

# Técnicas avanzadas de superficie. Segunda entrega

*Por Eddie Nahúm Armendáriz Mireles (et. al.)*

---

CANTIDAD DE PALABRAS 36732

HORA DE ENTREGA

31-JUL-2024 11:51A. M.

NÚMERO DE  
IDENTIFICACIÓN DEL  
TRABAJO

110795652

# Técnicas avanzadas de superficie. Segunda entrega

EDDIE NAHÚM ARMENDARIZ MIRELES  
ENRIQUE ROCHA RANGEL



## Índice general

<i>Comité evaluador</i> . . . . .	7
<i>Agradecimientos</i> . . . . .	9
<i>Dedicatoria</i> . . . . .	11
<i>Prólogo</i> . . . . .	17
1. Técnica mediante imagen por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	21
2. Multicuerpos por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	95
3. Multicuerpos mediante barrido y ángulo de salida por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	129
4. Manejo de tablas por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	145
5. De sólidos a superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	187
6. Matriz y estructuras entrelazadas en superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles.</i> . . . . .	207

---

7. Modelado libre por superficies, mediante patrones y deformaciones <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles</i> . . . . .	225
8. Técnicas mediante imagen y proyecciones por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles</i> . . . . .	235
9. Aplicación de materiales y técnicas de recubrir en superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles y Enrique Rocha Rangel</i> . . . . .	275
10. Multicuerpos en diseño de una esfera mediante patrones <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles y Enrique Rocha Rangel</i> . . . . .	291
11. Por croquis 3D y barridos por superficies <i>Eddie Nahúm Armendáriz Mireles</i> . . . . .	317
<i>Comentarios finales</i> . . . . .	387
<i>Técnicas básicas por superficie</i> . . . . .	389
<i>Bibliografía</i> . . . . .	391
<i>Sobre los autores</i> . . . . .	393

El modelado de superficies suele dar mucho vértigo a los usuarios. En este libro queremos ayudarlos a perder ese miedo con pequeños tutoriales de superficie. Además, comprobaremos que modelar superficies es más fácil de lo que pensábamos.



## Prólogo

El objetivo de este libro es presentar, de forma sencilla, técnicas e ideas en el terreno del diseño, en la complejidad de las técnicas de superficies amorfas. El modelado complejo es a menudo un ejercicio de múltiples métodos o técnicas de multicuerpos, y tener varias maneras de lograr cualquier tarea siempre es de ayuda. Habrá situaciones en el diseño donde es probable que necesitemos cada una de las técnicas de modelado híbrido. En cuanto a qué técnica es mejor, no hay una sola respuesta que sea válida en todos los casos, pero con este libro podrás valorarlas en varios aspectos; te mostramos varias técnicas y le quitamos la etiqueta de *complejo y nivel avanzado* por algo simple y dinámico y fácil de diseñar.

Una superficie es un término general que describe una geometría de espacio o cero, pero que podemos hacerla sólida para su manufactura.

Históricamente, las tendencias en diseño de productos han variado desde lo más sencillo y prismático hasta las formas orgánicas inspiradas por la naturaleza, pero los diseños de productos con más éxito suelen estar en un punto medio. Se pueden crear fácilmente formas prismáticas mediante las técnicas de modelado, pero las formas más complejas no se pueden construir de este modo. Se necesitará una combinación de dos técnicas distintas, lo que se denomina “modelado híbrido” sólido. Esto te permitirá trabajar simultáneamente con múltiples cuerpos sólidos o superficies, decidiendo cuándo y dónde en el historial de la pieza deseas colocar una operación, y cuándo solidificar esa operación; al final del modelado o del diseño podremos manufacturarlo con alguna técnica de impresión 3D,

CNC, o manufactura de inyección de plásticos mediante moldes o técnicas de maquinados convencionales ya sea con diseños bioinspirados o geométricos, o con multicuerpos, dando soluciones a las necesidades cotidianas o específicas.

En las prácticas guiadas y en las técnicas <sup>7</sup> es posible darles un volumen o espesor a las superficies y convertirlas en sólidos, pues así se pueden extraer propiedades físicas como masa o centro de gravedad. También se pueden convertir superficies que formen un volumen cerrado en un sólido se pueden convertir caras de sólidos en superficies.

En este libro se explica de forma elemental esa doble función del intelecto: la que capta los conceptos (técnicas) y la que capta las soluciones (entorno). Las principales aportaciones que se han introducido en esta nueva edición de diseño en superficies complejas tienen que ver con llevar al diseñador (alumno) a digerir y entender lo fácil que se pueden dar soluciones creativas, y en este libro las técnicas mostradas están motivadas por esa distinción.

Así pues este trabajo nace con el propósito de servir de guía de autoaprendizaje de diseño que permita el acceso al modelado de superficies. Cada vez son más los sistemas que involucran la combinación de formas complejas y amorfas, cuando las formas simples y las geometrías restringidas no alcanzan o son suficientes.

En cada capítulo se procura contemplar las herramientas para diseño de gama alta, esto mediante tutoriales donde la complejidad dependerá del número de detalles de la pieza.

N<sup>10</sup>stro objetivo es que aprendas los fundamentos de diseño en superficies, de una forma guiada, pero autodidacta, experimentando y practicando al mismo tiempo sistemas tan elaborados como los que se proponen.

La presente edición de diseño aplicado a productos mediante superficies <sup>9</sup> contiene las siguientes estructuras:

En primer lugar se han añadido técnicas alternas al diseño mismo como: las técnicas aplicadas al uso de superficies, en el manejo de técnicas de multicuerpos de sólidos a superficies y de superficies a sólidos, creando cuerpos físicos mediante estas técnicas, comenzando por la croquización de *sketches* y limitarlos por el uso de cotas inteligentes.

La aplicación de simetría, técnicas de recubrimiento, técnicas de dise-



ño mediante imágenes a un espacio de trabajo y croquizar para seguir una trayectoria de la imagen, técnicas aplicadas mediante programa de *diseño en superficies* en SolidWorks.

En segundo lugar se introducen técnicas y conceptos de diseño que ayudan a manejar fácilmente un producto en diseño digital.

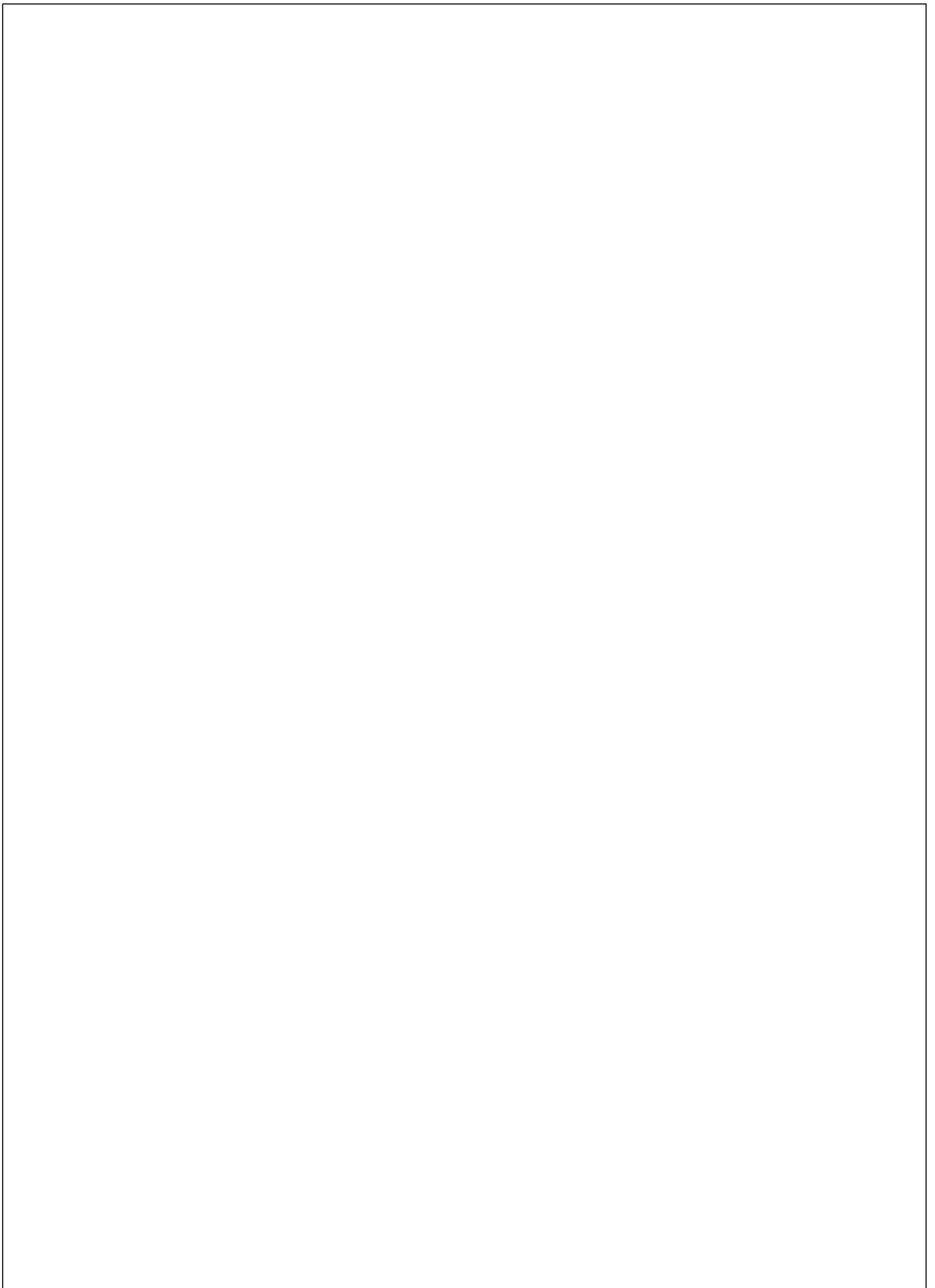
Asimismo, mediante un objeto usado como molde para la creación de un diseño nuevo, importando cuerpos sólidos para crear moldes, crear componentes individuales para un ensamble. Aplicar texturas, calcomanías y renderizados, técnicas aplicadas mediante *diseño en superficies*.

En tercer lugar se añaden algunas técnicas de diseño que explican con mayor detalle el tema de superficies, polilíneas para la creación de proyecciones con croquis sobre superficies y formar partes independientes en una misma pieza sólida, a través de técnicas aplicadas mediante *diseño en superficies*.

En cuarto lugar se introducen técnicas de *diseño biológicos o formas inspiradas en la naturaleza, bioinspiradas*. Se presenta una propuesta de estructuras en armonía con el ser humano y su entorno natural, la aplicación de patrones y proporciones geométricas presentes en las geometrías de la naturaleza biológica, que también pueden aplicarse a un diseño de producto. Este concepto viene derivado del acto del diseño apoyado por el análisis y la aplicación de elementos geométricos de nuestro entorno: “la naturaleza”.

En quinto lugar se introducen conceptos de *materiales aplicados al diseño de productos* en cada práctica, siempre es un tema para un diseñador crear el modelo o producto con los materiales adecuados para su funcionalidad en juego con temas como ergonomía, calidad, funcionalidad, costos y sustentabilidad.

Esperamos que este libro sea de tu agrado.



# 1. Técnica mediante imagen por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.01>

## Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies; un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica máscara COVID-19. Para poder lograr lo anterior se recurre a la técnica por imágenes, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de imágenes frontal, lateral y vista aérea, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer las imágenes en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, mallas, multi-cuerpos, proyecciones de líneas, técnicas mediante imágenes.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 1: MÁSCARA COVID-19

Figura 1. *Modelo careta por superficies COVID-19*



Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/771804454880442652/>

## **Práctica 1: Diseño de un producto como una máscara COVID-19**

### ***Objetivo de la práctica:***

Las técnicas aplicadas al uso de superficies en este tutorial serán vistas hasta la parte intermedia final de este mismo. En esta práctica aplicaremos las técnicas mediante imágenes por superficies.

### **Competencias:**

- \* Crear croquis y dimensionar; operaciones básicas (manejo de línea y línea constructiva).
- \* Croquizar/spline (croquizado respecto a línea constructiva).
- \* Extruir pieza.
- \* Redondear superficies.
- \* Multicuerpos, cortes y proyecciones de líneas.
- \* Aplicar espesor.

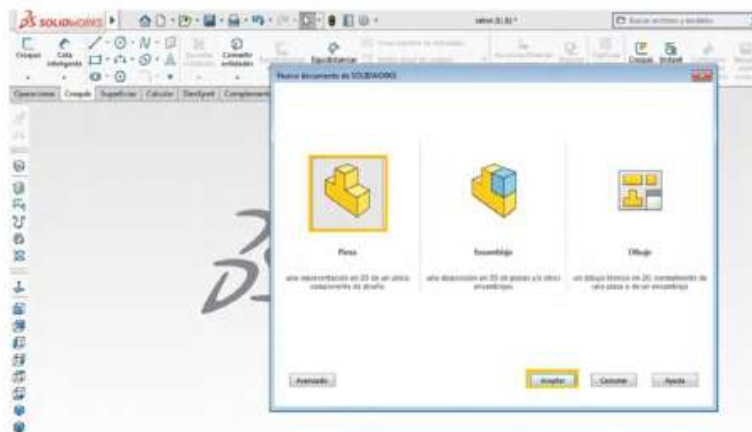
## Especificaciones de la práctica

Las técnicas aplicadas al uso de mallas en este tutorial serán vistas hasta la parte intermedia final de este mismo. En esta práctica aplicaremos las técnicas por medio de imágenes y proyecciones de líneas. El propósito de generar curvaturas y superficies mediante curvaturas complejas en la práctica es hacer que tenga un aparente trabajo como el de la forja de una máscara. Esta práctica nos permite comprender que se puede trabajar directamente con croquis fijos y transformarlo a piezas sólidas y punto seguido aplicar una curvatura al material. En otras prácticas se puede realizar la curvatura previa antes de todo el proceso.

## Inicio del tutorial

1. El primer paso es abrir una pieza nueva en *solidworks*, para esto seleccionamos “Pieza” y después “Aceptar”.

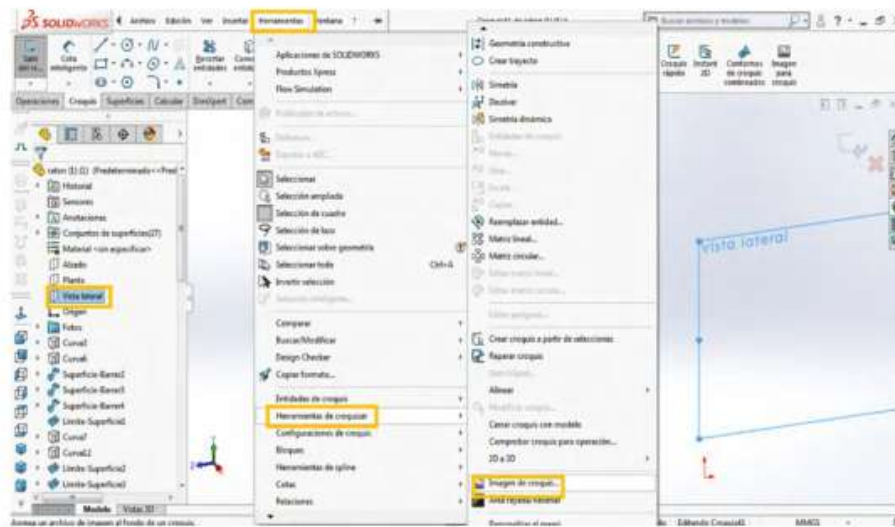
Figura 1.1. Ambiente de trabajo en el programa



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

2. Después seleccionamos plano “Vista lateral”. Para esto debes irte a “Herramientas”, después a “Herramientas de croquizar”, siguiendo con “Imagen de croquis” e insertar la siguiente imagen (se debe acomodar de modo que esté perpendicular al punto de origen).

Figura 1.2. Selección de planos



Fuente: Elaboración propia.

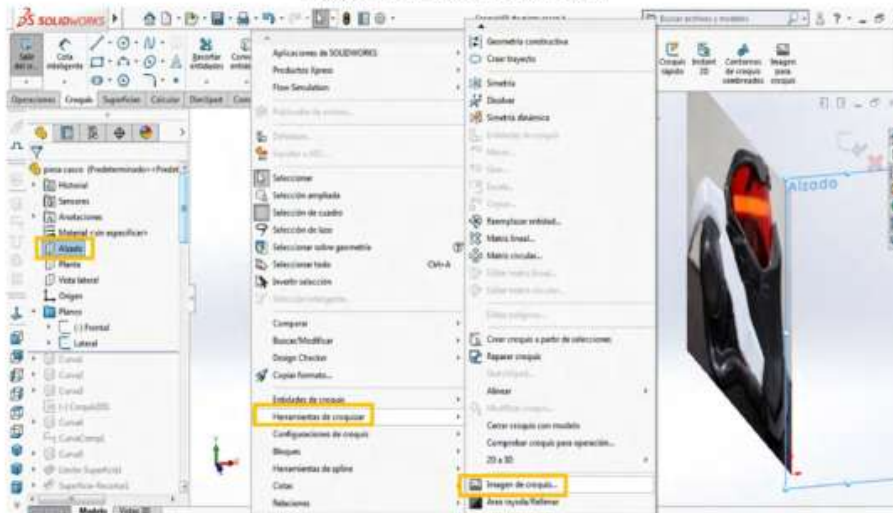
Figura 1.3. Insertar imagen al plano



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

3. Para terminar con las imágenes de referencia debemos seleccionar el plano "Alzado", después debes irte a "Herramientas", luego a "Herramientas de croquis", siguiendo con "Imagen de croquis" e insertar la siguiente imagen (se debe acomodar de modo que la imagen se encuentre perpendicular a la otra imagen, de acuerdo a como se desee hacer la pieza).

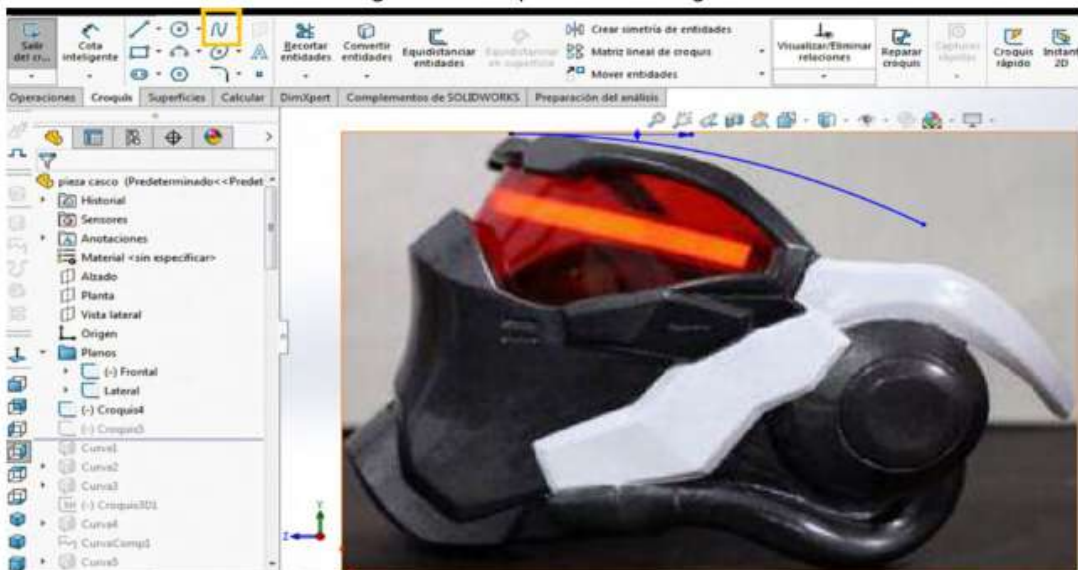
Figura 1.4. Ajuste de imagen



Fuente: Elaboración propia.

- Después abriremos un plano en vista lateral en donde abriremos un croquis; posteriormente insertaremos una curva como se muestra en la figura 1.5, para empezar a hacer la forma del casco.

Figura 1.5. Croquizar sobre imagen



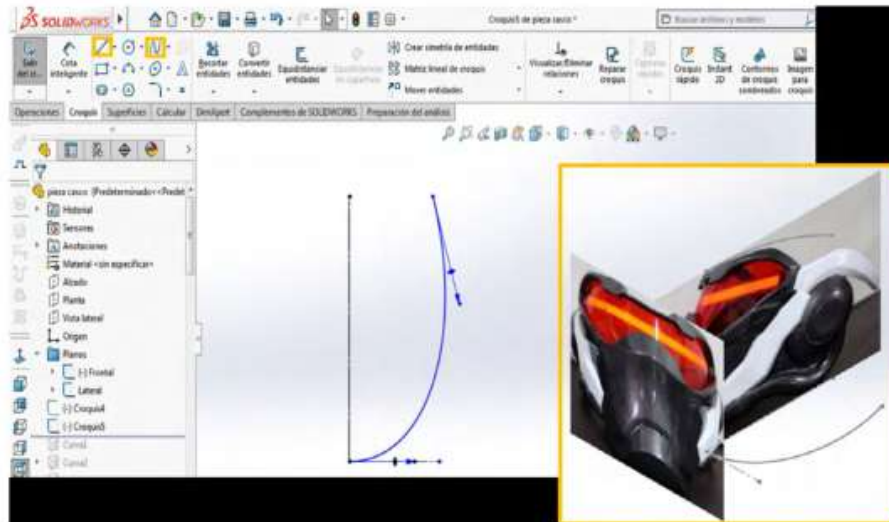
Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

- Después seleccionamos plano "Planta", después "Croquis", y procederemos a seleccionar "Spline" para hacer una curva sobre la imagen; poste-



riormente insertaremos una línea constructiva de manera vertical. Utilizaremos la opción “Convertir entidades” en la curva previamente realizada en el croquis anterior, y la haremos constructiva.

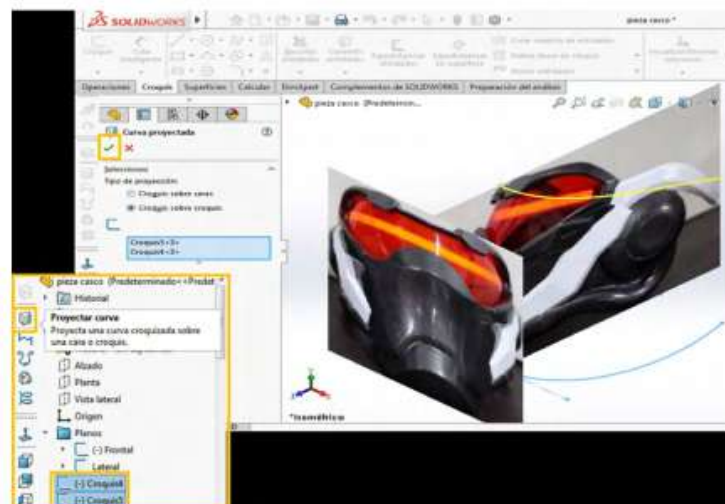
Figura 1.6. Croquizar sobre imagen con spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

6. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis, y nos vamos a “Proyectar curva” para obtener el resultado que se muestra en la figura 1.7, y damos aceptar.

