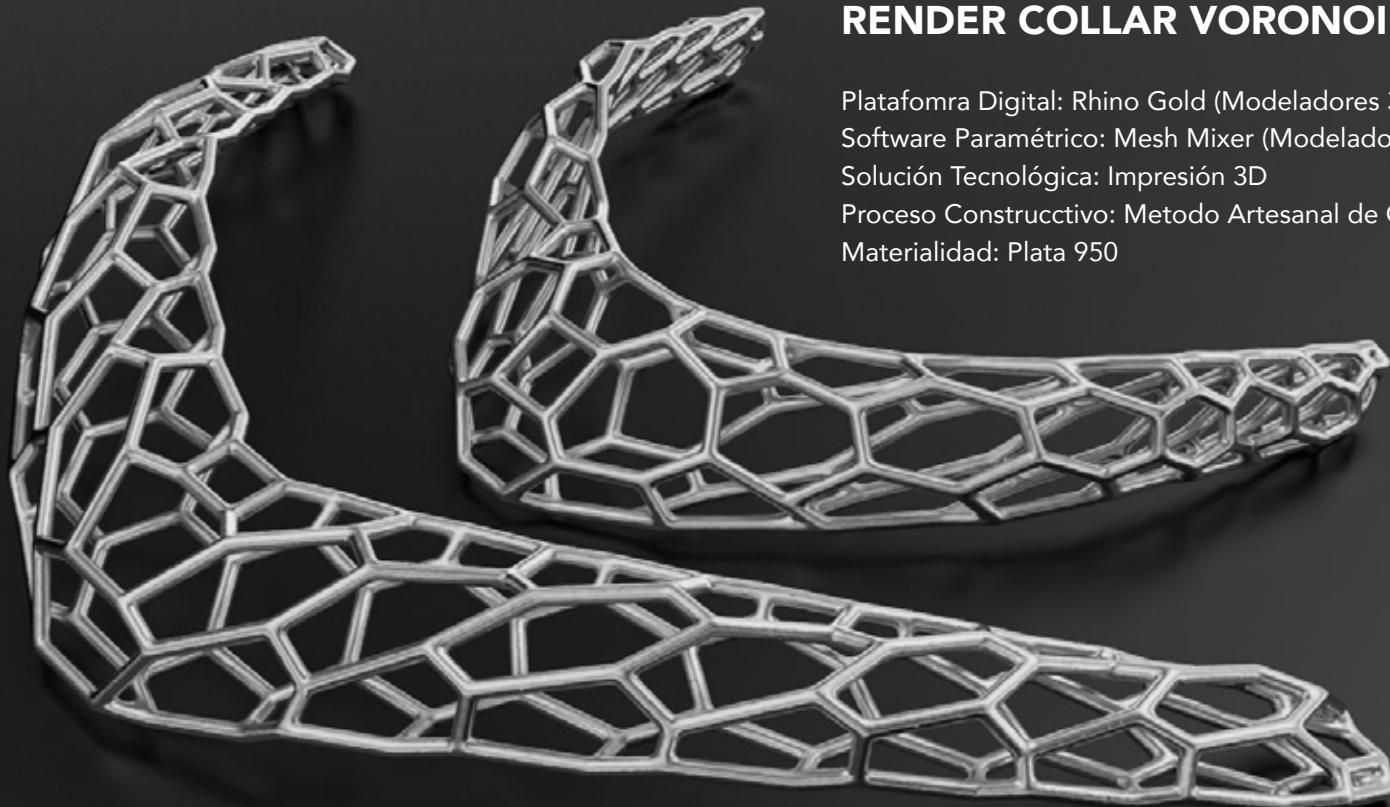
Platafomra Digital: Rhino Gold (Modeladores 3D)

Software Paramétrico: Mesh Mixer (Modeladores 3D)

Solución Tecnológica: Impresión 3D

Proceso Constructivo: Metodo Artesanal de Casting

Materialidad: Plata 950



A close-up photograph of a dragonfly perched on a thin, brown branch. The dragonfly has a yellow and brown patterned body and large, transparent wings with a complex network of veins. The background is dark and out of focus.