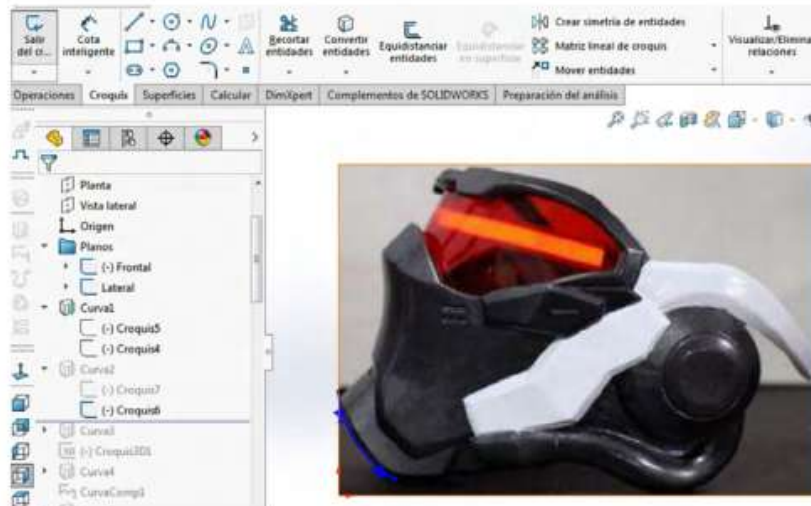
Figura 1.7. Proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

7. A continuación ingresaremos una “Spline”, como se muestra en la figura 1.8, basándonos en la imagen que tenemos de croquis.

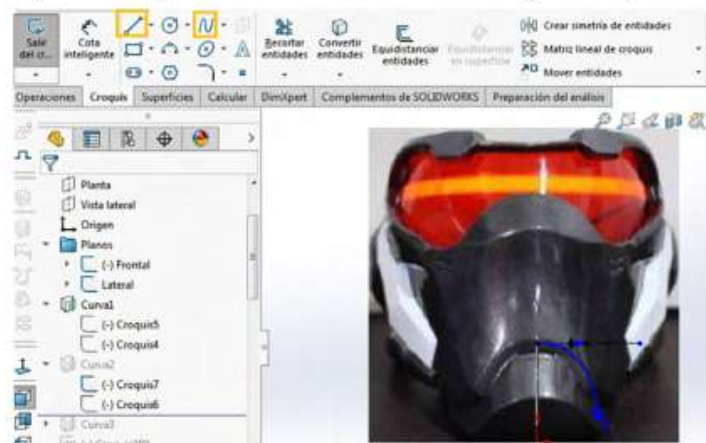
Figura 1.8. Croquizar sobre imagen con spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

8. Después en plano “Alzado” abriremos un croquis y seleccionaremos la curva realizada en el croquis anterior y la convertiremos haciéndola constructiva; después insertaremos una “Spline” para hacer una curva desde la línea. Después insertaremos una línea constructiva iniciando desde el punto de la curva previamente realizada, como se muestra en seguida.

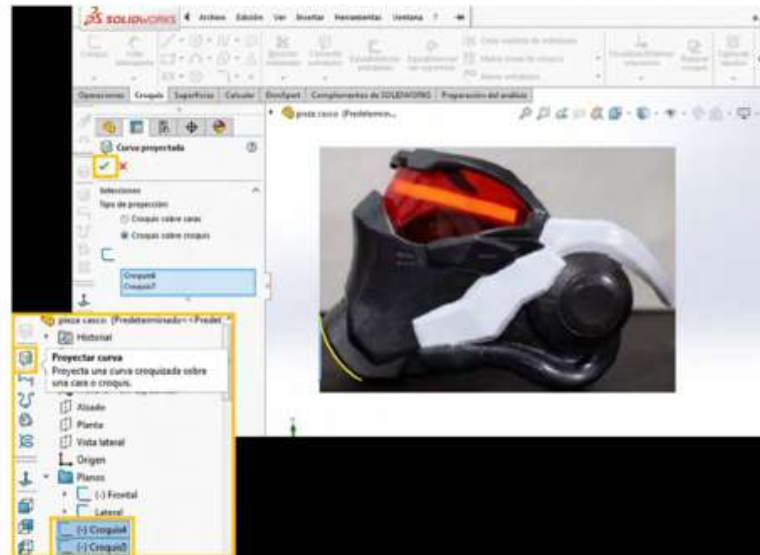
Figura 1.9. En plano alzado croquizar sobre imagen con Spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

9. A continuación, proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

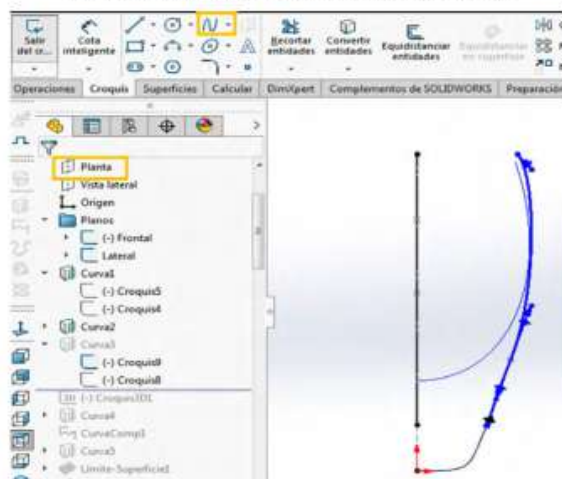
Figura 1.10. *Proyección de curvas*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

10. Seleccionaremos un plano “Planta” y en él haremos un croquis como se muestra a continuación. Utilizaremos una línea constructiva y una “spline”, éstas deben estar relacionadas horizontalmente en sus puntos.

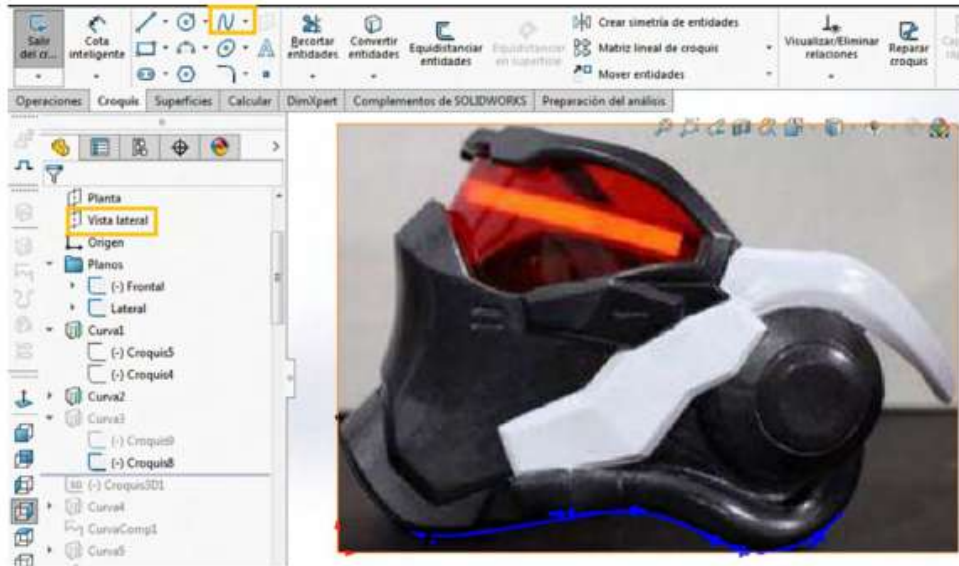
Figura 1.11. *Líneas constructivas y spline*



Fuente: Elaborado propia.

11. Después abriremos un plano “Vista lateral”, en donde haremos un croquis con una “Spline”, como se muestra, a continuación.

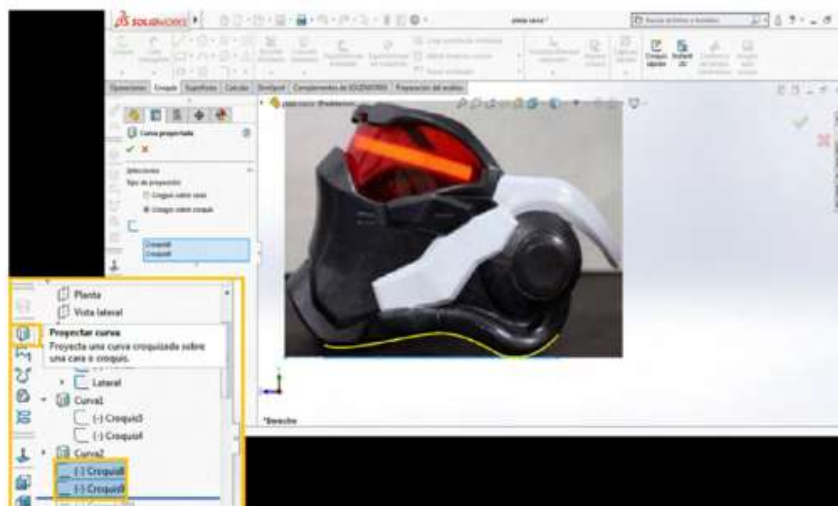
Figura 1.12. Croquizar sobre imagen con spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

12. En seguida proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva” para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

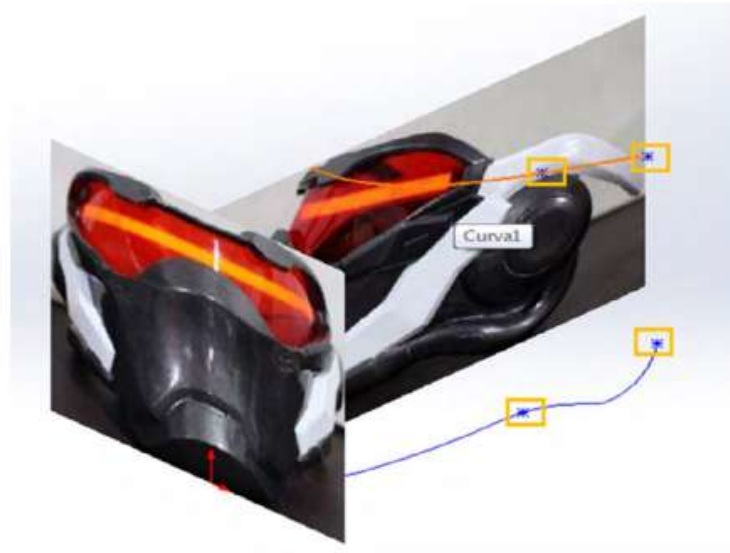
Figura 1.13. Proyectar líneas y curvas



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

13. Posteriormente abriremos un croquis 3D, en donde insertaremos cuatro puntos como se muestran a continuación.

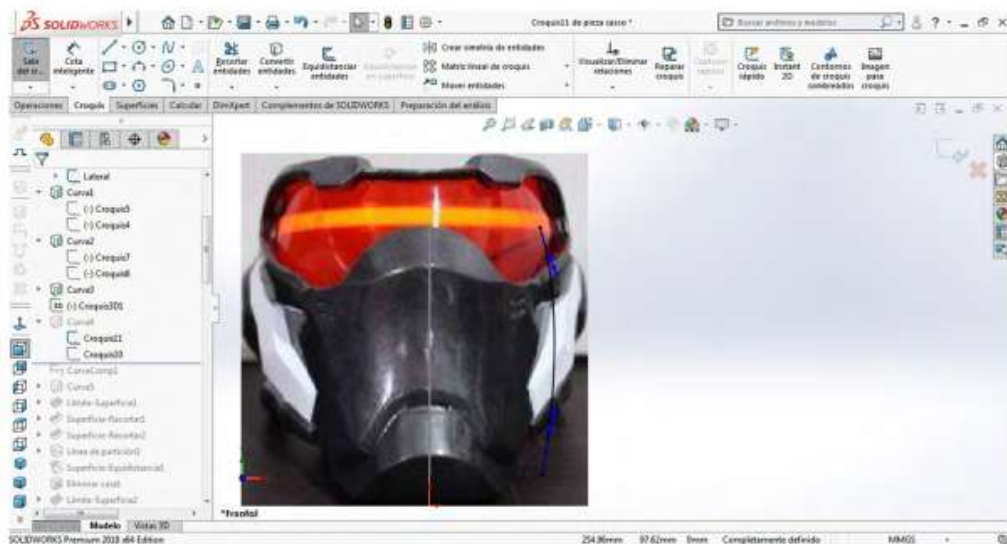
Figura 1.14. Croquizado 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

14. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y procederemos a seleccionar una “Curva”, para hacerla como se muestra en la figura 1.5.

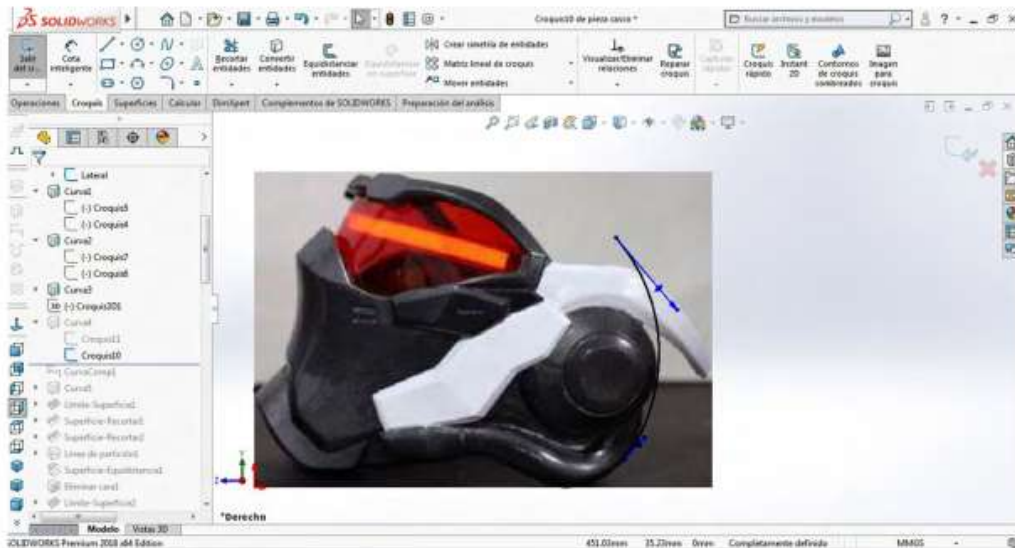
Figura 1.15. Selección de curva en plano alzado



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

15. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y elegimos una “Curva”, para hacerla como se muestra abajo.

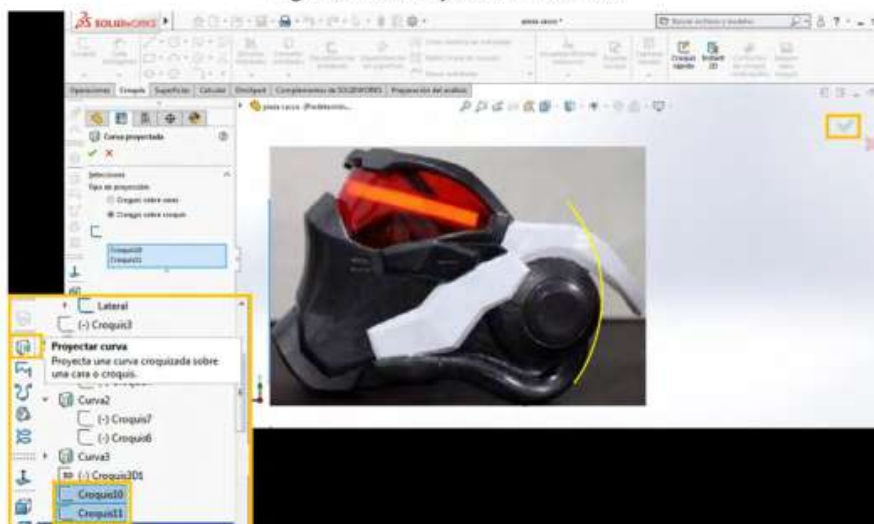
Figura 1.16. Selección de curva en vista lateral



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

16. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

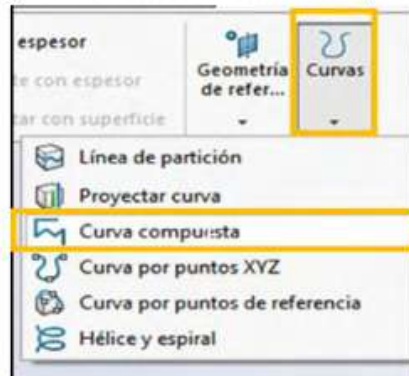
Figura 1.17. Proyección de curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

17. Posteriormente utilizaremos la opción “Curva compuesta”, seleccionaremos las curvas que se muestran y damos aceptar.

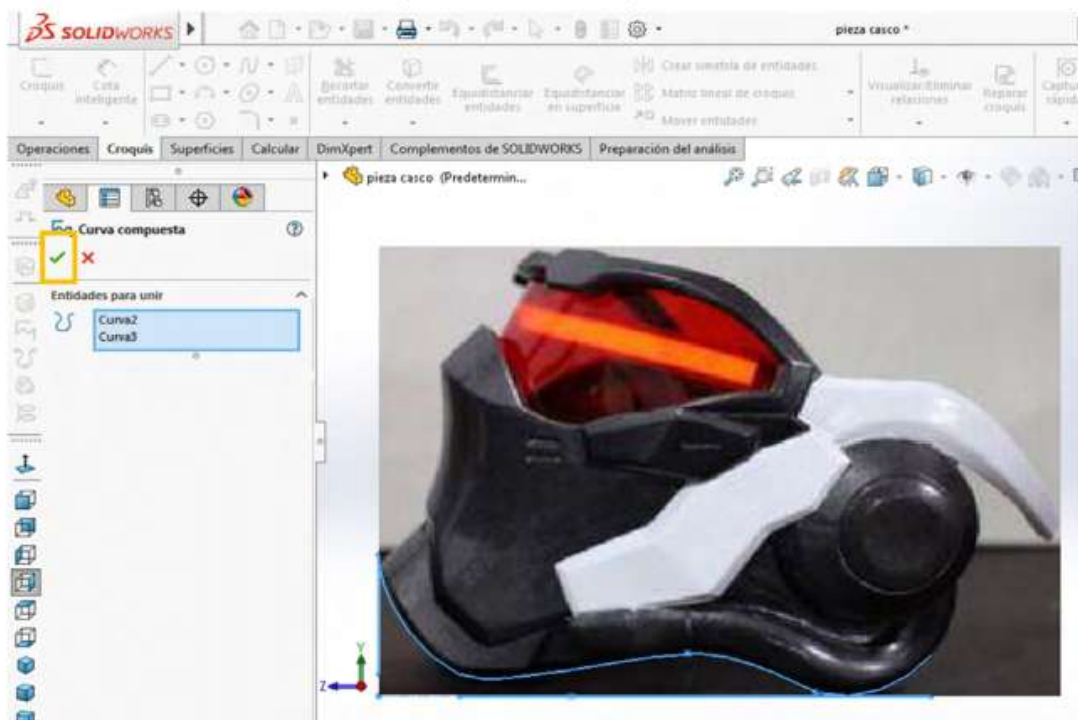
Figura 1.18. Selección de curva compuesta



Fuente: Elaboración propia.

Para abrir esta opción, seleccionaremos la opción “Curva”, después “Curva compuesta.”

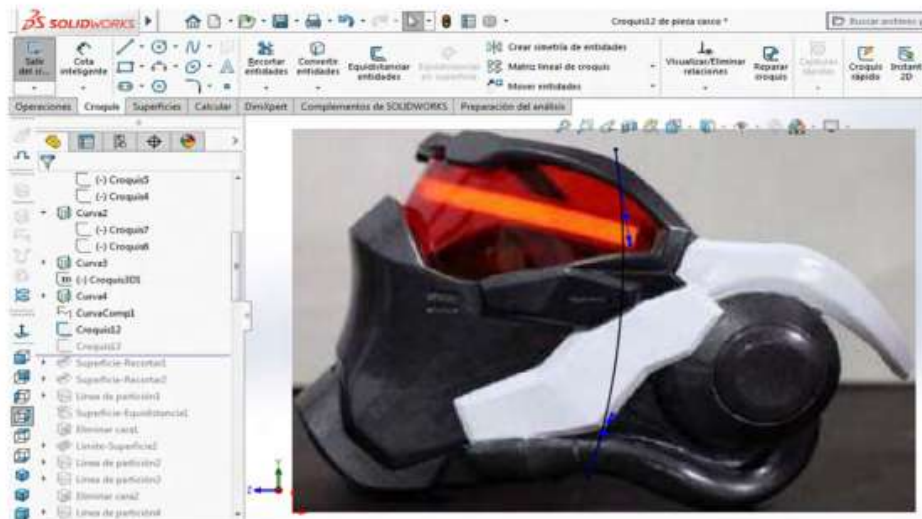
Figura 1.19. Curva compuesta



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

18. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego seleccionamos una “Curva”, para hacerla como se muestra abajo.

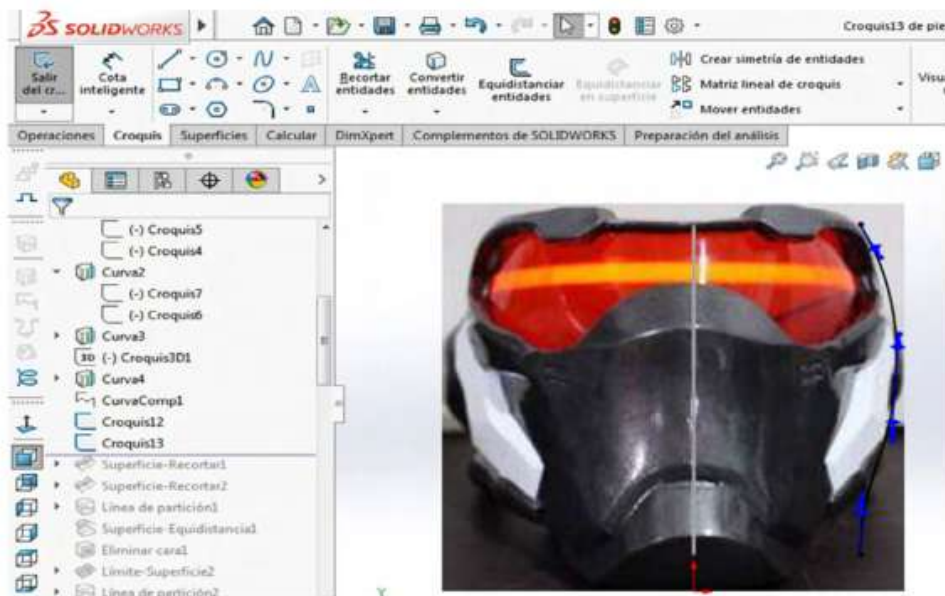
Figura 1.20. *Proyección de curva*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

19. Ahora seleccionamos el plano “Alzado” y procedemos a seleccionar una “Curva”, para hacerla como se muestra

Figura 1.21. *Proyección de curva en plano alzado*

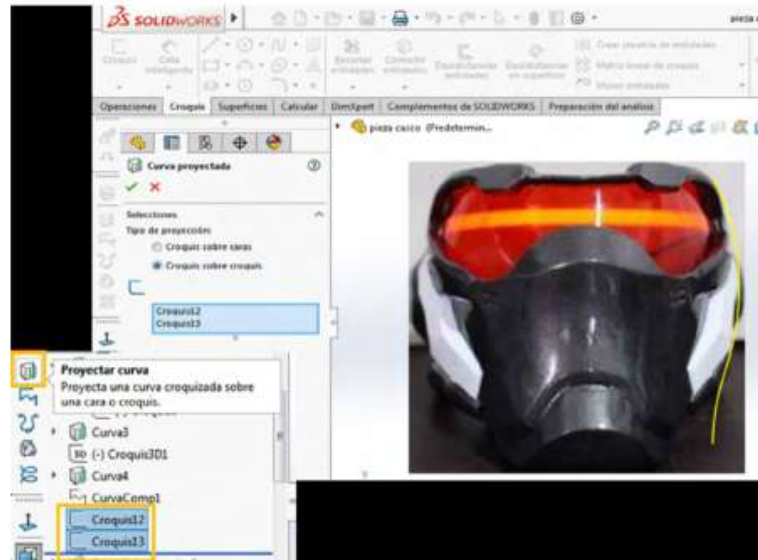


Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



20. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

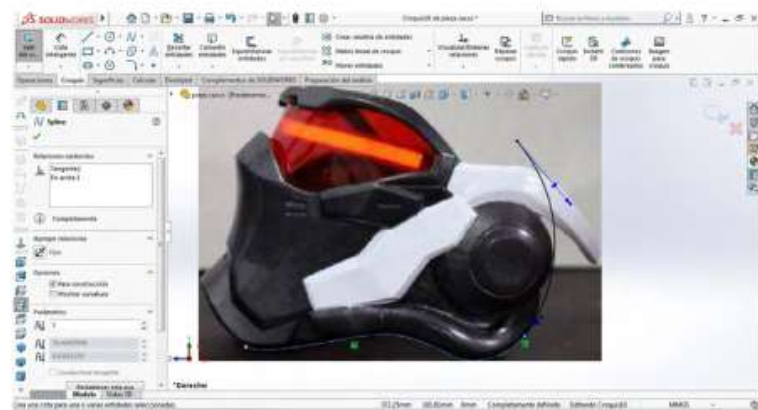
Figura 1.22. *Proyección de curva*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

21. Seleccionamos el plano “Vista lateral” y procedemos a seleccionar una “Curva” para hacerla como se muestra. De igual manera haremos una curva constructiva; ésta tiene que terminar en un punto de la curva recientemente realizada.

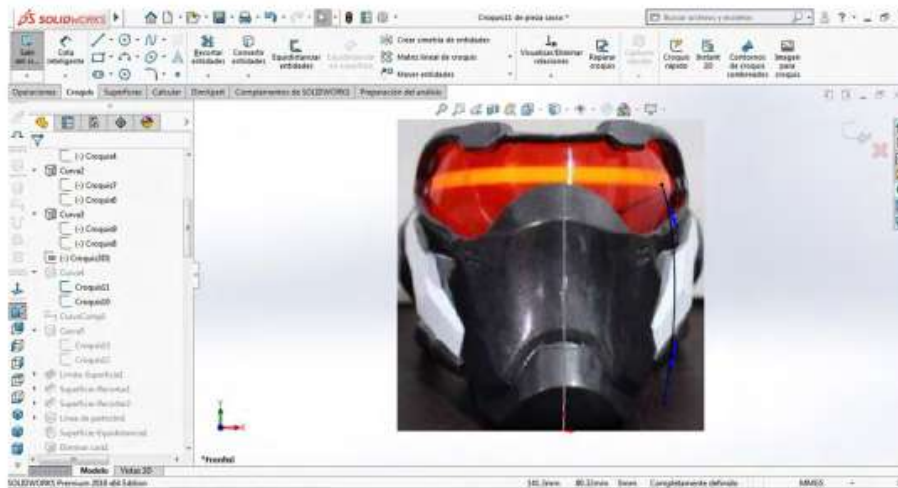
Figura 1.23. *Curva en vista lateral*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

22. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y seleccionamos una “Curva”, para hacerla como se muestra en la figura 1.24.

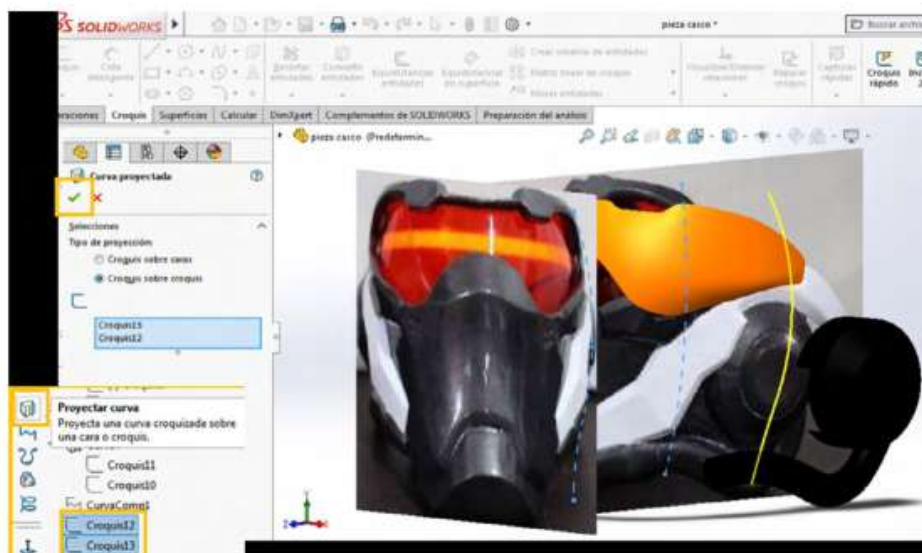
Figura 1.24. Curva en plano alzado



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

23. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

Figura 1.25. Proyección de curva con dos croquis



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

24. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego seleccionamos una “Curva”, para hacerla como se muestra abajo.

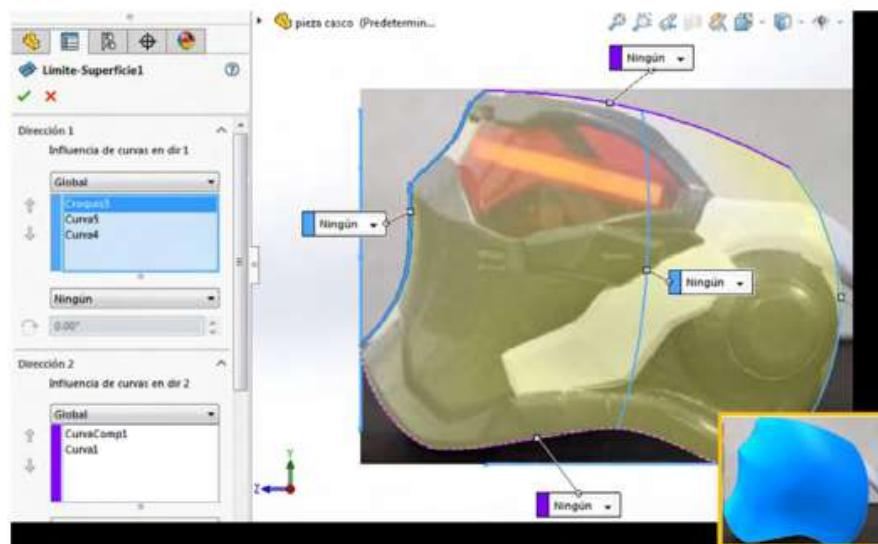
Figura 1.26. *Proyección de curva*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

25. Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “dirección 1” seleccionaremos las curvas y el croquis previamente realizados, y en la “dirección 2” pondremos la curva compuesta y la curva 1, como se muestra en la figura 1.27, y damos aceptar.

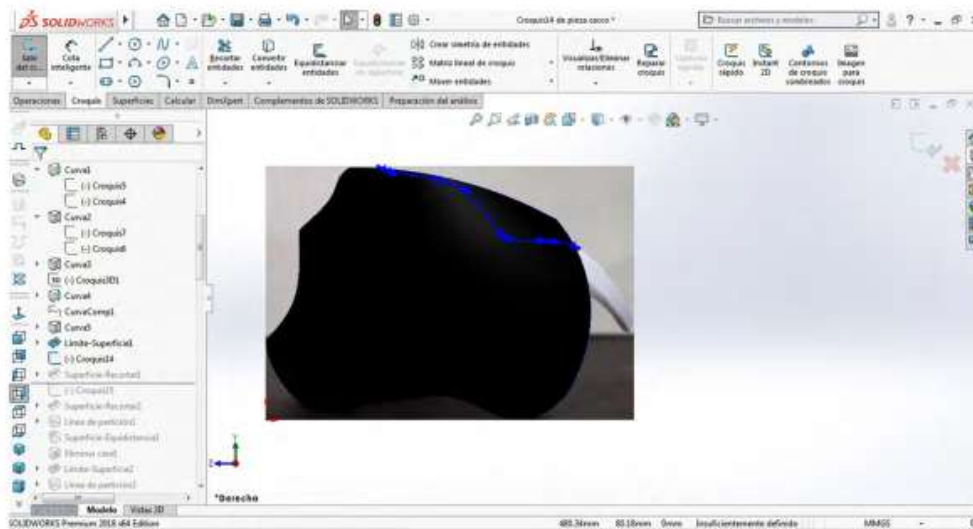
FIGURA 1.27. *Por superficie limitante*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

26. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y después una “Spline”, para hacerla como se muestra.

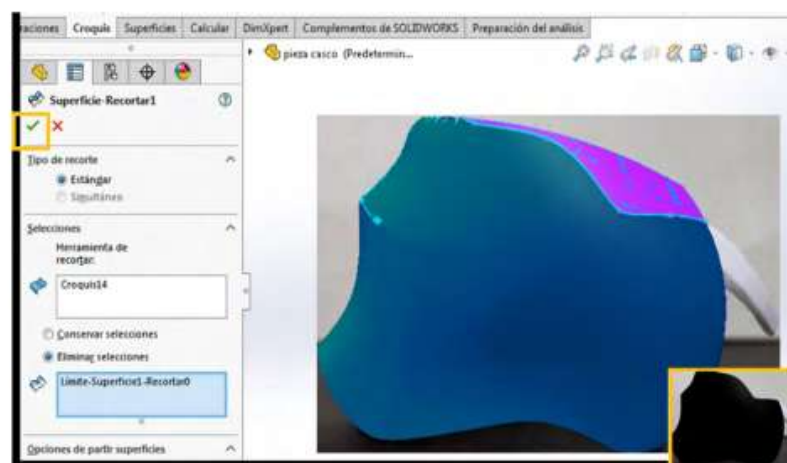
Figura 1.28. *En vista lateral con spline*



Fuente: Elaboración propia.

27. Posteriormente seleccionaremos la opción “Recortar superficie”, en la parte de arriba se seleccionará el croquis antes realizado, y en la parte de abajo seleccionaremos las superficies que se muestran a continuación, seleccionando la opción de eliminar selección, y damos aceptar.

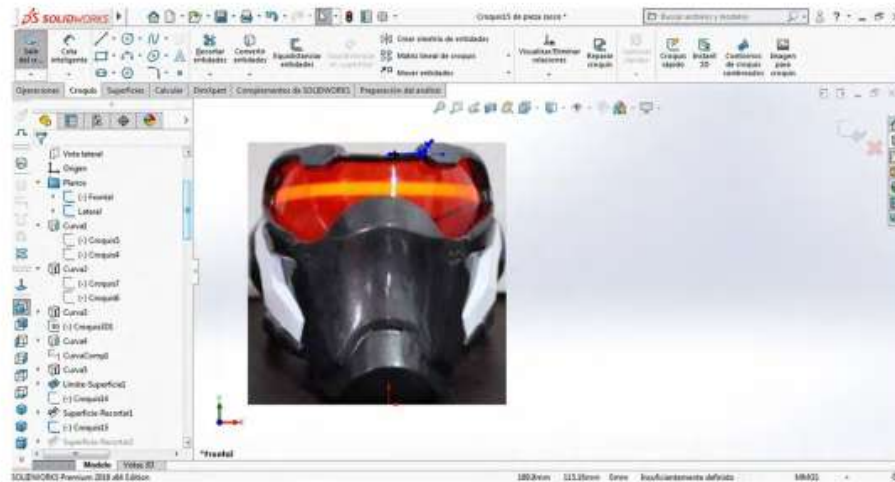
Figura 1.29. *Recorte de superficie*



Fuente: Elaboración propia.

28. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y luego una “Curva” para hacerla como se muestra abajo.

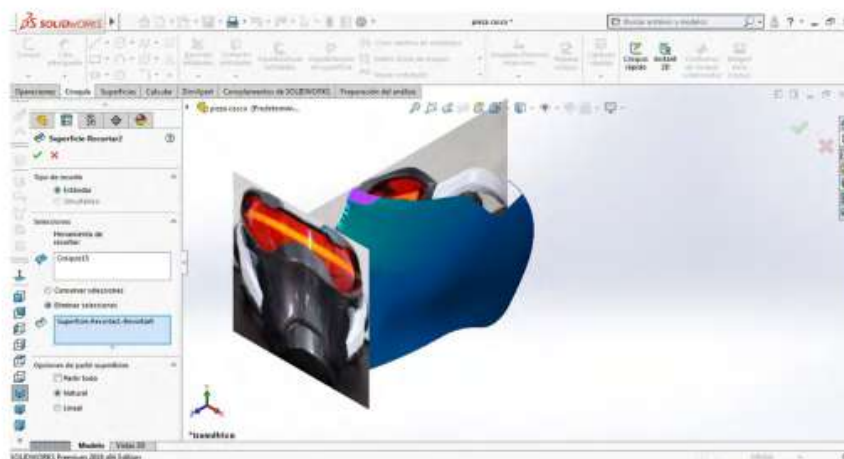
Figura 1.30. En plano alzado con curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

29. Posteriormente seleccionaremos de nuevo la opción “recortar superficie”; en la parte de arriba se seleccionará el croquis ya realizado, y en la parte de abajo seleccionaremos las superficies que se muestran a continuación seleccionando la opción de “eliminar selección”, y damos aceptar.

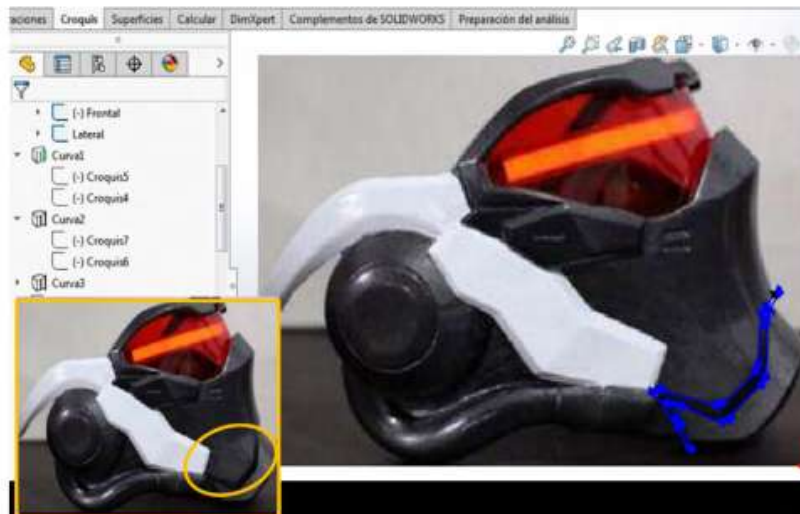
Figura 1.31. Recortar superficie y eliminar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

30. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y después una “Curva” para hacer dos, de modo que sigamos la imagen.

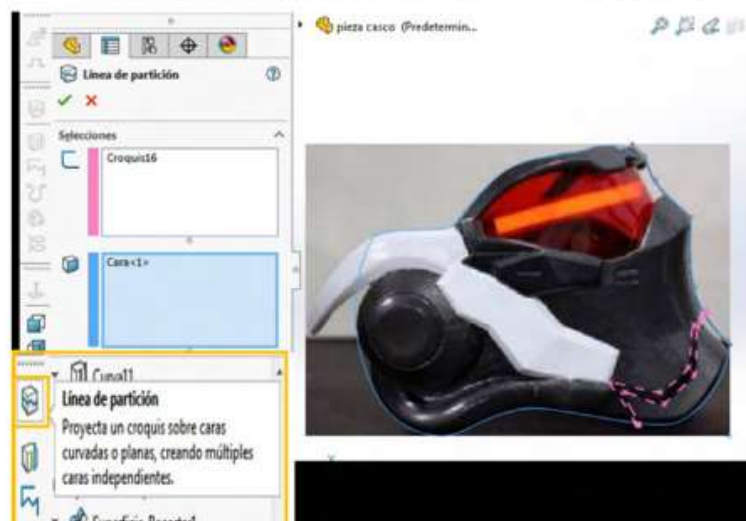
Figura 1.32. *En vista lateral con curva*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

31. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” seleccionaremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos las caras de la pieza hechas antes, como se muestra a continuación.

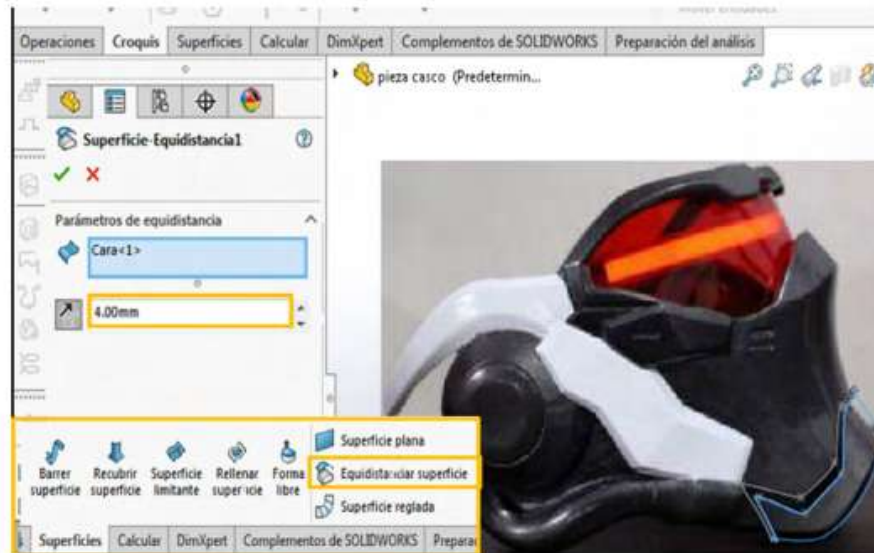
Figura 1.33. *Por línea de partición y croquis para proyectar*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

32. Después seleccionaremos la opción “Equidistancia superficie”, en donde seleccionaremos la cara que acabamos de hacer, con una distancia de 4 mm.

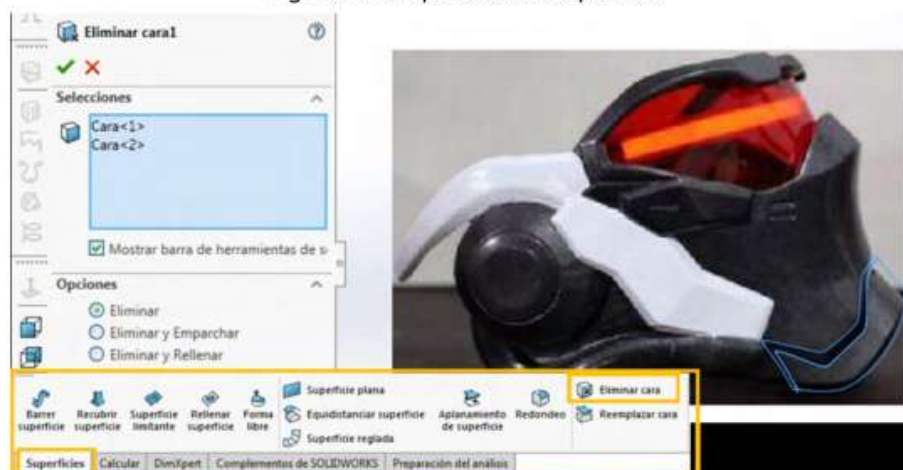
Figura 1.34. *Equidistancia superficie*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

33. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, la cual se encuentra en el apartado “Superficies”, donde seleccionaremos las caras que se muestran, y damos aceptar.

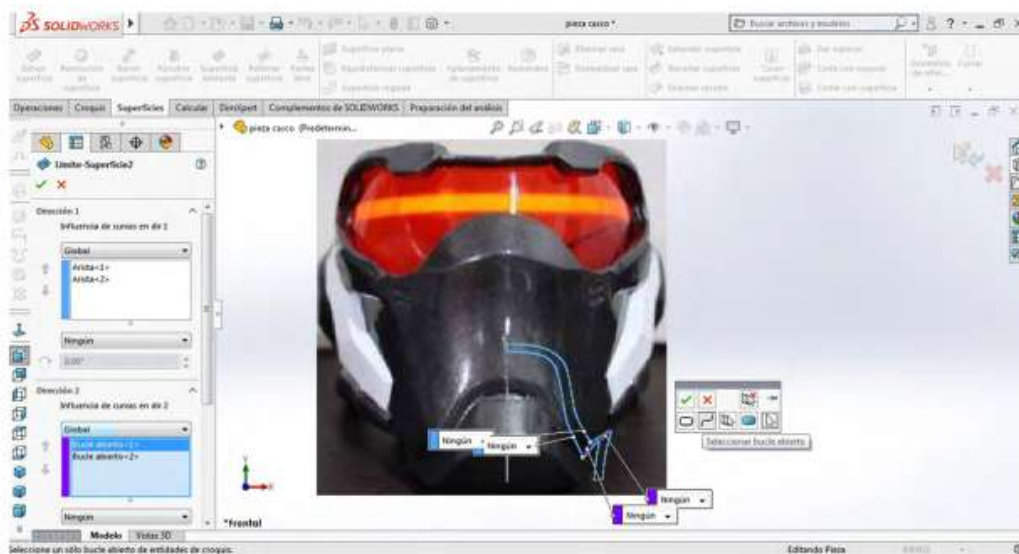
Figura 1.35. *Equidistancia superficie*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

34. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y seleccionaremos una “Línea” para hacer dos, como se muestra. Después de esto seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “dirección 1” elegiremos las aristas del croquis 30 que se muestran, y en la “dirección 2” pondremos las líneas previamente realizadas, y damos aceptar.