4TO

CAPÍTULO

RESULTADOS

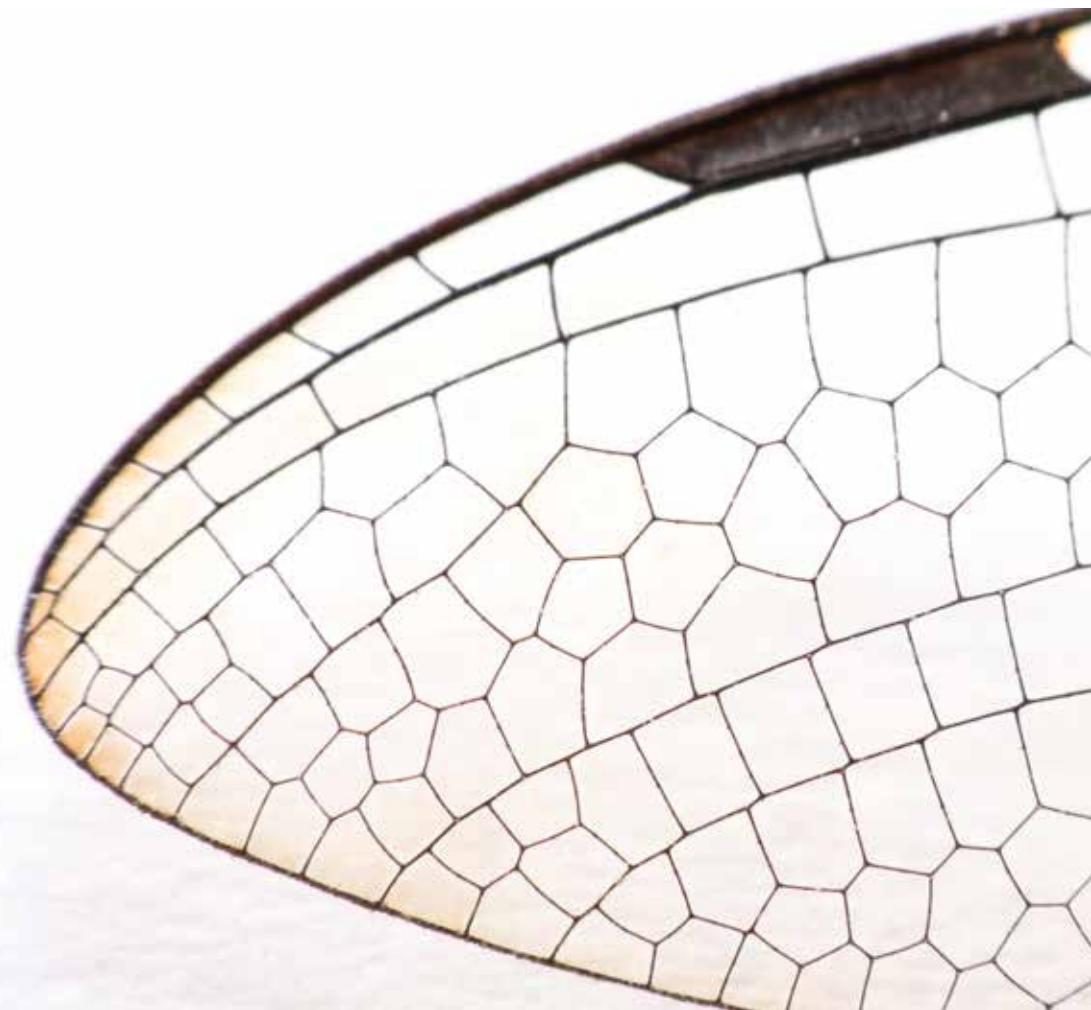
4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se detallara la documentación técnica de la línea de joyas, teniendo en cuenta que las acotaciones seran las dimensiones generales ya que al ser elementos de naturaleza organica no se necesita explicar a detalle sus formas.

Se hablará de los costos por valor unitario y producción en serie asi como porcentajes de ingreso, detallando las diferentes etapas para su realización y materialización.

4.2 COSTOS

Los costos de produccion tendran que ver con los gastos necesarios para mantener un proyecto, en este caso la línea de joyería en el cual se incluyen costos de materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en sus procesos. Tambien se consideran el pago de los sueldos y prestaciones a obreros y empleados asi como tambien de los bienes y servicios consumidos en el proceso constructivo, materias primas, energía eléctrica, servicios basicos.



4.2.1 Costos Anillo Voronoi

COSTOS FIJOS MENSUALES

Descripción	Valor Total
SUELDOS NOMINA	\$ 1.925,68
ARRIENDO	\$ 250,00
FINANCIEROS	\$ 150,00
SEGUROS	\$ 46,00
VIGILANCIA	
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
DEPRECIACIÓN	\$ 50,00
OTROS ADMINISTRATIVOS	\$ -
Total Costos Fijos	\$ 2.471,68

SUELDOS NOMINA	
DISEÑADOR	\$ 800,00
Obrero 1	\$ 562,84
Obrero 2	\$ 562,84
CONTADOR	1925,68367

FACTOR PRESTACIONAL

Salario Mensual	\$ 394,00
Salario Básico	\$ 394,00
Horas ordinarias diurnas	232 (29 día * 8h)
Horas Festivas diurnas	8 (8h*1día)
TOTAL HORAS A PAGAR	240

Prestación	A cargo de		A cargo de	
	Empleador	Empleado	Empleador	Empleado
Aporte patronal IESS	20,60%	11,15%	9,45%	\$ 43,93 \$ 37,23
Decimotercera remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83
Decimocuarta remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83
Fondos de reserva	8,33%	8,33%		\$ 32,83
Dotación de Uniformes (2 al año)				
Zapatos 35				
Camisa 10	8,33%	8,33%		\$ 10,00
Pantalón 15				
TOTAL 60 x 2 = 120 anuales				
120				
Vacaciones	4,17%	4,17%		\$ 16,42
TOTAL FACTOR PRESTACIONAL	48,65%	9,45%	\$ 168,84	\$ 37,23

COSTO PARA EL EMPLEADOR \$ 562,84

	Día / año	Descanso	Hábiles	Vacaciones	Ausentismo	Laborado / anual	
VALOR DÍA	365	116	249	15	4	230	\$ 29,37

	Hábiles	Descanso	Disponibles	
VALOR HORA	8	0	8	\$ 3,67

VALOR MINUTO	\$ 0,061
---------------------	-----------------

CALCULO DE COSTOS VARIABLES

Juan Pérez

Anillo Voronoi

Materias Primas

M.P.	Cant.	Unidades	Costo x Unidad	Costo Total
plata	9	g	\$ 0,60	\$ 5,40
impresión 3d	3	h	\$ 5,00	\$ 15,00
molde	1	und	\$ 25,00	\$ 25,00

Total Materia Prima \$ 45,40

Mano de Obra directa

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Minutos de operación por mesa	16	h	\$ 3,671	\$ 58,73

Total MOD \$ 58,73

Costos indirectos de Fabricación CIF

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Insumos varios	1	Und	\$ 1,00	\$ 1,00

TOTAL CIF \$ 1,00

COSTO VARIABLE POR JOYA \$ 105,13

Costo total de la prenda

Referencia	Costo Variable	Mes	Enero
		Costo fijo Mes	Unidades Proyeccion mes
Juan Pérez	\$ 105,13	\$ 2.471,68	300
	COSTO FIJO UNI	8,24	

$$\begin{aligned} \text{C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO)} &= \text{CVU} + \text{CFU} \\ \text{C.T.} &= \$ 113,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PVP} &= \text{C.T.} + \text{U} \\ \text{U} &= \% \text{ C.T.} \\ \text{U} &= 50\% \times \text{C.T.} \end{aligned}$$

$$\text{U} = \$ 56,69$$

$$\text{P.V.P.} = \$ 170,06$$

ANUAL

Referencia	Costo Variable	Costo fijo Anual	Unidades Proyeccion Anual
Juan Pérez	\$ 105,13	\$ 29.660,20	3600
	COSTO FIJO UNI	8,24	

$$\begin{aligned} \text{C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO)} &= \text{CVU} + \text{CFU} \\ \text{C.T.} &= \$ 113,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PVP} &= \text{C.T.} + \text{U} \\ \text{U} &= \% \text{ C.T.} \\ \text{U} &= 150\% \times \text{C.T.} \end{aligned}$$