Figura 1.36. *Equidistancia superficie*



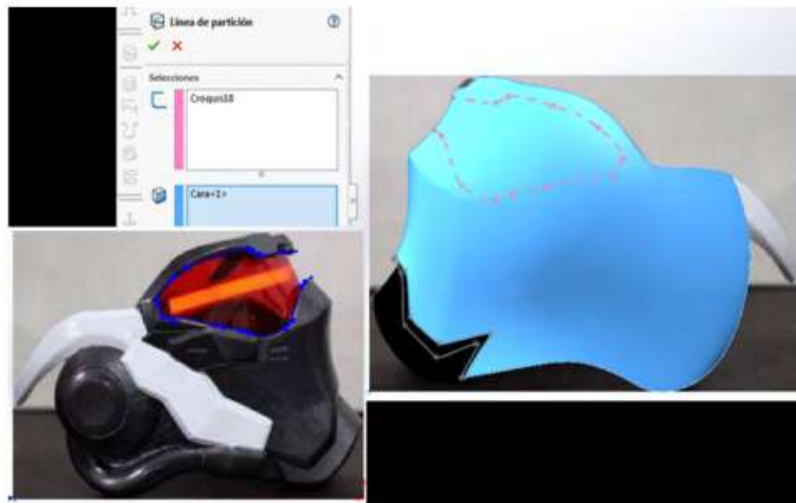
Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

*Nota:* para seleccionar las dos líneas seleccionaremos la opción de “Selection manager” (la encontramos dando clic derecho sobre el cuadro de “Dirección 2”) eligiendo la opción de “Bucle abierto”.

35. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego una “Curva” para hacerla como se muestra, de modo que cubra la parte de los lentes. Después escogeremos la opción “Línea de partición” y en la opción “Croquis para proyectar”, elegiremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos la cara de la pieza hechas antes, como se muestra a continuación.



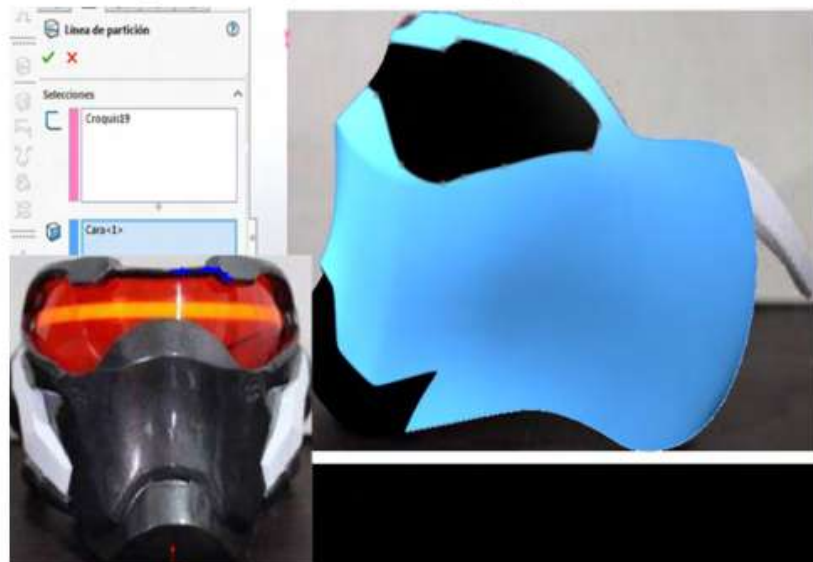
Figura 1.37. En vista lateral con proyección de curvas



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

36. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y después una “Curva” para hacerla como se muestra. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición” y en la opción “Croquis para proyectar” elegiremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos la cara de la pieza hechas antes, como se muestra a continuación.

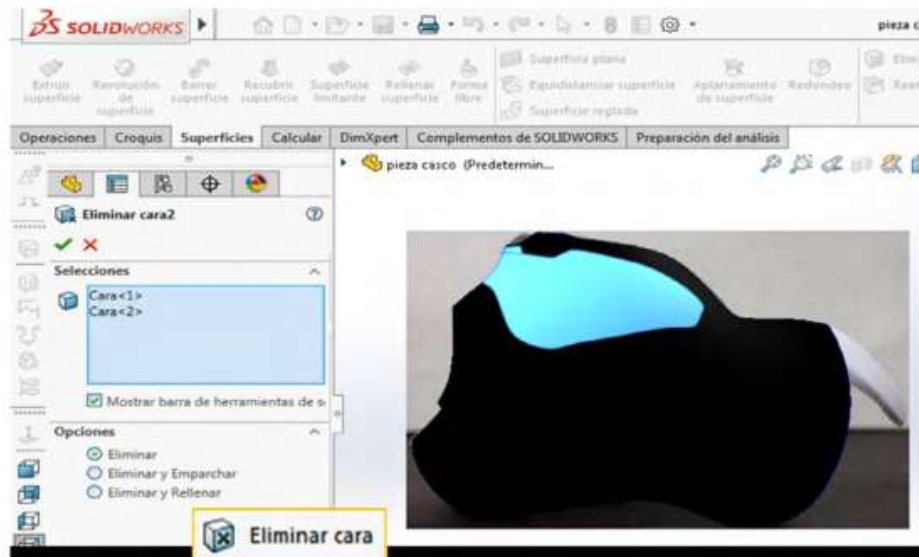
Figura 1.38. En plano alzado con proyección de curvas



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

37. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, donde seleccionaremos las dos caras que se muestran.

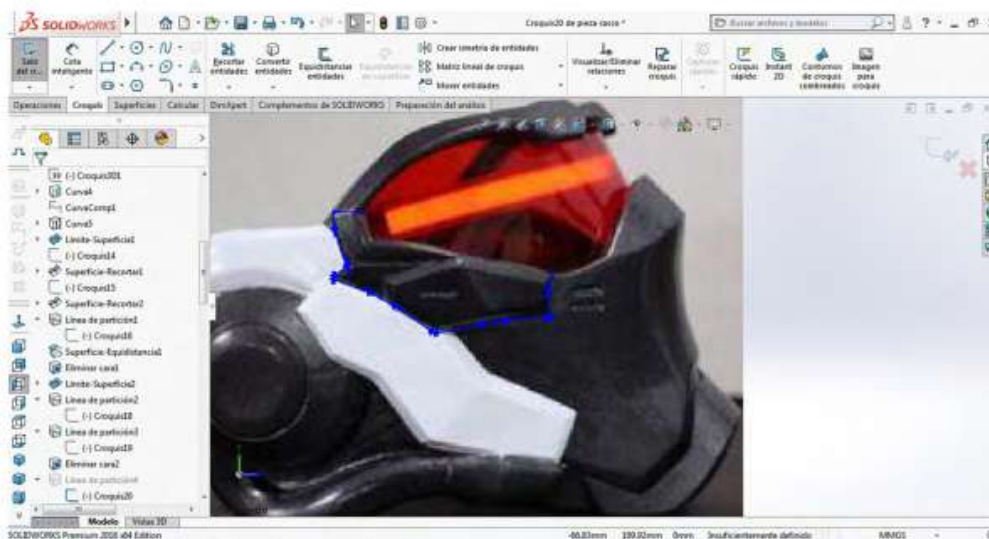
Figura 1.39. Por eliminación de cara



Fuente: Elaboración propia.

38. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y una “Curva” para hacerla como se muestra abajo.

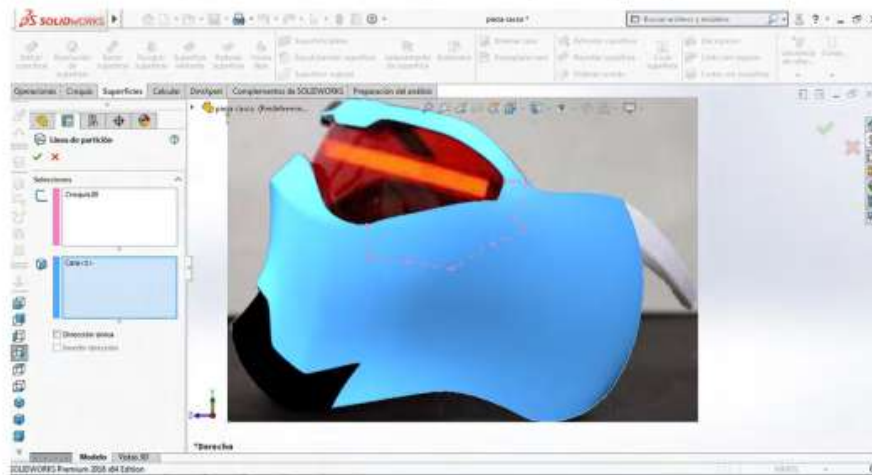
Figura 1.40. Vista lateral mediante curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

39. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” seleccionaremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” escogeremos la cara de la pieza hecha anteriormente, como se muestra a continuación.

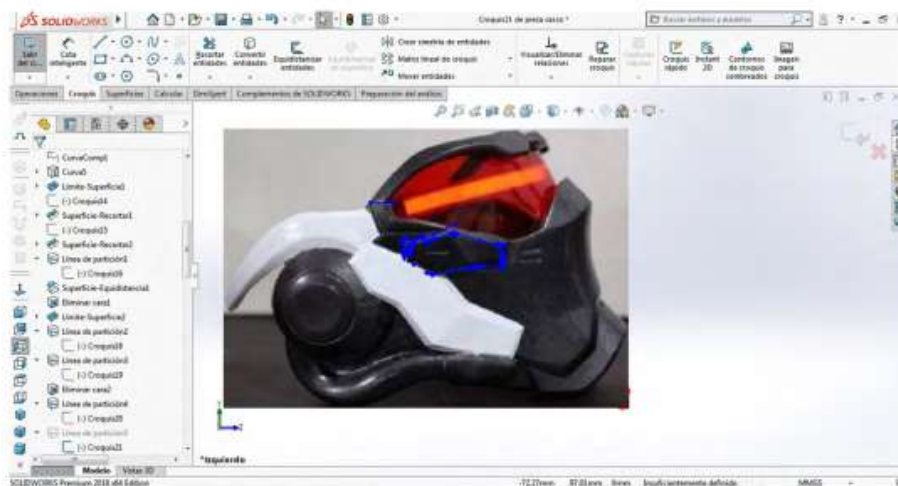
Figura 1.41. Por línea de partición y caras para partir



Fuente: Elaboración propia.

40. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y elegiremos “Curva” para hacer el siguiente croquis. También utilizaremos una “Línea”, como se muestra a continuación.

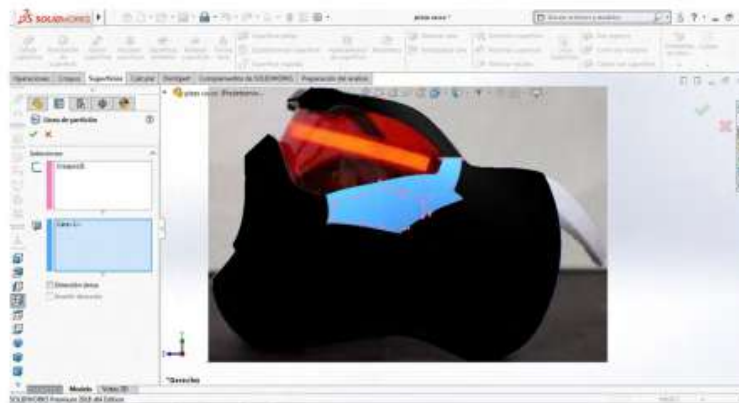
Figura 1.42. Vista lateral mediante línea



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

41. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” elegiremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos la cara de la pieza que se muestra a continuación.

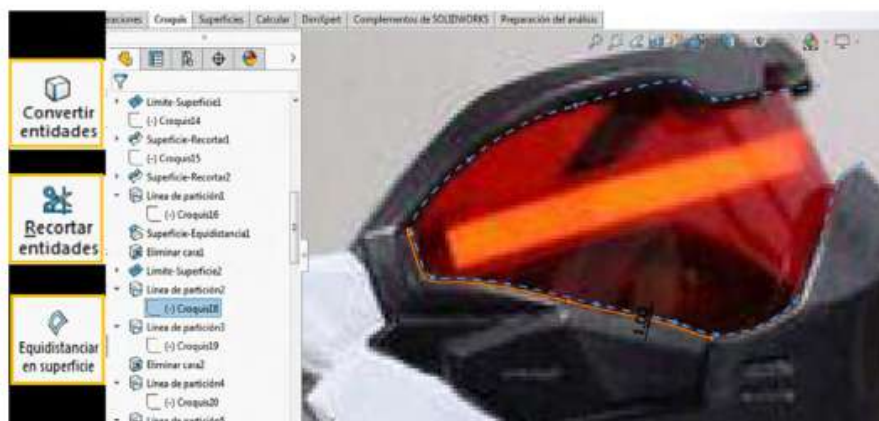
Figura 1.43. Por línea de partición y croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

42. Posteriormente abriremos el plano “Vista lateral”, en donde haremos distintas operaciones. Primero seleccionaremos el croquis 18 y lo convertiremos con la opción “Convertir entidades”, después con la opción “Recortar entidades” cortaremos hasta dejar solo la línea mostrada (en naranja). Por último seleccionaremos la opción “Equidistancia superficie” para escoger una distancia de 1 mm.

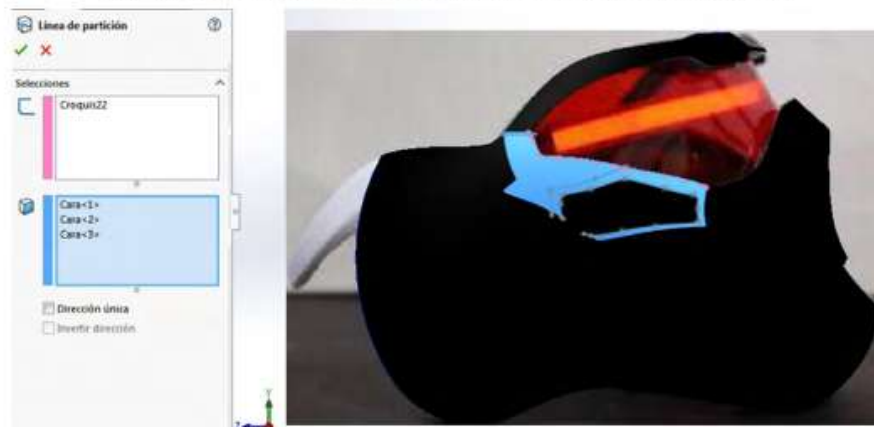
Figura 1.44. Vista lateral por convertir entidades y equidistancia de entidades



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

43. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” escogeremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos las caras de la pieza que se muestra a continuación y damos aceptar.

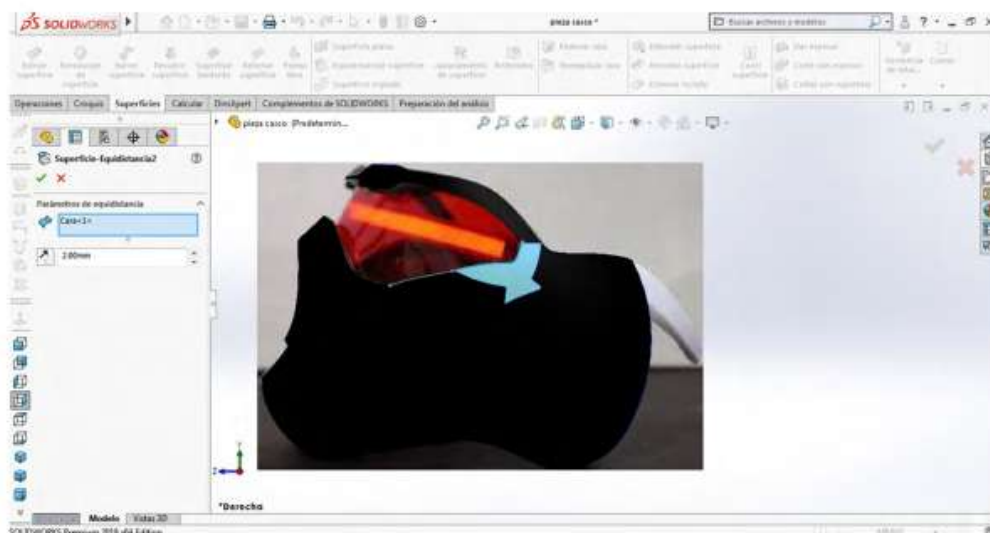
Figura 1.45. Línea de partición mediante croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

44. Después seleccionaremos la opción “Equidistancia superficie”, en donde escogeremos la cara que acabamos de hacer con una distancia de 2 mm.

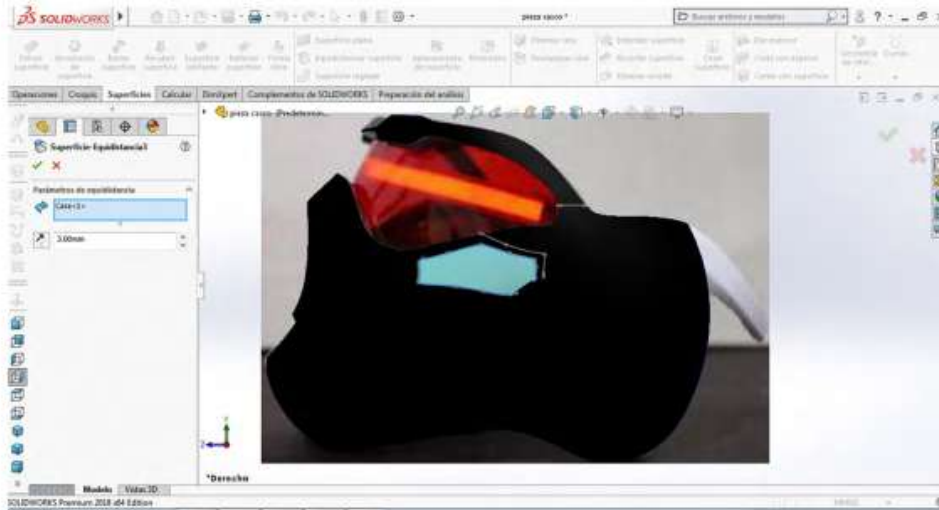
Figura 1.46. Mediante equidistancia de superficies



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

45. Seleccionaremos de nuevo la opción “Equidistancia superficie”, en donde escogeremos la cara que se muestra con una distancia de 3 mm.

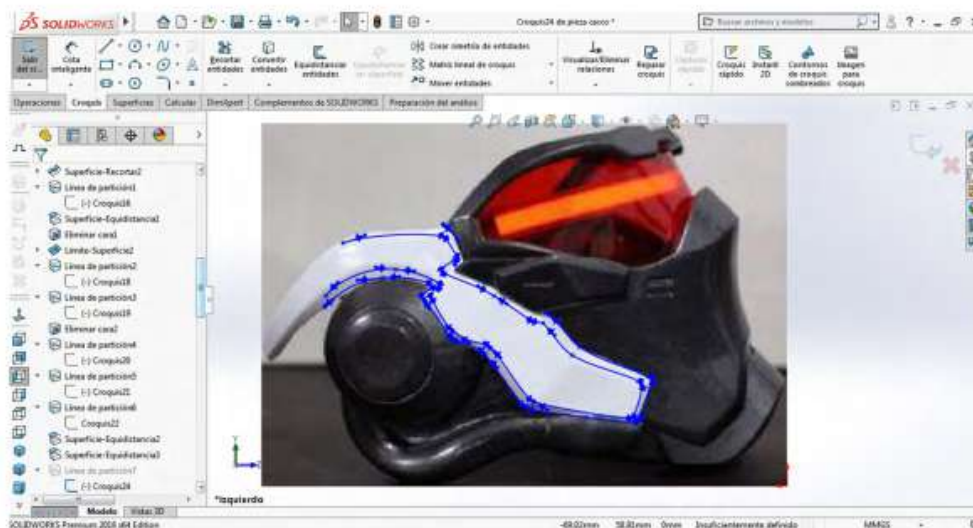
Figura 1.47. Por equidistancia de superficies



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

46. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y escogeremos “Curva” para hacer un croquis como se muestra a continuación.

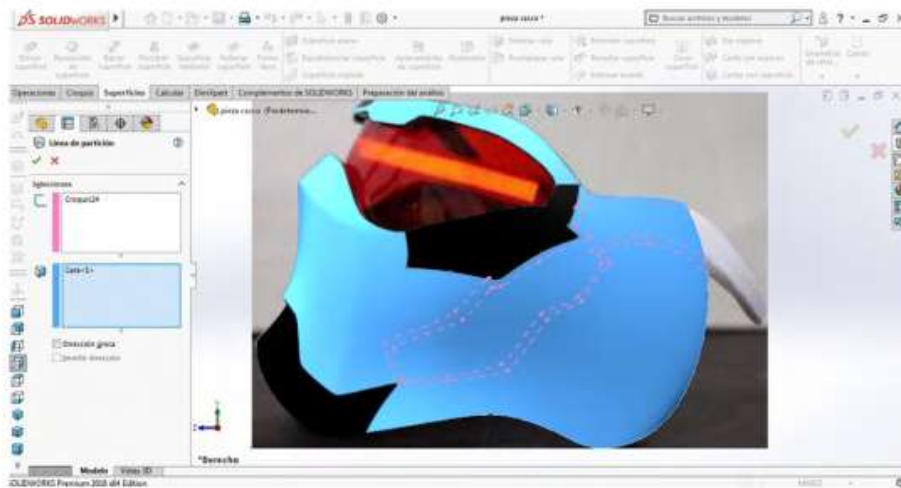
Figura 1.48. En vista lateral mediante curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

47. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” seleccionaremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” escogeremos las caras de la pieza que se muestra a continuación y damos aceptar.