$$\text{U} = \$ 170,06$$

$$\text{P.V.P.} = \$ 283,43$$

4.2.2 Costos Aretes Voronoi

COSTOS FIJOS MENSUALES

Descripción	Valor Total
SUELDOS NOMINA	\$ 1.925,68
ARRIENDO	\$ 250,00
FINANCIEROS	\$ 150,00
SEGUROS	\$ 46,00
VIGILANCIA	
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
DEPRECIACIÓN	\$ 50,00
OTROS ADMINISTRATIVOS	\$ -
Total Costos Fijos	\$ 2.471,68

SUELDOS NOMINA	
DISEÑADOR	\$ 800,00
Obrero 1	\$ 562,84
Obrero 2	\$ 562,84
CONTADOR	1925,68367

FACTOR PRESTACIONAL

Salario Mensual	\$ 394,00
Salario Básico	\$ 394,00
Horas ordinarias diurnas	232 (29 día * 8h)
Horas Festivas diurnas	8 (8h*1día)
TOTAL HORAS A PAGAR	240

Prestación		A cargo de		A cargo de	
		Empleador	Empleado	Empleador	Empleado
Aporte patronal IESS	20,60%	11,15%	9,45%	\$ 43,93	\$ 37,23
Decimotercera remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Decimocuarta remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Fondos de reserva	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Dotación de Uniformes (2 al año)					
Zapatos 35					
Camisa 10	8,33%	8,33%		\$ 10,00	
Pantalon 15					
TOTAL 60 x 2 = 120 anuales					
120					
Vacaciones	4,17%	4,17%		\$ 16,42	
TOTAL FACTOR PRESTACIONAL		48,65%	9,45%	\$ 168,84	\$ 37,23

COSTO PARA EL EMPLEADOR \$ 562,84

	Día / año	Descanso	Hábiles	Vacaciones	Ausentismo	Laborado / anual	
VALOR DÍA	365	116	249	15	4	230	\$ 29,37

	Hábiles	Descanso	Disponibles	
VALOR HORA	8	0	8	\$ 3,67

VALOR MINUTO	\$ 0,061
---------------------	-----------------

CALCULO DE COSTOS VARIABLES

Juan Pérez

Aretes Voronoi

Materias Primas

M.P.	Cant.	Unidades	Costo x Unidad	Costo Total
plata	14	g	\$ 0,60	\$ 8,40
impresión 3d	6	h	\$ 5,00	\$ 30,00
molde	1	und	\$ 25,00	\$ 25,00

Total Materia Prima \$ 63,40

Mano de Obra directa

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Minutos de operación por mesa	16	h	\$ 3,671	\$ 58,73

Total MOD \$ 58,73

Costos indirectos de Fabricación CIF

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Insumos varios	1	Und	\$ 1,00	\$ 1,00

TOTAL CIF \$ 1,00

COSTO VARIABLE POR JOYA \$ 123,13

Costo total de la prenda

Referencia	Costo Variable	Mes	Enero
		Costo fijo Mes	Unidades Proyeccion mes
Juan Pérez	\$ 123,13	\$ 2.471,68	300
	COSTO FIJO UNI	8,24	

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
C.T. = \$ 131,37

PVP = C.T. + U
U = % C.T.
U = 50% x C.T.
U = \$ 65,69

P.V.P. = \$ 197,06

ANUAL

Referencia	Costo Variable	Costo fijo Anual	Unidades Proyeccion Anual
Juan Pérez	\$ 123,13	\$ 29.660,20	3600
	COSTO FIJO UNI	8,24	

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
C.T. = \$ 131,37

PVP = C.T. + U
U = % C.T.
U = 150% x C.T.
U = \$ 197,06

P.V.P. = \$ 328,43

4.2.3 Cosotos Colgante Voronoi

COSTOS FIJOS MENSUALES

Descripción	Valor Total
SUELDOS NOMINA	\$ 1.925,68
ARRIENDO	\$ 250,00
FINANCIEROS	\$ 150,00
SEGUROS	\$ 46,00
VIGILANCIA	
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
DEPRECIACIÓN	\$ 50,00
OTROS ADMINISTRATIVOS	\$ -
Total Costos Fijos	\$ 2.471,68

SUELDOS NOMINA	
DISEÑADOR	\$ 800,00
Obrero 1	\$ 562,84
Obrero 2	\$ 562,84
CONTADOR	1925,68367

FACTOR PRESTACIONAL

Salario Mensual	\$ 394,00	
Salario Básico	\$ 394,00	
Horas ordinarias diurnas	232	(29 día * 8h)
Horas Festivas diurnas	8	(8h*1día)
TOTAL HORAS A PAGAR	240	

Prestación		A cargo de		A cargo de	
		Empleador	Empleado	Empleador	Empleado
Aporte patronal IESS	20,60%	11,15%	9,45%	\$ 43,93	\$ 37,23
Decimotercera remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Decimocuarta remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Fondos de reserva	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Dotación de Uniformes (2 al año)					
Zapatos 35					
Camisa 10	8,33%	8,33%		\$ 10,00	
Pantalon 15					
TOTAL 60 x 2 = 120 anuales					
120					
Vacaciones	4,17%	4,17%		\$ 16,42	
TOTAL FACTOR PRESTACIONAL		48,65%	9,45%	\$ 168,84	\$ 37,23

COSTO PARA EL EMPLEADOR \$ 562,84

	Día / año	Descanso	Hábiles	Vacaciones	Ausentismo	Laborado / anual	
VALOR DÍA	365	116	249	15	4	230	\$ 29,37

	Hábiles	Descanso	Disponibles	
VALOR HORA	8	0	8	\$ 3,67

VALOR MINUTO	\$ 0,061
---------------------	-----------------

CALCULO DE COSTOS VARIABLES

Juan Pérez

Colgante Voronoi

Materias Primas

M.P.	Cant.	Unidades	Costo x Unidad	Costo Total
plata	120	g	\$ 0,60	\$ 72,00
impresión 3d	14	h	\$ 5,00	\$ 70,00
molde	1	und	\$ 25,00	\$ 25,00

Total Materia Prima \$ 167,00**Mano de Obra directa**

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Minutos de operación por mesa	16	h	\$ 3,671	\$ 58,73

Total MOD \$ 58,73**Costos indirectos de Fabricación CIF**

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Insumos varios	1	Und	\$ 1,00	\$ 1,00

TOTAL CIF \$ 1,00**COSTO VARIABLE POR JOYA \$ 226,73****Costo total de la prenda**

Referencia	Costo Variable	Mes	Enero
		Costo fijo Mes	Unidades Proyeccion mes
Juan Pérez	\$ 226,73	\$ 2.471,68	300
	COSTO FIJO UNI	8,24	

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
 C.T. = \$ 234,97

PVP = C.T. + U
 U = % C.T.
 U = 50% x C.T.
 U = \$ 117,49

P.V.P. = \$ 352,46**ANUAL**

Referencia	Costo Variable	Costo fijo Anual	Unidades Proyeccion Anual
Juan Pérez	\$ 226,73	\$ 29.660,20	3600
	COSTO FIJO UNI	8,24	

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
 C.T. = \$ 234,97

PVP = C.T. + U
 U = % C.T.
 U = 150% x C.T.
 U = \$ 352,46

P.V.P. = \$ 587,43

4.2.4 Costos Pulsera Voronoi

COSTOS FIJOS MENSUALES

Descripción	Valor Total
SUELDOS NOMINA	\$ 1.925,68
ARRIENDO	\$ 250,00
FINANCIEROS	\$ 150,00
SEGUROS	\$ 46,00
VIGILANCIA	
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
DEPRECIACIÓN	\$ 50,00
OTROS ADMINISTRATIVOS	\$ -
Total Costos Fijos	\$ 2.471,68

SUELDOS NOMINA	
DISEÑADOR	\$ 800,00
Obrero 1	\$ 562,84
Obrero 2	\$ 562,84
CONTADOR	1925,68367

FACTOR PRESTACIONAL

Salario Mensual	\$ 394,00
Salario Básico	\$ 394,00
Horas ordinarias diurnas	232 (29 día * 8h)
Horas Festivas diurnas	8 (8h*1día)
TOTAL HORAS A PAGAR	240