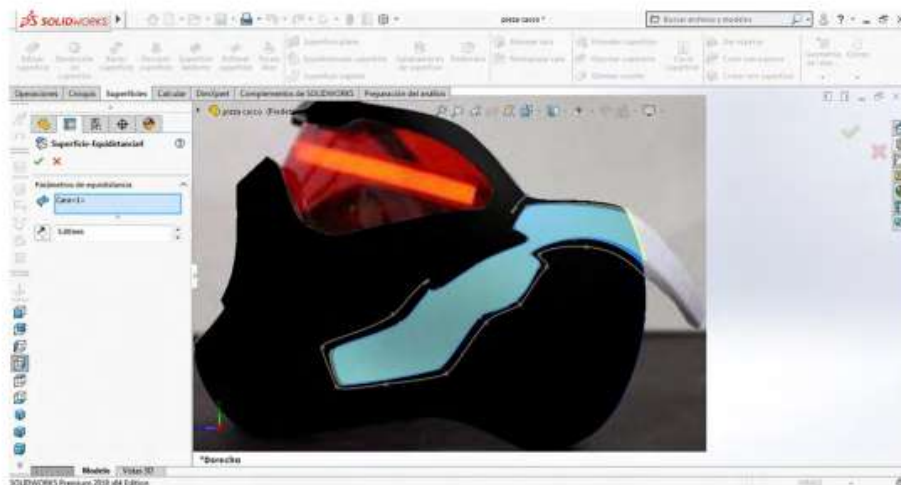
Figura 1.49. Línea de partición mediante croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

48. Seleccionaremos de nuevo la opción “Equidistancia superficie”, en donde escogeremos la cara que se muestra con una distancia de 5 mm.

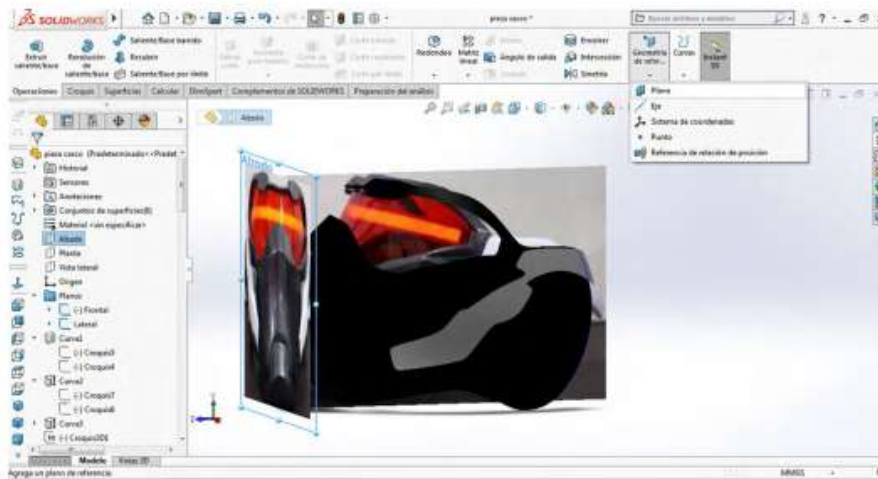
Figura 1.50. Equidistancia de superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

49. Procederemos a agregar un nuevo plano, para esto seleccionaremos el plano “Alzado”, después nos iremos al apartado “Operaciones”, donde encontraremos la opción “Geometría de referencia” y seleccionaremos la opción de “Plano”.

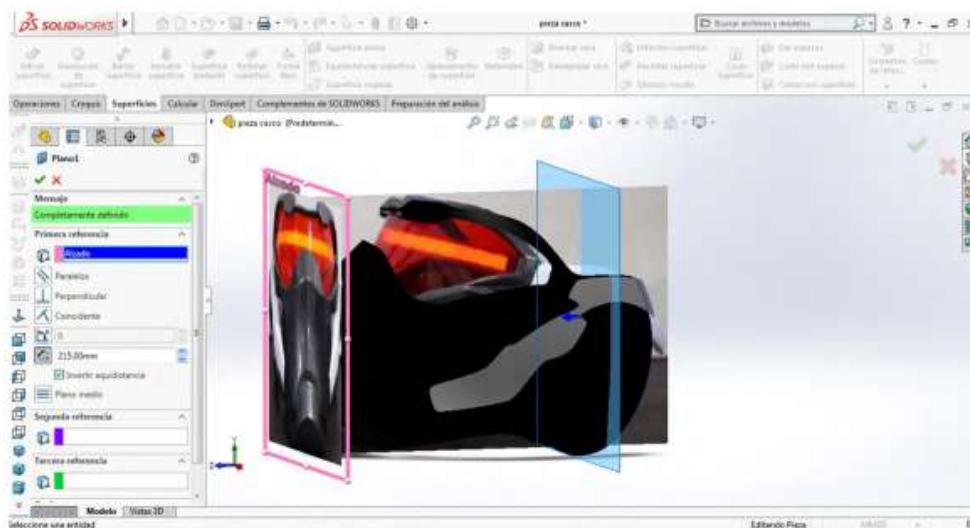
Figura 1.51. En plano alzado con geometría de referencia



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

50. Para crear un plano, seleccionaremos una distancia de 215 mm.

Figura 1.52. Opción de plano



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



51. Después seleccionaremos el plano “Alzado”, en donde haremos un croquis como se muestra a continuación.

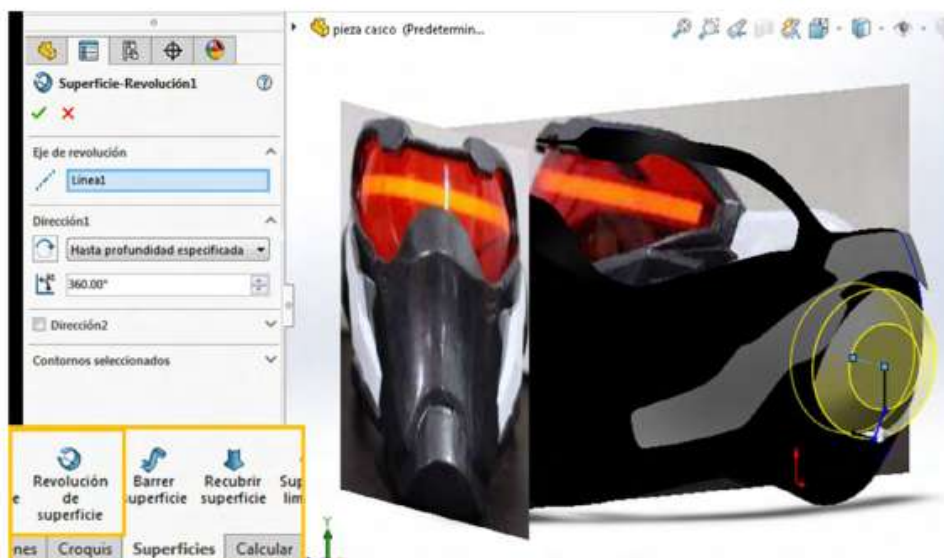
Figura 1.53. Realizar croquis en plano alzado



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

52. Ahora y sin salirnos del croquis seleccionaremos la opción “Revolución de superficie”, y en “Eje de revolución” seleccionaremos la línea que se muestra.

Figura 1.54. Por revolución de superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

53. Después seleccionaremos la opción “Croquis 3D” para posteriormente hacer un punto, para usarlo después como referencia.

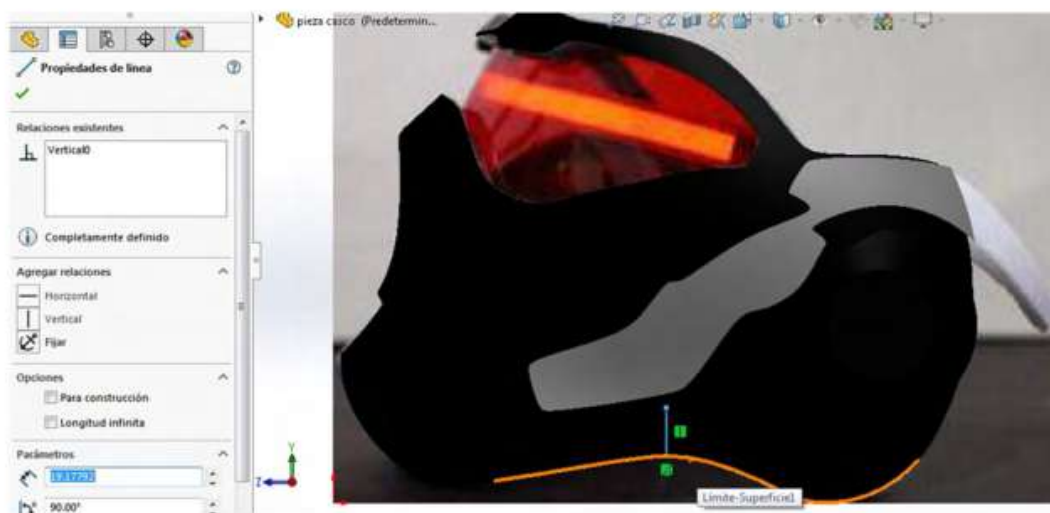
Figura 1.55. Realizar croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

54. Procederemos a escoger el plano “Vista lateral” y seleccionamos una “Línea” para hacerla como se muestra abajo. Esta debe empezar desde la curva (en naranja) que se muestra.

Figura 1.56. Por vista lateral mediante línea



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y luego escogeremos un “Círculo” para hacerlo como se muestra. También seleccionaremos la línea realizada en el plano anterior y convertiremos esta entidad haciéndola constructiva.

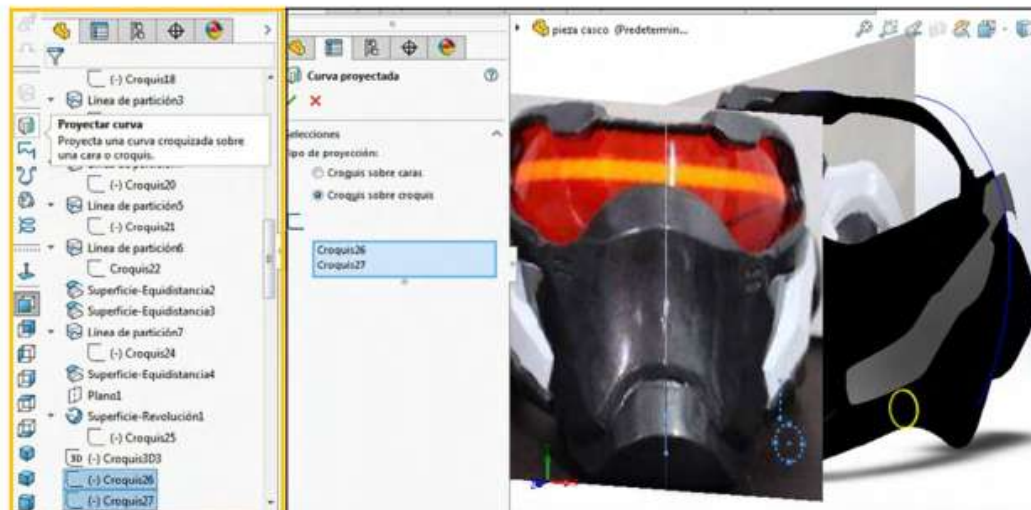
Figura 1.57. En plan alzado con círculo y constructiva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

55. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

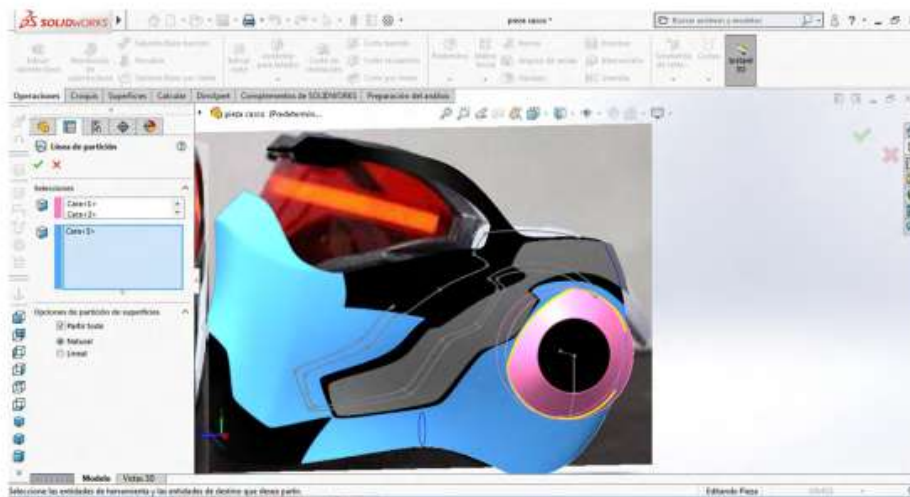
Figura 1.58. Proyección de curva mediante los dos croquis



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

56. Después escogeremos la opción “Línea de partición” y en la opción “Croquis para proyectar” seleccionaremos las caras que se muestran, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos la cara de la pieza hecha anteriormente, como se muestra a continuación.

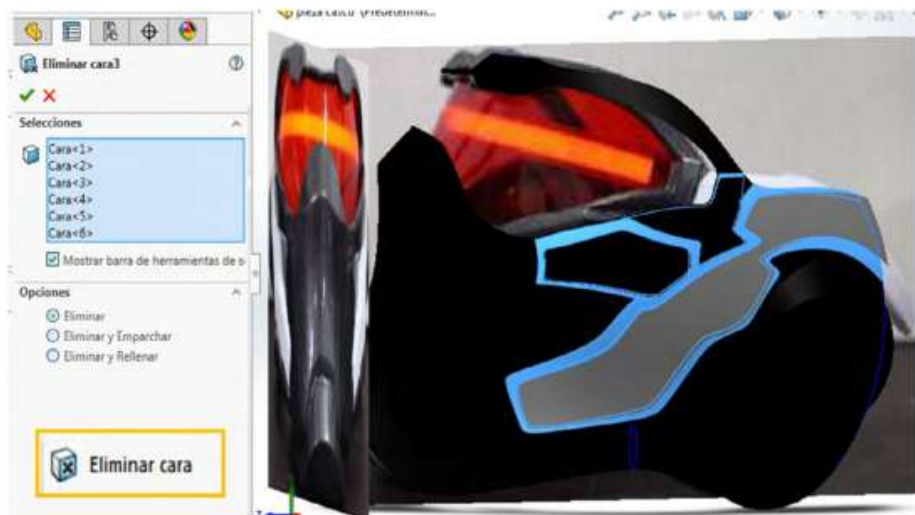
Figura 1.59. Mediante línea de partición con croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

57. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, donde seleccionaremos todas las caras que se muestran.

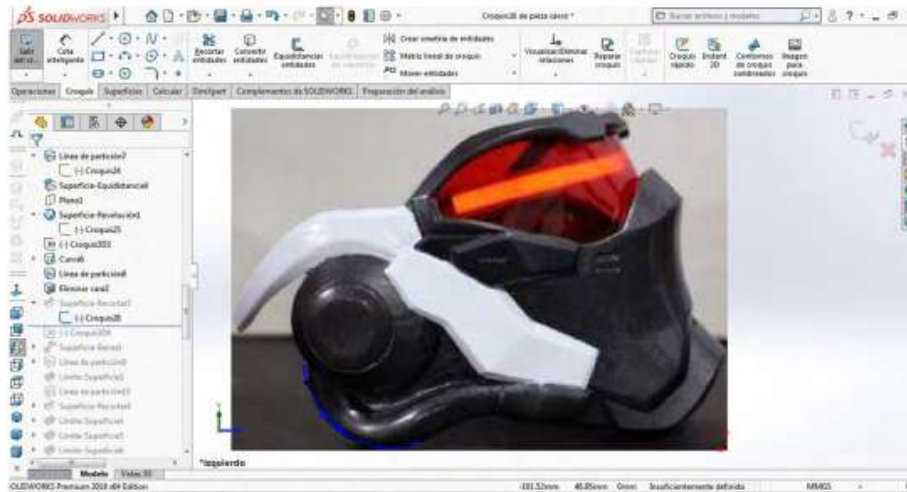
Figura 1.60. Por eliminación de cara



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

58. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y después una “Curva” para hacerla como se muestra.

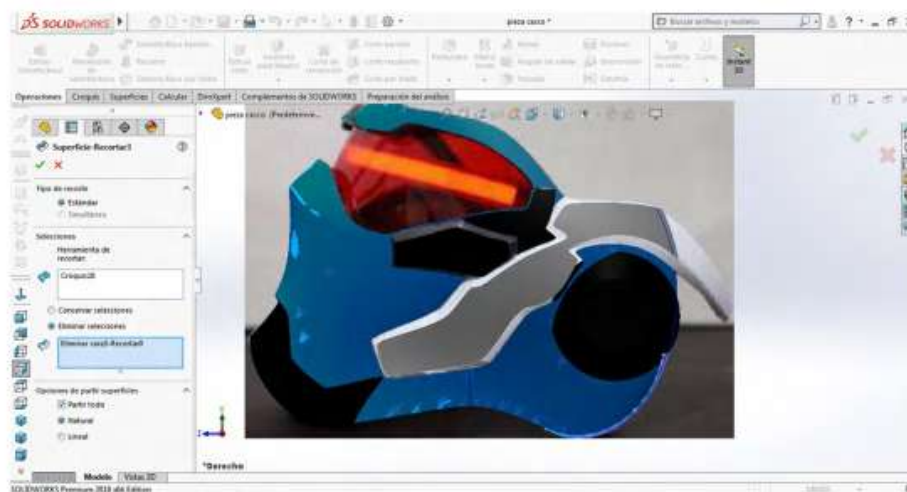
Figura 1.61. En vista lateral mediante curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

59. En seguida seleccionaremos la opción “Recortar superficie”, en la parte de arriba se escogerá el croquis ya realizado y en la parte de abajo seleccionaremos las superficies que se muestran a continuación, picando la opción de “Eliminar selección”.

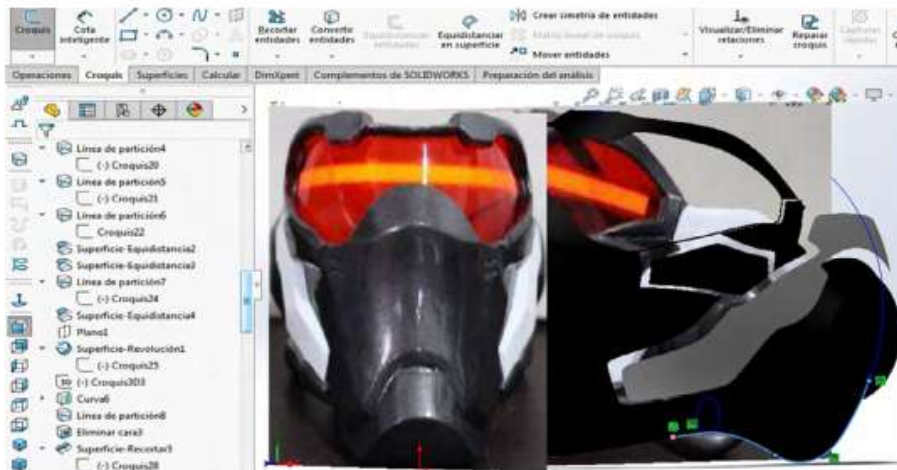
Figura 1.62. Recorte de superficie y eliminación de sección



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

60. Después abriremos un plano “Vista lateral” y haremos una “Spline” como se muestra; ésta la realizaremos arriba de la curva como se muestra abajo.

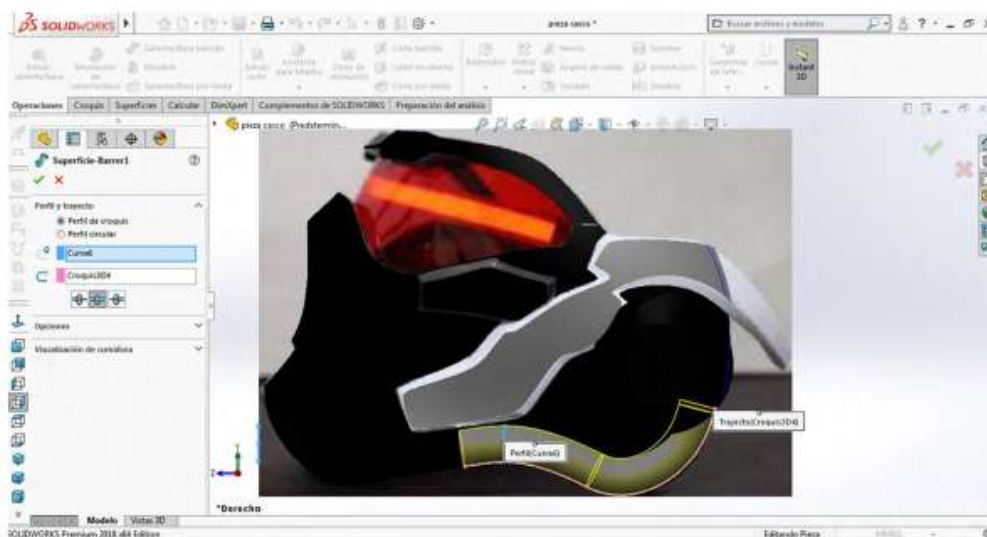
Figura 1.63. Por vista lateral mediante spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

61. Posteriormente seleccionaremos la opción “Barrer superficie”, en el recuadro de “Perfil” escogeremos la curva realizada en el paso anterior, y en el recuadro de “Ruta” seleccionaremos el círculo realizado en pasos anteriores y damos aceptar.

Figura 1.64. Barrer superficie con opción de ruta.



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

62. Después abriremos un plano “Vista lateral” y haremos una “Línea”, luego seleccionaremos una “Spline”; ésta la realizaremos de modo que cierre junto con la línea previamente realizada, así como se muestra.

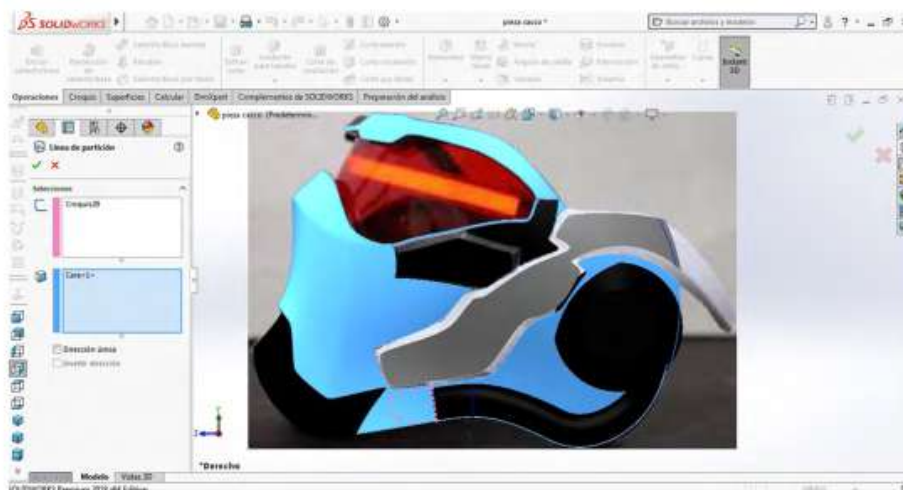
Figura 1.65. *Equidistancia de superficie*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

63. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” escogeremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos la cara de la pieza hecha antes, como se muestra a continuación.

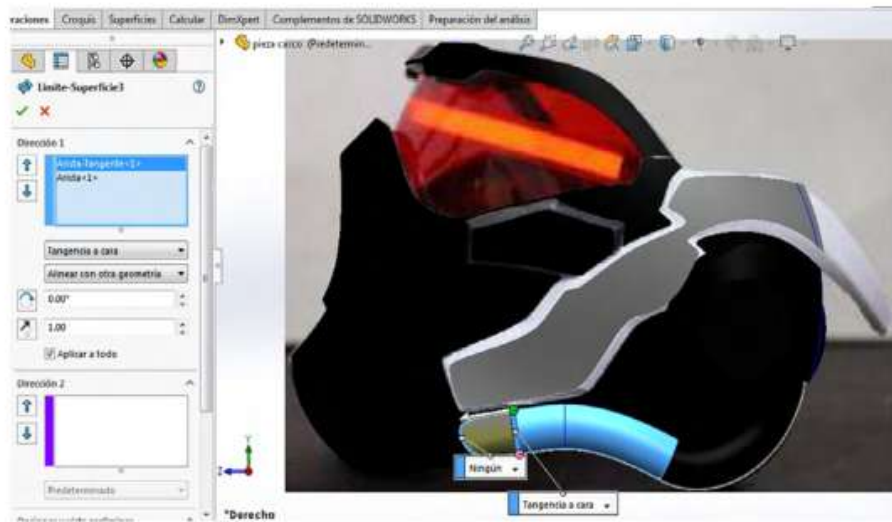
Figura 1.66. *Equidistancia de superficie*



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

64. Después escogeremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” seleccionaremos las aristas previamente realizadas como se muestra abajo, y damos aceptar.

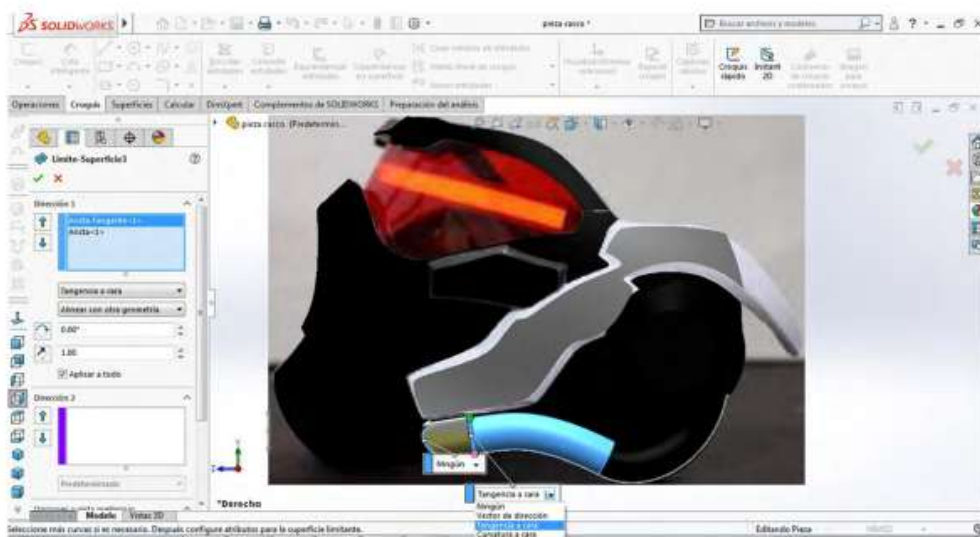
Figura 1.67. Por superficie limitante con dirección en 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

*Nota:* Es importante seleccionar la opción “Tangencial a cara” en esta línea, así como se muestra.

Figura 1.68. Por opción tangencial a cara

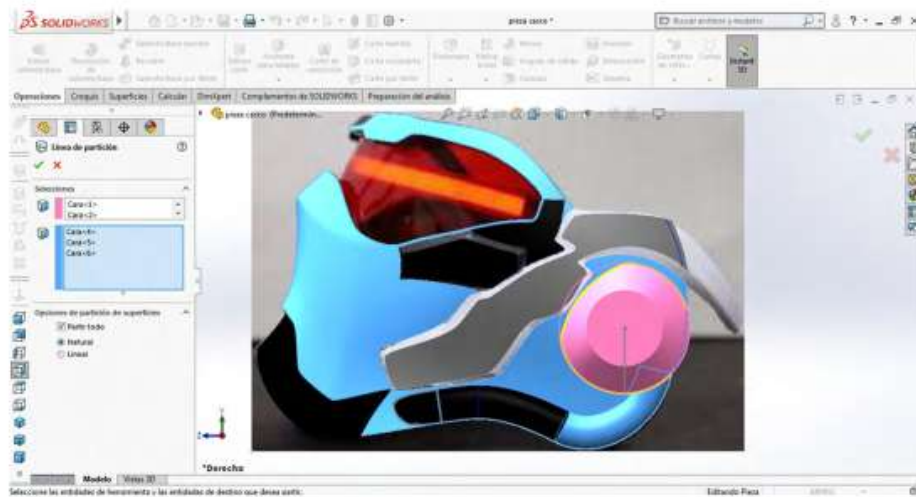


Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



65. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” escogeremos las caras que se muestran, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos las caras de la pieza hechas anteriormente, como se muestra a continuación.

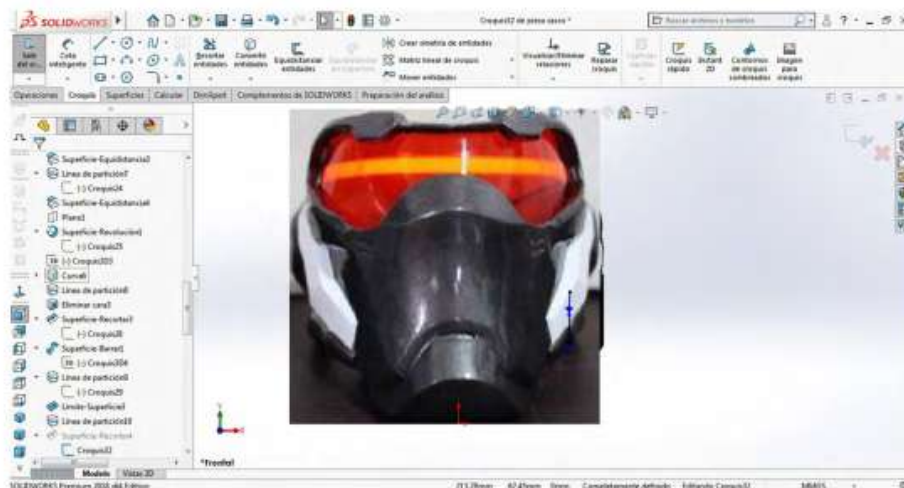
Figura 1.69. Mediante línea de partición con la opción de croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

66. Procederemos a seleccionar el plano “Alzado” y después una “Curva”, para hacerla como se muestra en la figura 1.70.

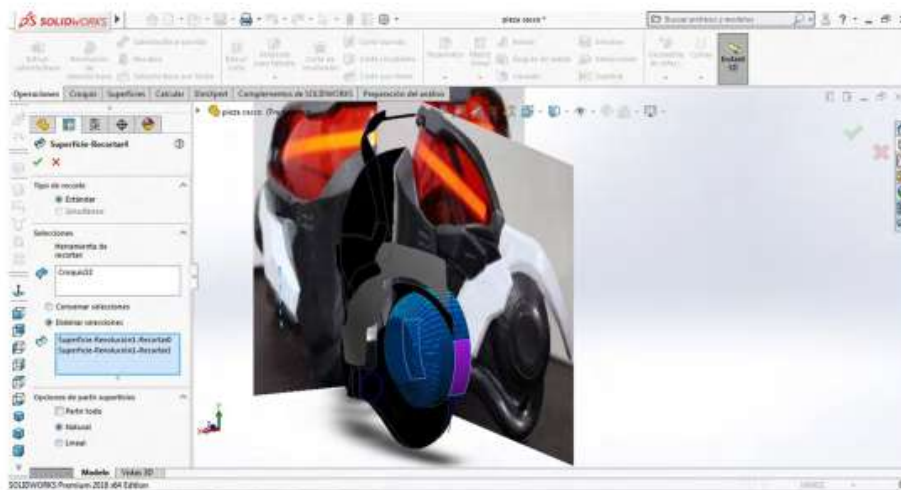
Figura 1.70. Mediante plano alzado y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

67. Ahora seleccionaremos la opción “Recortar superficie”, en la parte de arriba se escogerá el croquis previamente realizado y en la parte de abajo seleccionaremos las superficies que se muestran a continuación, seleccionando la opción de “Eliminar selección”.

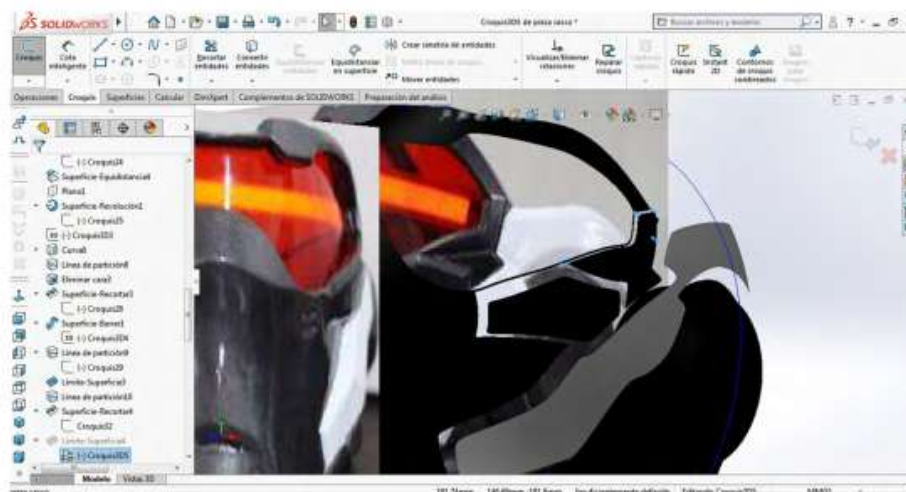
Figura 1.71. Mediante plano alzado y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

68. Después abriremos un croquis 3D y haremos unas líneas como se muestran a continuación. Éstas las utilizaremos para cerrar las superficies.

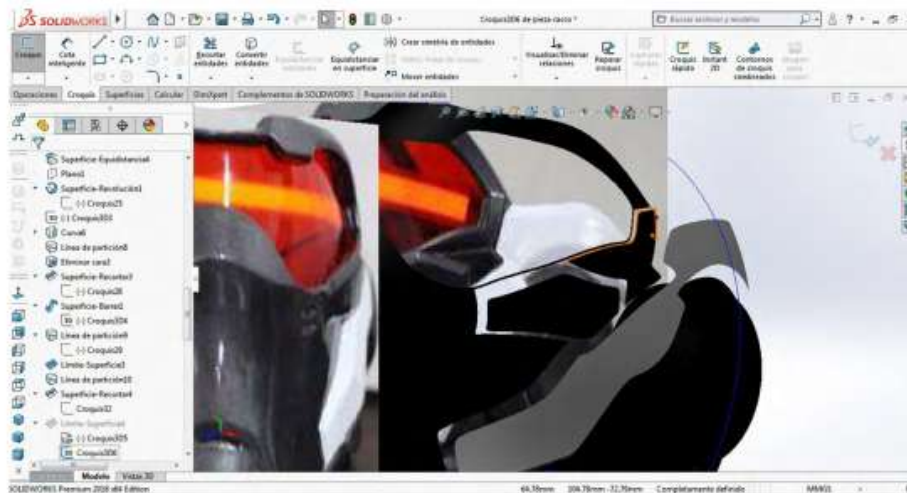
Figura 1.72. Mediante plano alzado y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

69. Después abriremos otro croquis 3D y haremos lo que se muestran a continuación, siguiendo las aristas de la superficie.

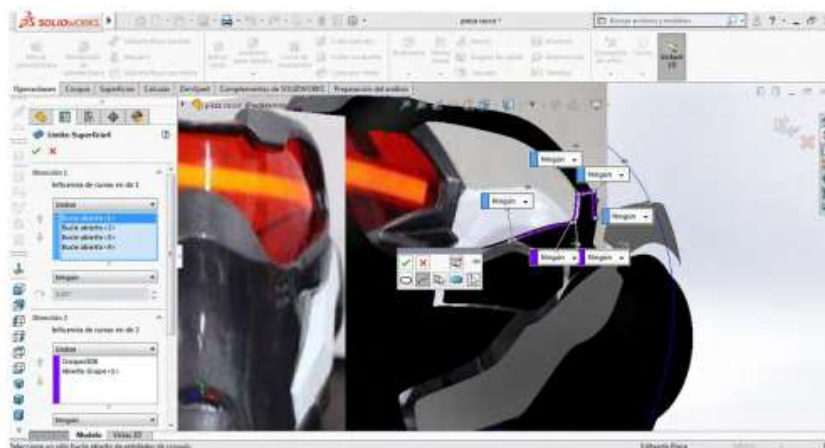
Figura 1.73. Mediante croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

70. Luego seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” escogeremos las líneas del croquis realizado en el paso 68 (éstas las seleccionaremos con la ayuda del “Selection manager”, y en la “Dirección 2” pondremos el croquis previamente realizado y el croquis como se muestra y damos aceptar.

Figura 1.74. Mediante superficie limitante y dirección en 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

71. Después abriremos otro croquis 3D y haremos lo que se muestra a continuación, siguiendo la superficie.

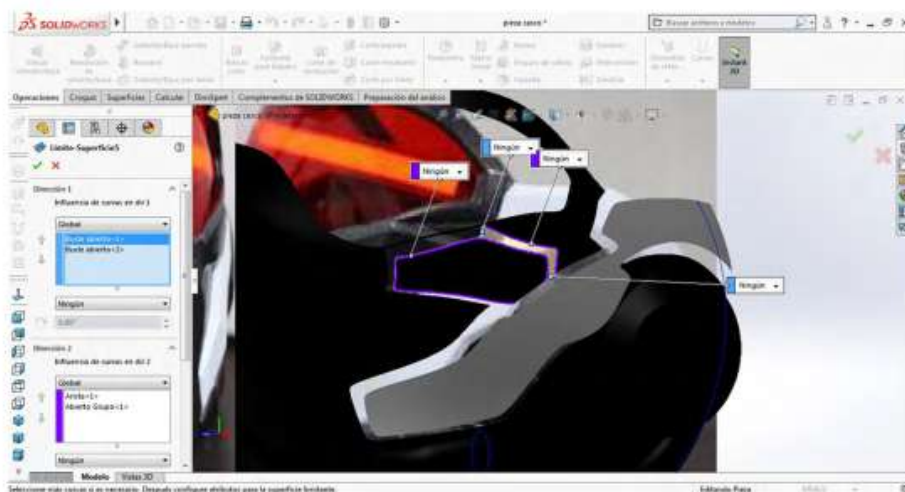
Figura 1.75. Mediante croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

72. Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” escogeremos las líneas del croquis realizado en el paso anterior (Éstas las seleccionaremos con la ayuda del “Selection manager”) y en la “Dirección 2” pondremos el croquis antes realizado como se muestra, y damos aceptar.

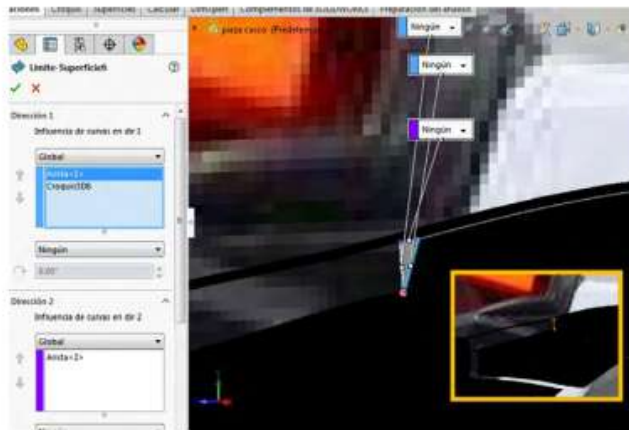
Figura 1.76. Mediante superficie limitante y dirección en 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

73. Después abriremos otro croquis 3D y haremos una línea, como se muestra a continuación posteriormente escogeremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” seleccionaremos el croquis previamente realizado y la arista de la superficie mostrada; y en la “Dirección 2”, la arista de la superficie como se muestra, y damos aceptar.

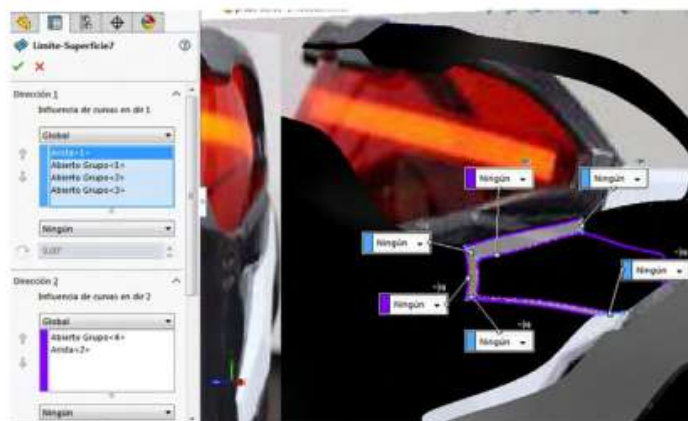
Figura 1.77. Mediante superficie limitante y dirección en 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

74. Después abriremos otro croquis 3D y haremos dos líneas, como se muestran a continuación; posteriormente escogeremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” seleccionaremos las líneas previamente realizadas y las dos más que se muestran abajo; y en la “dirección 2”, las aristas de la superficie como se muestra, y damos aceptar.

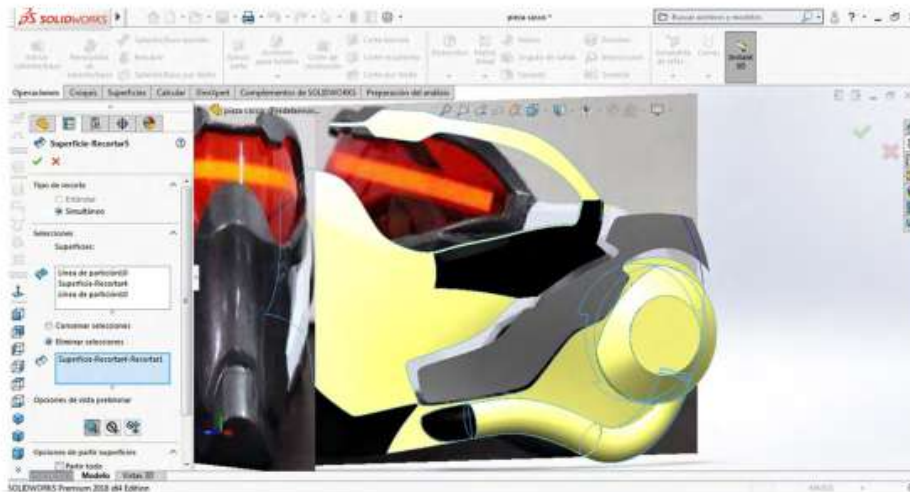
Figura 1.78. Mediante superficie limitante y dirección en 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

75. Posteriormente seleccionaremos la opción “Recortar superficie”, en donde elegiremos las líneas de partición y las superficies que se muestran, y damos aceptar.

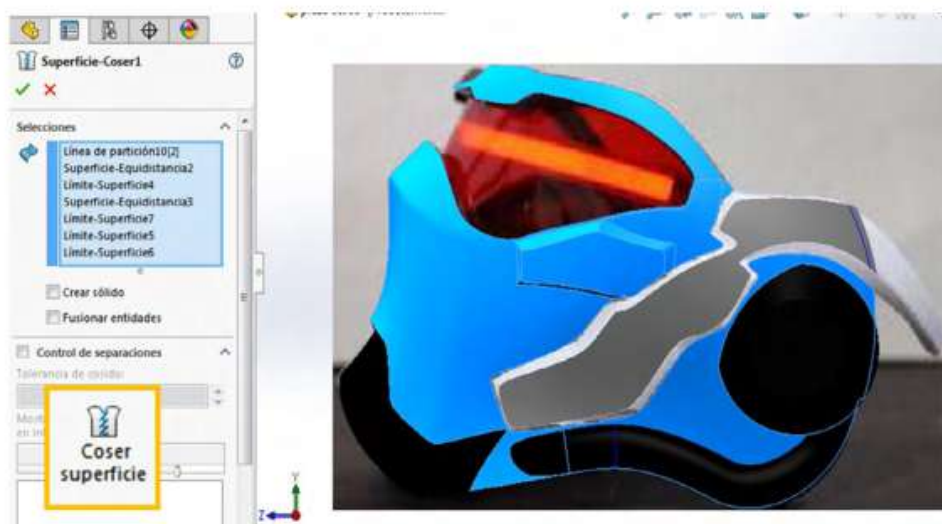
Figura 1.79. Mediante recortar superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

76. En el siguiente paso seleccionaremos la opción “Coser superficie” para unir todas las superficies que se hicieron, como se muestra a continuación.

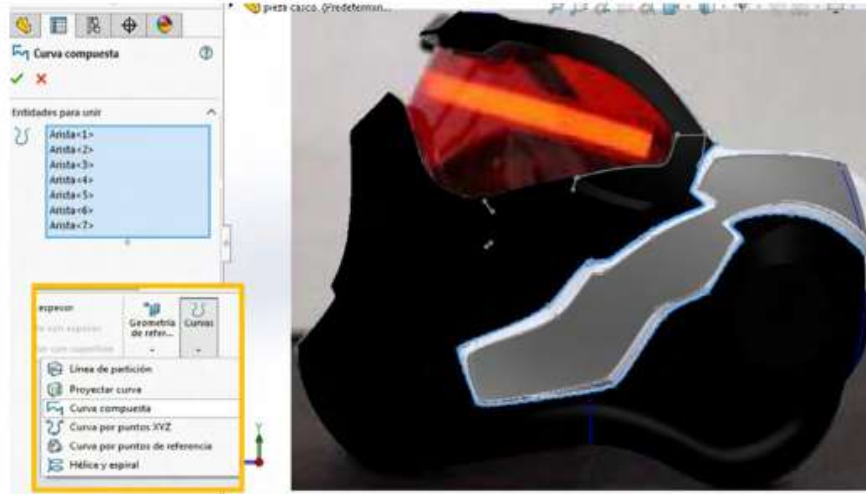
Figura 1.80. Mediante la opción de coser superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

77. Seleccionaremos la opción “Curva compuesta”, para esto nos dirigiremos a “Curvas”, después “Curva compuesta”, y elegiremos las aristas que se muestran y damos aceptar.