Prestación		A cargo de		A cargo de	
		Empleador	Empleado	Empleador	Empleado
Aporte patronal IESS	20,60%	11,15%	9,45%	\$ 43,93	\$ 37,23
Decimotercera remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Decimocuarta remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Fondos de reserva	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Dotación de Uniformes (2 al año)					
Zapatos 35					
Camisa 10	8,33%	8,33%		\$ 10,00	
Pantalon 15					
TOTAL 60 x 2 = 120 anuales					
120					
Vacaciones	4,17%	4,17%		\$ 16,42	
TOTAL FACTOR PRESTACIONAL		48,65%	9,45%	\$ 168,84	\$ 37,23

COSTO PARA EL EMPLEADOR \$ 562,84

	Día / año	Descanso	Hábiles	Vacaciones	Ausentismo	Laborado / anual	
VALOR DÍA	365	116	249	15	4	230	\$ 29,37

	Hábiles	Descanso	Disponibles	
VALOR HORA	8	0	8	\$ 3,67

VALOR MINUTO	\$ 0,061
---------------------	-----------------

CALCULO DE COSTOS VARIABLES

Juan Pérez

Pulsera Voronoi

Materias Primas

M.P.	Cant.	Unidades	Costo x Unidad	Costo Total
plata	58	g	\$ 0,60	\$ 34,80
impresión 3d	12	h	\$ 5,00	\$ 60,00
molde	1	und	\$ 25,00	\$ 25,00

Total Materia Prima \$ 119,80**Mano de Obra directa**

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Minutos de operación por mesa	16	h	\$ 3,671	\$ 58,73

Total MOD \$ 58,73**Costos indirectos de Fabricación CIF**

Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Insumos varios	1	Und	\$ 1,00	\$ 1,00

TOTAL CIF \$ 1,00**COSTO VARIABLE POR JOYA \$ 179,53****Costo total de la prenda**

Referencia	Costo Variable	Mes	Enero
		Costo fijo Mes	Unidades Proyeccion mes
Juan Pérez	\$ 179,53	\$ 2.471,68	300
	COSTO FIJO UNI	8,24	

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
 C.T. = \$ 187,77

PVP = C.T. + U
 U = % C.T.
 U = 50% x C.T.
 U = \$ 93,89

P.V.P. = \$ 281,66**ANUAL**

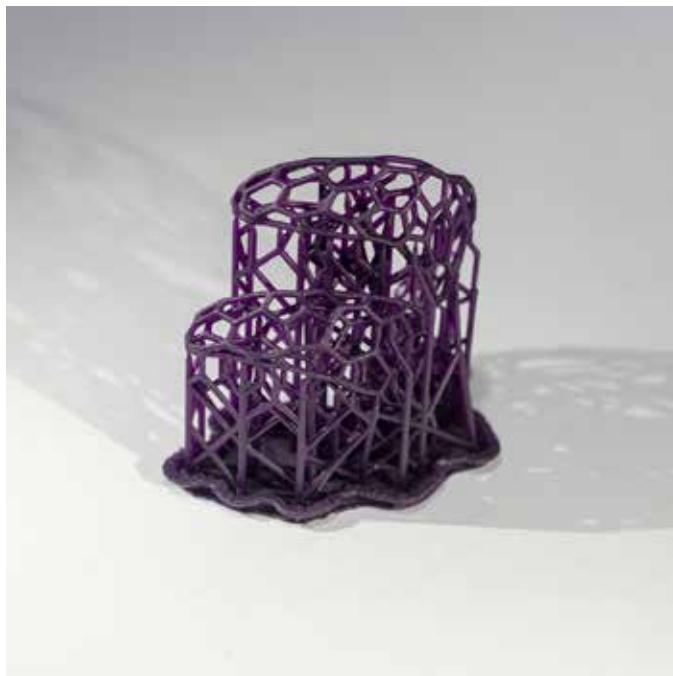
Referencia	Costo Variable	Costo fijo Anual	Unidades Proyeccion Anual
		COSTO FIJO UNI	8,24
Juan Pérez	\$ 179,53	\$ 29.660,20	3600

C.T. (COSTO TOTAL UNITARIO) = CVU + CFU
 C.T. = \$ 187,77

PVP = C.T. + U
 U = % C.T.
 U = 150% x C.T.
 U = \$ 281,66

P.V.P. = \$ 469,43

4.3 IMPRESIÓN 3D



4.4 ARMADO DE ÁRBOL



4.5 PROCESO DE CASTING



4.6 TABLA DE VALIDACIÓN

TABLA DE VALIDACIÓN DE JOYERÍA BASADA EN LA INVESTIGACIÓN EN LIBÉLULAS (ODONATOS).

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR	Sus observaciones y opiniones nos permitirán saber cuál es el nivel de satisfacción de la joyería, por lo que pedimos responder de manera cuidadosa y objetiva utilizando los siguientes criterios, donde 5 es el rango mayor y 1 es el rango menor.				
		1	2	3	4	5
1	Qué tan innovador le parece utilizar a libélulas para generar nuevas formas de joyería.					
2	Los distintos elementos de joyería le son fáciles de usar.					
3	Las joyas le proporcionan comodidad al momento de usarlas.					

4.6 CONCLUSION FINAL

Este proyecto de investigación ha logrado demostrar que mediante, los procesos creativos de Diseño de Objetos y distintas metodologías que ofrece la Biomimética es posible abstraer patrones para ser aplicados en un sin fin de objetos pero en este caso aplicados a una línea de joyería.

Es posible crear formas que en un momento dado parecían una utopía por su complejidad morfológica pero a medida que avanzó el proyecto el reto fue quedando corto por los saberes que brindaron las distintas teorías para llegar a una concreción formal, logrando edificar una línea de joyas basada en la abstracción de las alas de libélula que tienen una apariencia simple, pero que al momento de diseñar y construir se vuelve complejo y es allí donde entra la prueba y el error para saber si los resultados serán los deseados o si en el proceso se deban realizar modificaciones para poder concretar los distintos elementos de la línea de joyas planteada, como resultado se obtienen formas y volúmenes simétricos que al pasar por un modelador paramétrico cambia ciento por ciento generando una estructura irregular auto soportante aplicando el patrón Voronoi obtenido del estudio morfológico de nuestro animal.

4.7 BIBLIOGRAFÍA

- Muñiz, Rafael (2017). Biomimética Herramientas Inspiradas en la Naturaleza Recuperado de: [file:///C:/Users/Juan%20Perez/Downloads/3450-10975-1-PB%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Juan%20Perez/Downloads/3450-10975-1-PB%20(5).pdf)
- Biomimetics Ciencias institute (2017). Recuperado de <http://www.biomimeticsciences.org/es/biomimetica/>
- Jiménez, Gabriela (2011). Tesis Bio – Mimesis. Recuperado de https://issuu.com/gabrielajj18/docs/tesis_bio-m_mesis
- López, Ignacio (2014). Modelo metodológico de diseño conceptual con enfoque Biomimético. Recuperado de <https://zagan.unizar.es/record/13523/files/TESIS-2014-032.pdf>
- Historia de la Biomimesis Timeline (2019). Recuperado de: <https://www.timetoast.com/timelines/biomimetics-years-only>
- Bucci, Doug (2015). Recuperado de: <https://www.dougbucci.com/about/>
- Castaño, Luis (2018). Joyas inteligentes inspiradas en insectos.
- Caceres, Maximiliano (2017). Stereometric System. Recuperado de <http://stereometric-system-studio.com/>
- Fok, Nora (2018). Las matemáticas son una joya.
- Louis-Rosenberg, Jessica Rosenkrantz y Jesse (2017). Nervous System.
- Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra (2014) Bosco Verticale (Milán)
- Jacques Herzog, Pierre de Meuron (2012). Estadio Olímpico Nacional de Beijing. El Nido de pájaro.
- Biomimetics Sciences institute (2017). Farolas biomiméticas (Barcelona).
- Ecuador, Ministerio de Turismo (2014). ECUADOR PAÍS MEGA DIVERSO.
- Torralba-Burrial, Antonio (2015). Orden Odonata. Recuperado de http://sea-entomologia.org/IDE@revista_41.pdf
- Navarrete, Sandra (2014). Diseño paramétrico. El gran desafío del siglo XXI