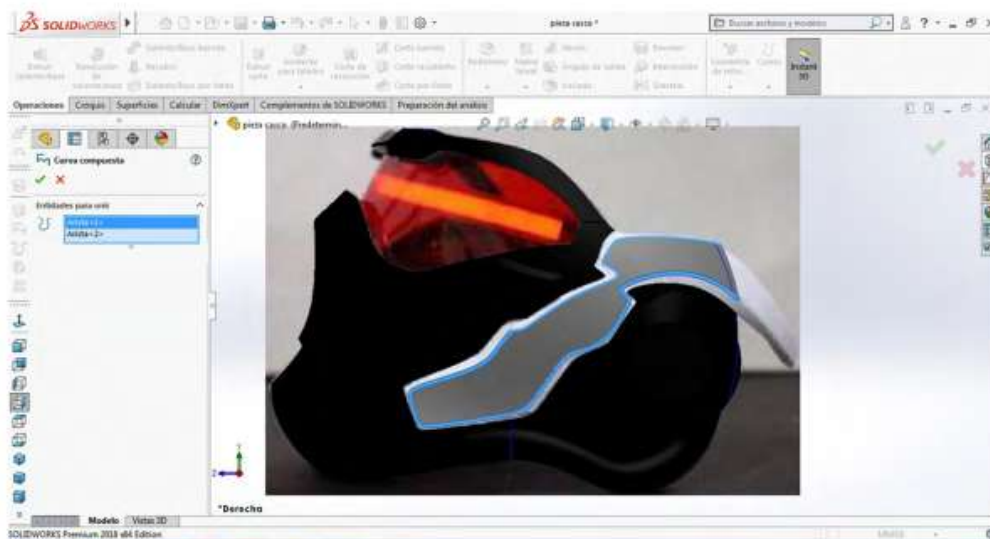
Figura 1.81. Mediante la opción de curva compuesta



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

78. Seleccionaremos de nuevo la opción “Curva compuesta” y elegiremos las aristas que se muestran y damos aceptar.

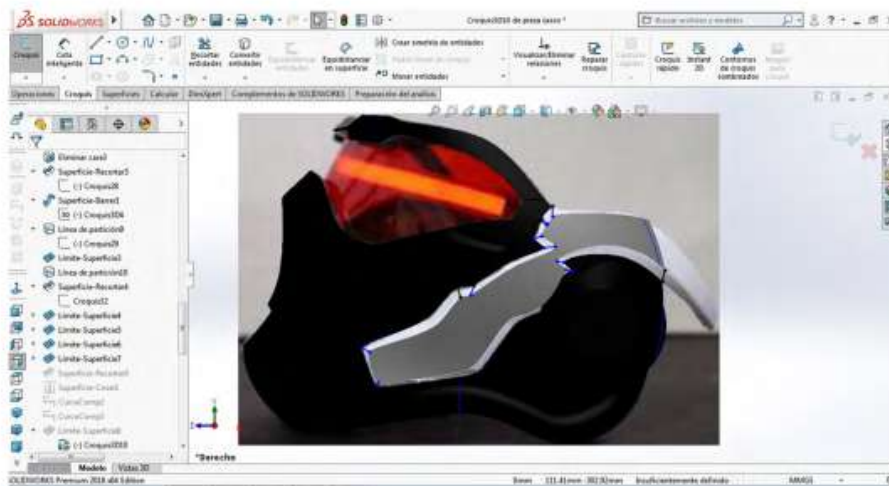
Figura 1.82. Mediante la opción de curva compuesta y selección de aristas



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

79. Después abriremos un croquis 3D y haremos las siguientes 11 líneas, como se muestran a continuación.

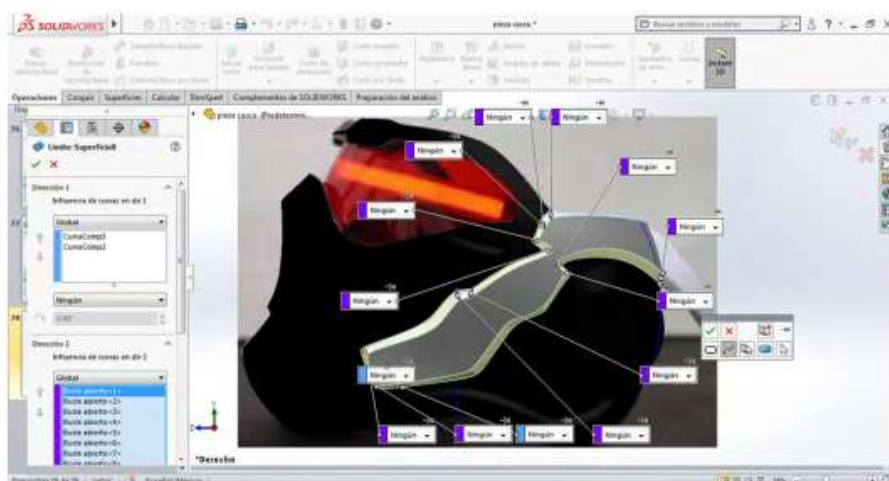
Figura 1.83. Por croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

80. Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” elegiremos las curvas que se muestran, y en la “Dirección 2” pondremos las líneas del paso anterior con ayuda del “Selection manager”, como se muestra abajo, y damos aceptar.

Figura 1.84. Mediante la opción de superficie limitante



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



81. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, donde seleccionaremos todas las caras que se muestran, y damos aceptar.

Figura 1.85. Mediante eliminar cara

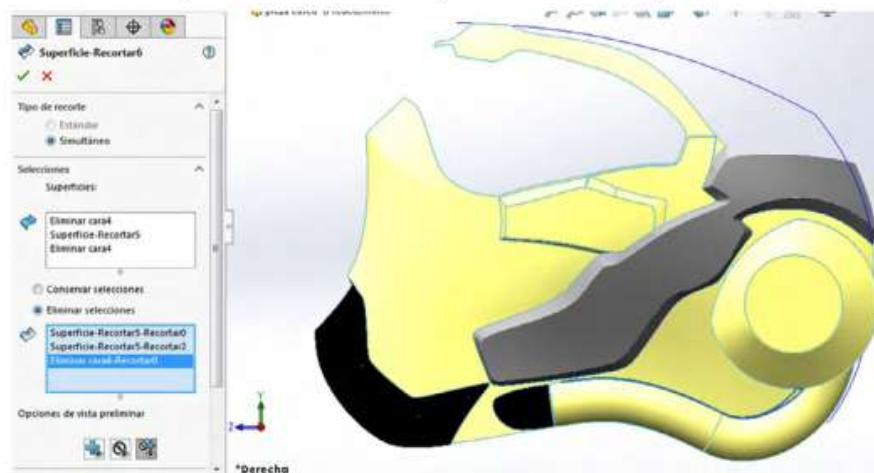


Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

*Nota:* Para tener una mejor percepción ocultaremos la imagen del plano lateral.

82. Posteriormente seleccionaremos la opción “Recortar superficie” (Trim Surface), escogeremos las superficies que se muestran a continuación, elegiremos la opción de eliminar selección y damos aceptar.

Figura 1.86. Mediante la opción de recortar superficie



Fuente: Elaboración propia.

83. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y realizamos el croquis que se muestra, siguiendo la imagen.

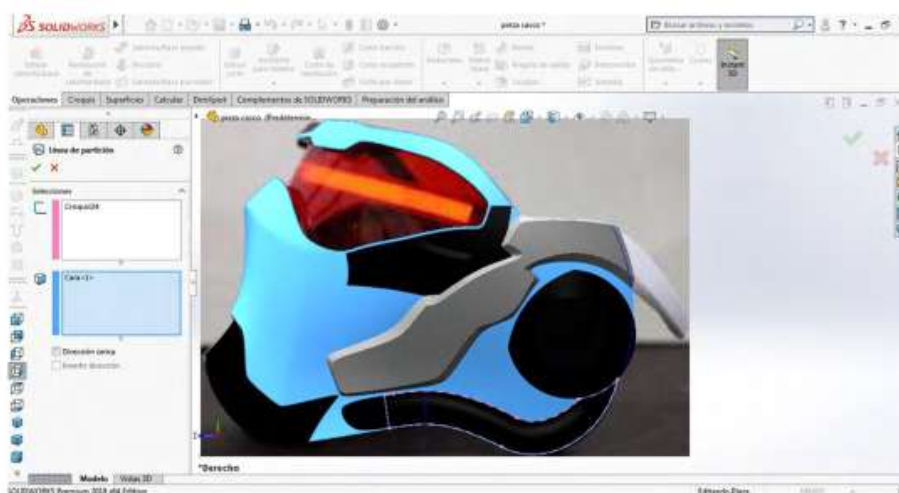
Figura 1.87. Mediante vista lateral y croquis



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

84. Después seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” seleccionaremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” escogeremos la cara de la pieza hecha anteriormente, como se muestra a continuación.

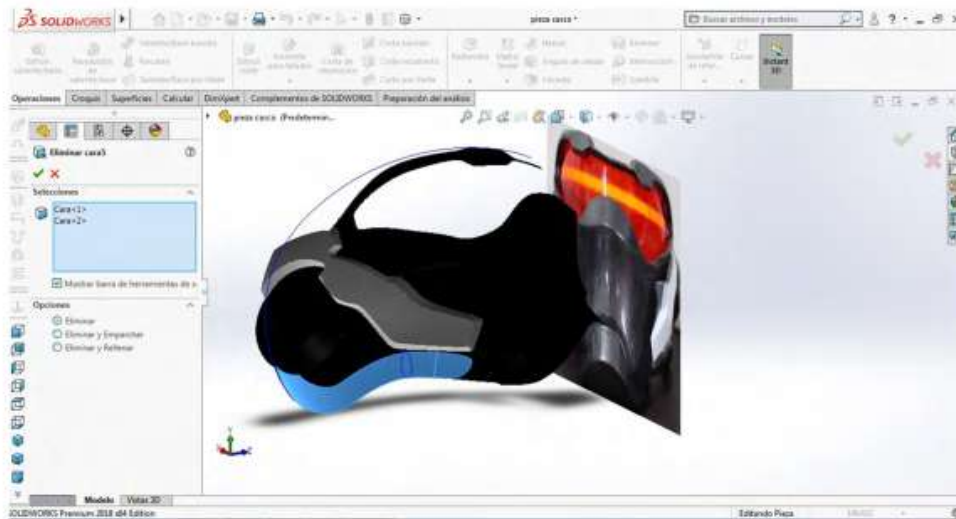
Figura 1.88. Mediante la opción de línea de partición y croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

85. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, donde seleccionaremos todas las caras que se muestran y damos aceptar.

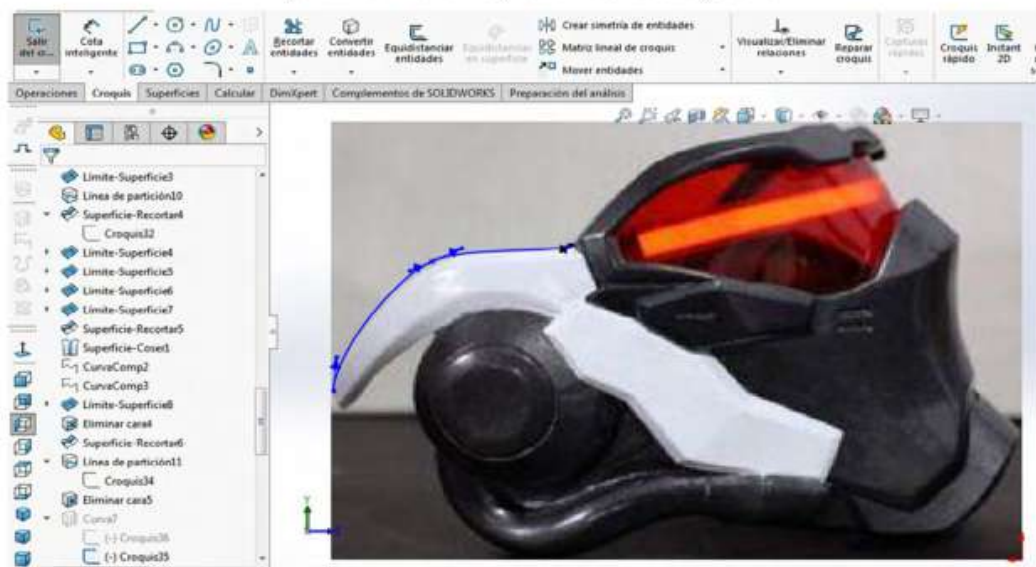
Figura 1.89. Mediante la opción de eliminar cara



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

86. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego, una “Curva” para hacerla como se muestra.

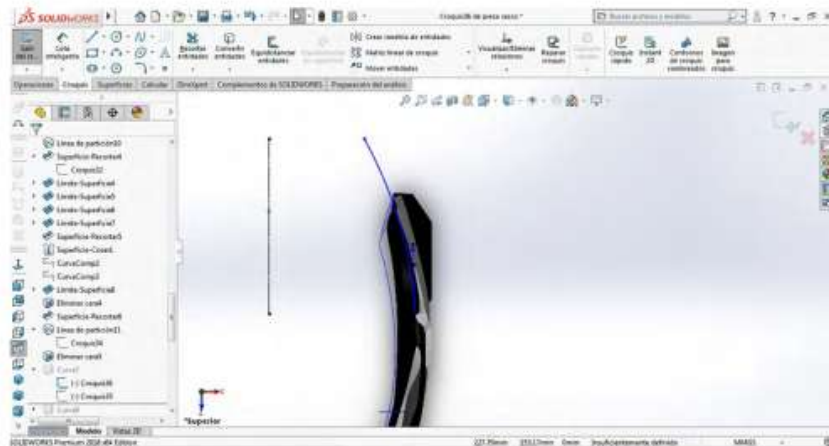
Figura 1.90. Mediante plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

87. Procederemos a abrir un plano “Planta”, en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos haciéndola constructiva, después seleccionaremos la opción “Spline” y la haremos como se muestra.

Figura 1.91. Mediante la opción de plano en vista planta y spline



Fuente: Elaboración propia.

88. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

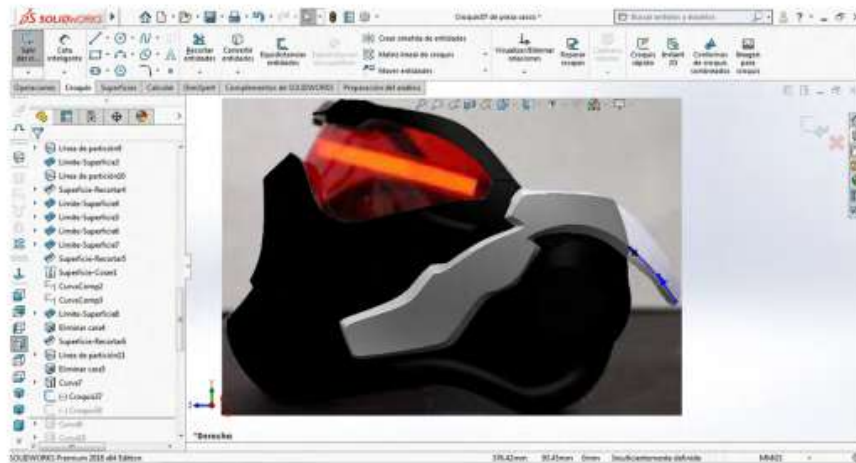
Figura 1.92. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaboración propia.

89. Procederemos a escoger el plano “Vista lateral” y después seleccionamos una “Curva” para hacerla como se muestra.

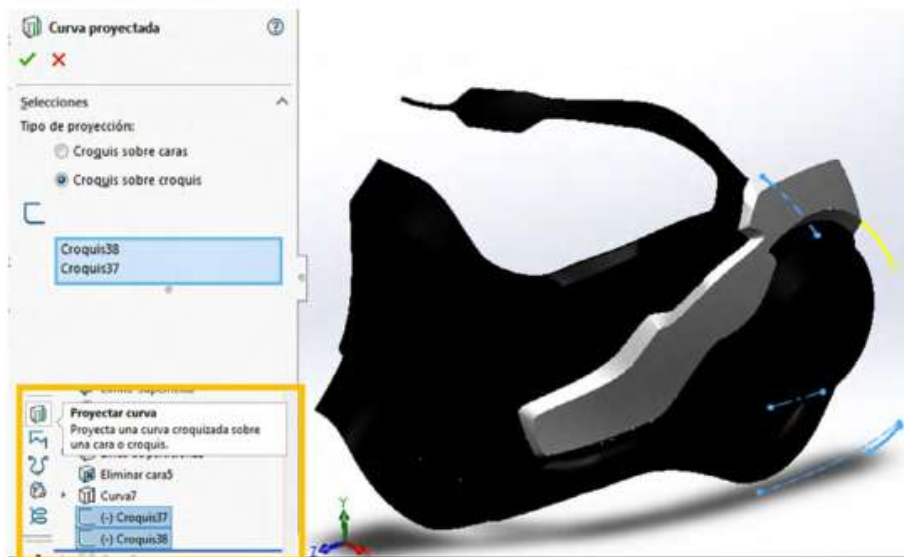
Figura 1.93. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

90. Procederemos a abrir un plano “Planta”; en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos haciéndola constructiva, después escogeremos la opción “Spline”, y la haremos como se muestra.

Figura 1.94. Mediante la opción de plano planta y spline



Fuente: Elaboración propia.

91. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y procedemos a seleccionar una “Curva” para hacerla como se muestra. Después abriremos un plano “Planta”, en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos, después escogeremos la opción “Spline”, y la haremos como se muestra.

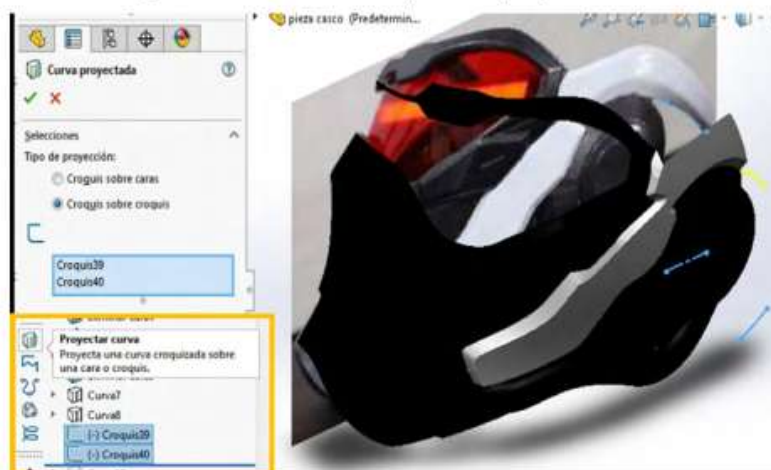
Figura 1.95. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

92. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

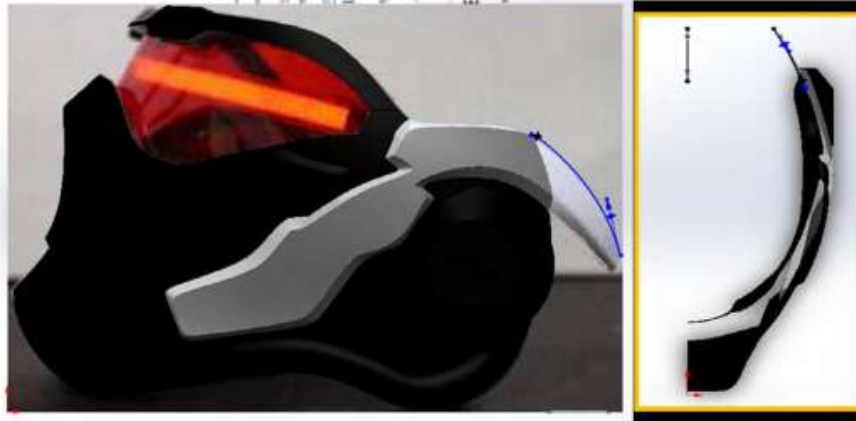
Figura 1.96. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

93. Ahora seleccionamos el plano “Vista lateral” y luego una “Curva” para hacerla como se muestra. Después abriremos un plano “Planta”, en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos, después seleccionaremos la opción “Spline” y la haremos como se muestra. Estos dos croquis deben estar relacionados de los puntos.

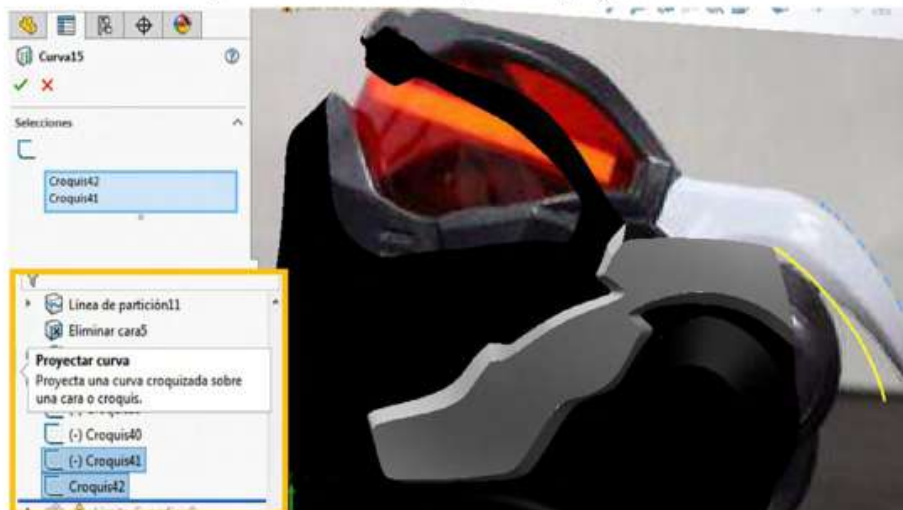
Figura 1.97. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

94. En seguida, proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra y damos aceptar.

Figura 1.98. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

95. Después abriremos un croquis 3D y haremos las siguientes curvas, como se muestran a continuación.

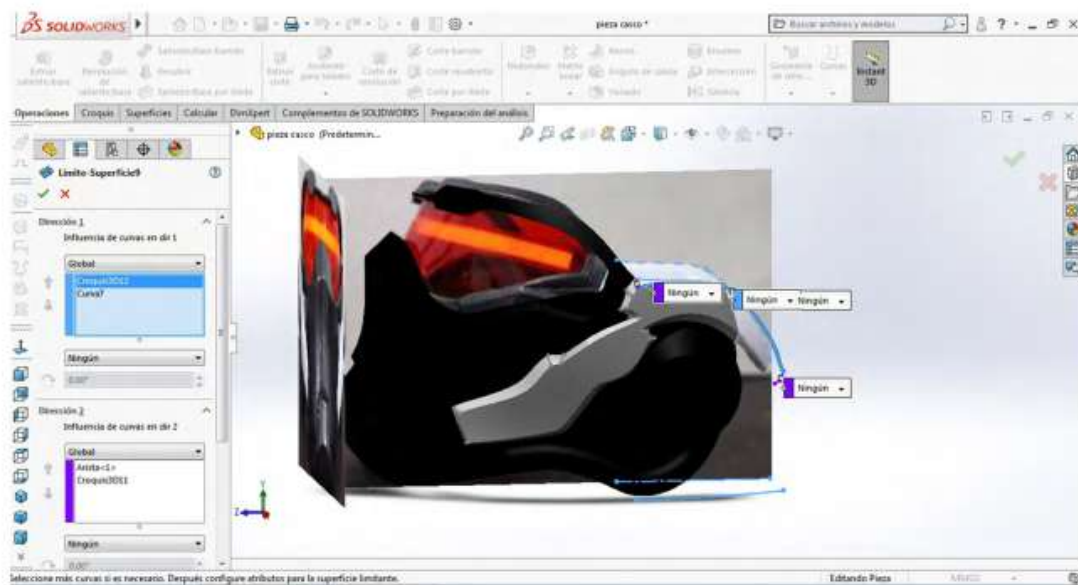
Figura 1.99. Por croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

96. Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, escogeremos la “Dirección 1”, como se muestra a continuación, y damos aceptar.

Figura 1.100. Mediante la opción de superficie limitante con opción en dirección en 1

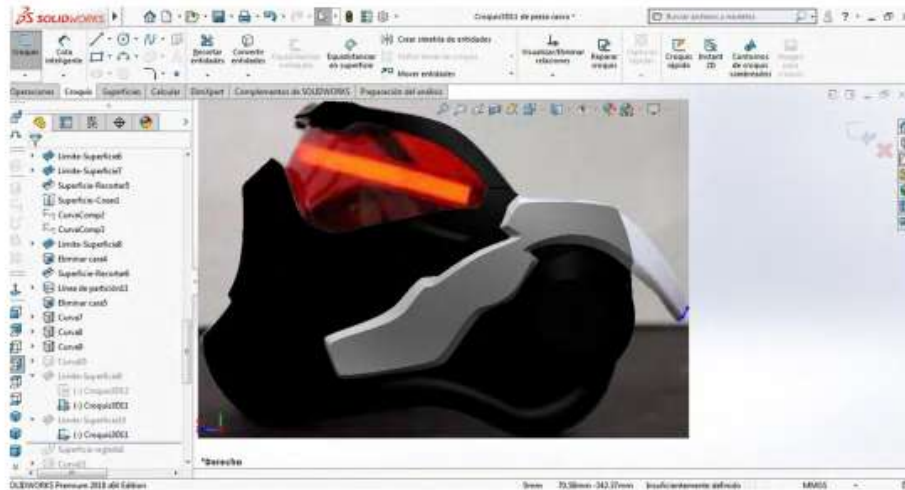


Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



97. Después abriremos un croquis 3D y haremos la siguiente curva, como se muestra a continuación.

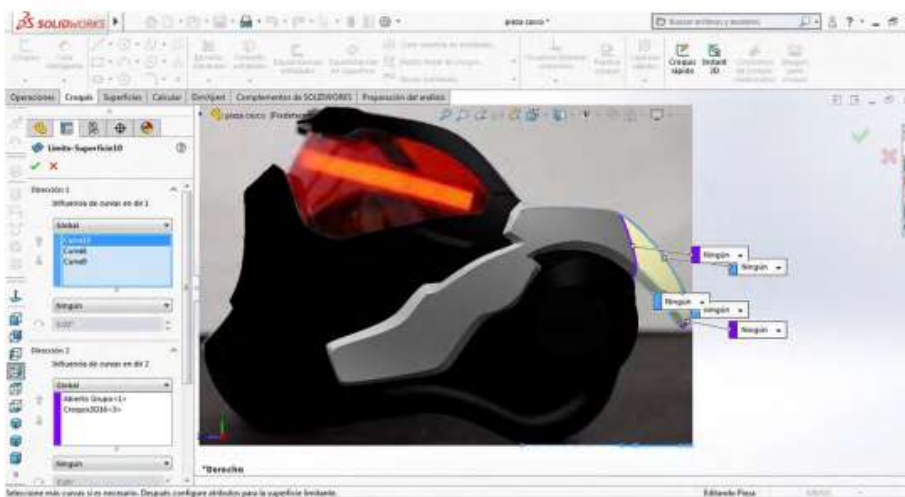
Figura 1.101. Mediante la opción de croquis 3D y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

98. Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” escogeremos las curvas previamente realizadas, y en la “Dirección 2” pondremos el croquis realizado en el paso anterior y la arista de la superficie.

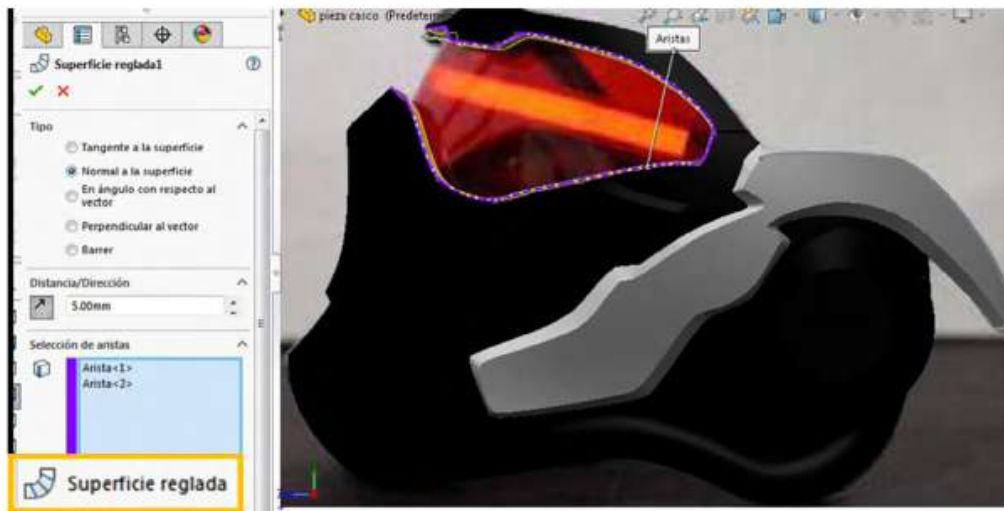
Figura 1.102. Mediante la opción de superficie limitante con opción en dirección en 2



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

99. Posteriormente seleccionaremos la opción “Superficie reglada” y escogeremos las dos aristas que se muestran, teniendo una distancia de 5 mm.

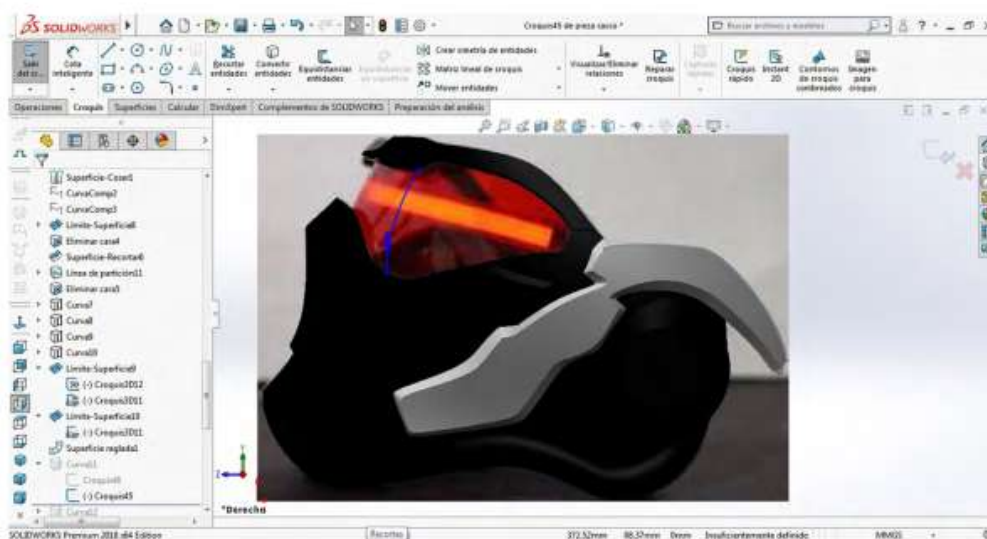
Figura 1.103. Mediante la opción de superficie reglada



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

100. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego una “Curva” para hacerla como se muestra.

Figura 1.104. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

101. Después abriremos un plano “Alzado”, en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos haciéndola constructiva, después seleccionaremos la opción “Spline” y la haremos como se muestra.

Figura 1.105. Mediante la opción de plano alzado y spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

*Nota:* Estos dos croquis deben estar relacionados horizontalmente de los puntos.

102. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

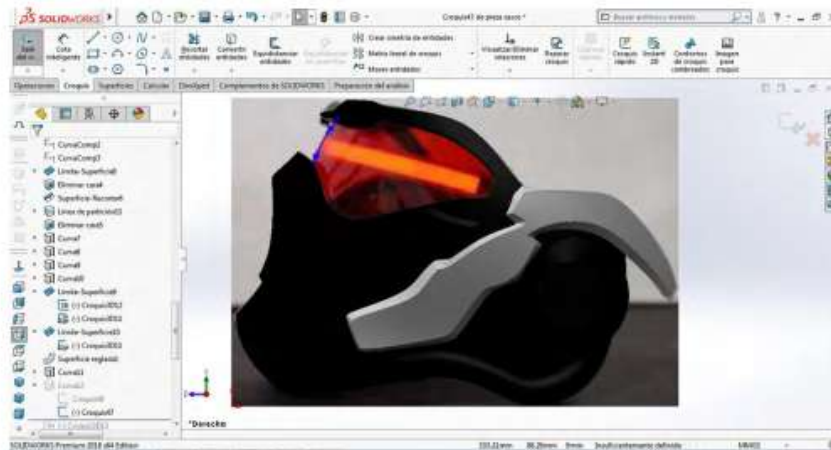
Figura 1.106. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

103. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y elegiremos una “Curva” para hacerla como se muestra.

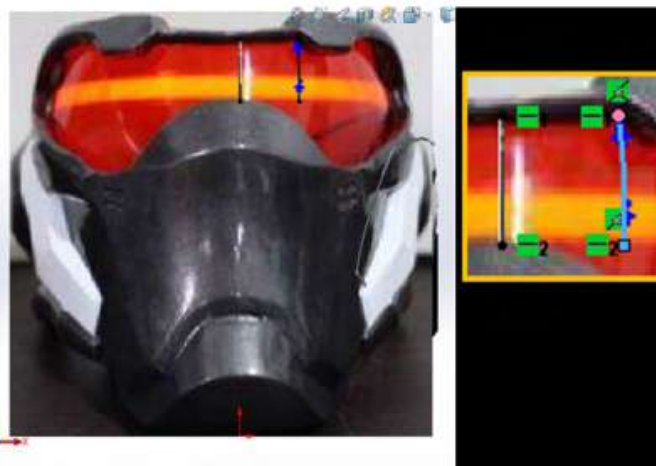
Figura 1.107. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

104. Después abriremos un plano “Alzado”, en éste seleccionaremos la curva realizada en el paso anterior y la convertiremos haciéndola constructiva, después escogeremos la opción “Spline” y la haremos como se muestra.

FIGURA 1.108. Mediante la opción de plano alzado y spline.



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

*Nota:* Estos dos croquis deben estar relacionados horizontalmente de los puntos.

105. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

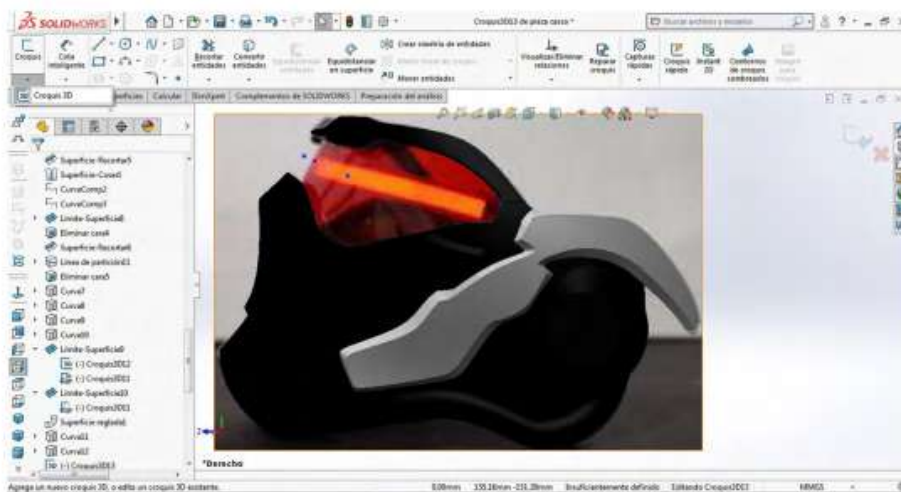
Figura 1.109. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

106. Después abriremos un croquis 3D y haremos los siguientes puntos, como se muestran a continuación.

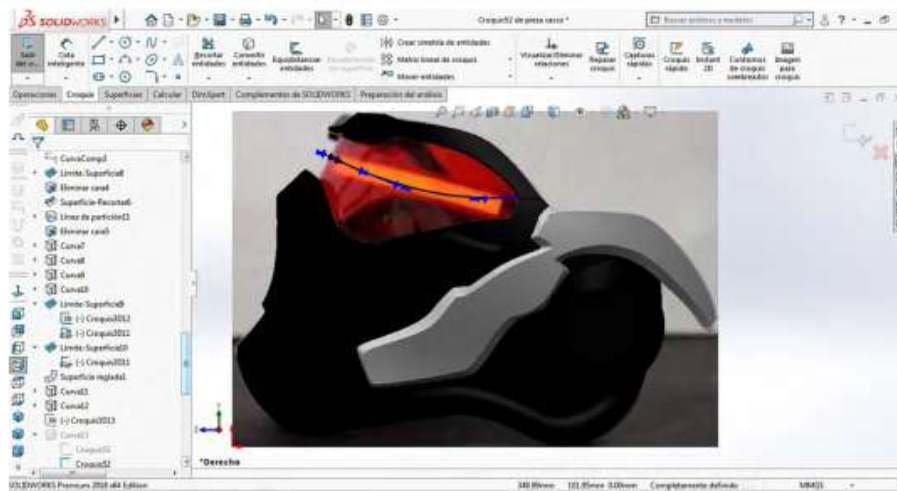
Figura 1.110. Mediante la opción de croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

107. Abriremos un “Plano alzado” y con ayuda de los puntos anteriores insertaremos una “Spline”, como se muestra.

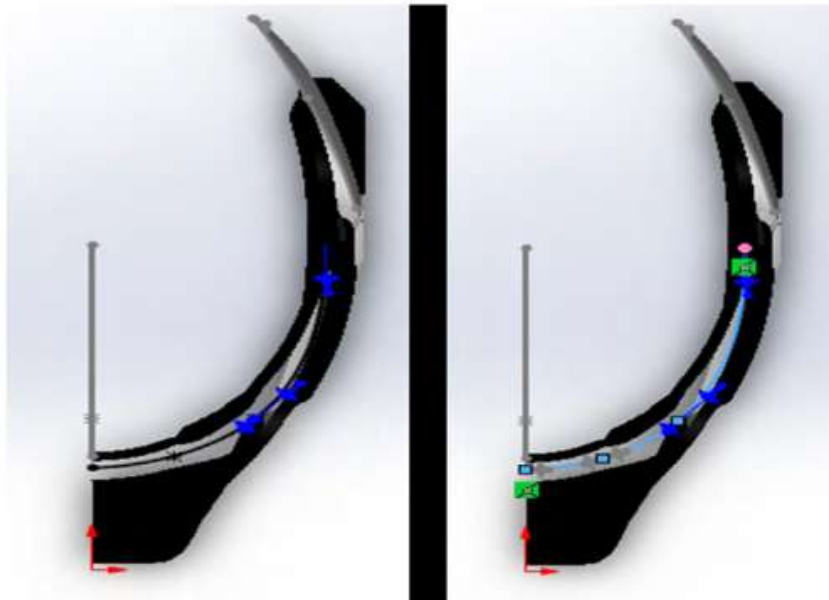
Figura 1.111. Mediante la opción de plano alzado y spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

108. Seleccionaremos un plano “Planta” y en él haremos un croquis, como se muestra a continuación, y utilizaremos una “Spline”

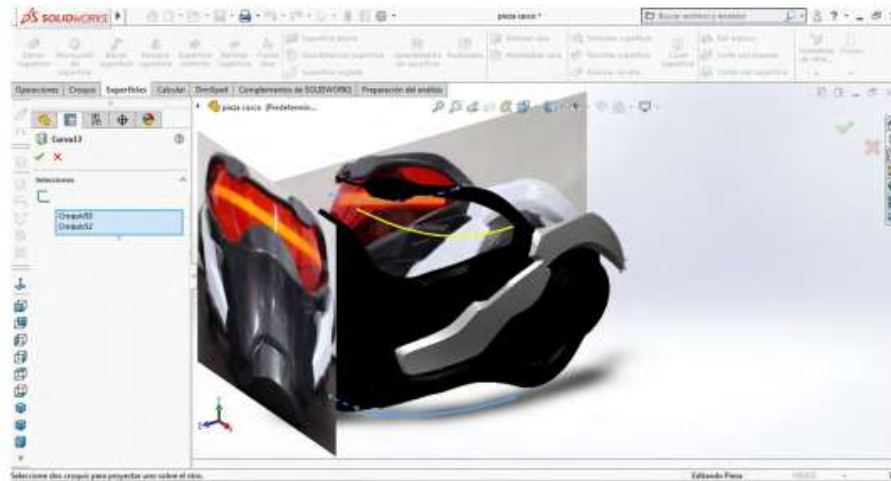
Figura 1.112. Mediante la opción de plano planta y spline



Fuente: Elaboración propia.

109. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra, y damos aceptar.

Figura 1.113. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

110. Ahora seleccionaremos el plano “Alzado” en el que haremos la siguiente curva, después abriremos un plano “planta” en donde haremos una “Spline”. Esta debe estar relacionada de los puntos con la línea que está abajo, como se muestra.

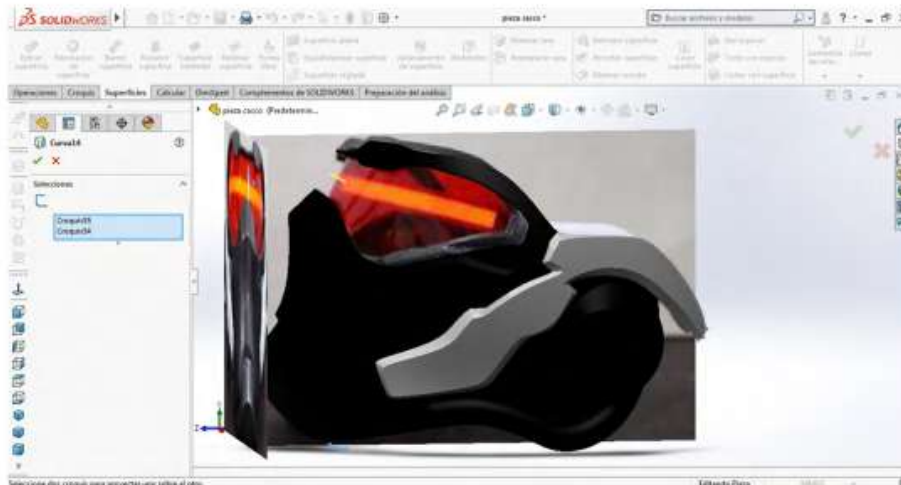
Figura 1.114. Mediante la opción de plano alzado y spline



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

111. A continuación proyectaremos una curva con estos dos croquis realizados. Seleccionamos estos dos croquis y nos vamos a “Proyectar curva”, para obtener el resultado que se muestra abajo, y damos aceptar.

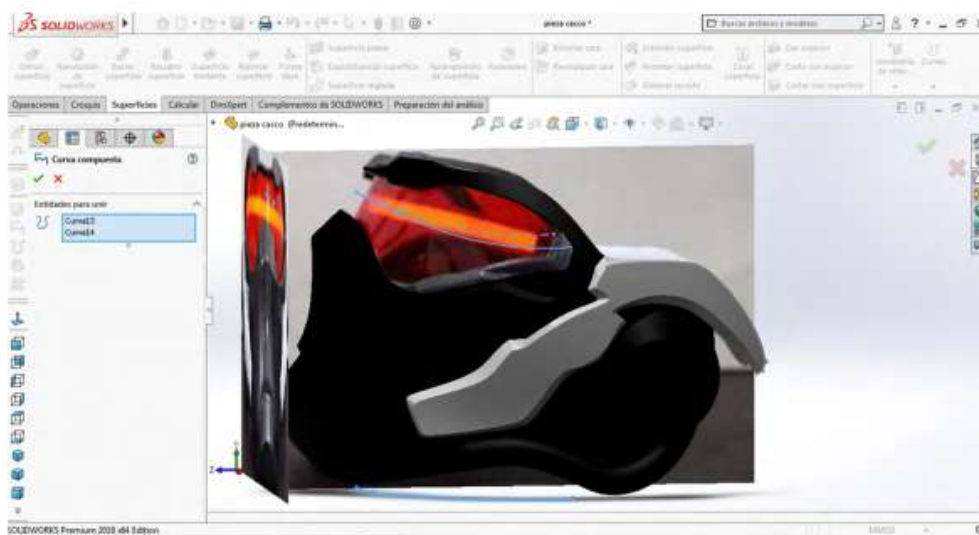
Figura 1.115. Mediante la opción de proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

112. Posteriormente utilizaremos la opción “Curva compuesta” y seleccionaremos las curvas que se muestran y damos aceptar.

Figura 1.116. Mediante la opción de curva compuesta



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.



113. Procederemos a seleccionar el plano “Vista lateral” y luego una “Curva” para hacerla como se muestra, de modo que esté tocando las aristas de la superficie.

Figura 1.117. Mediante la opción de plano vista lateral y curva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

114. Después procederemos a hacer tres croquis 3D, de tal modo que queden como se muestra.

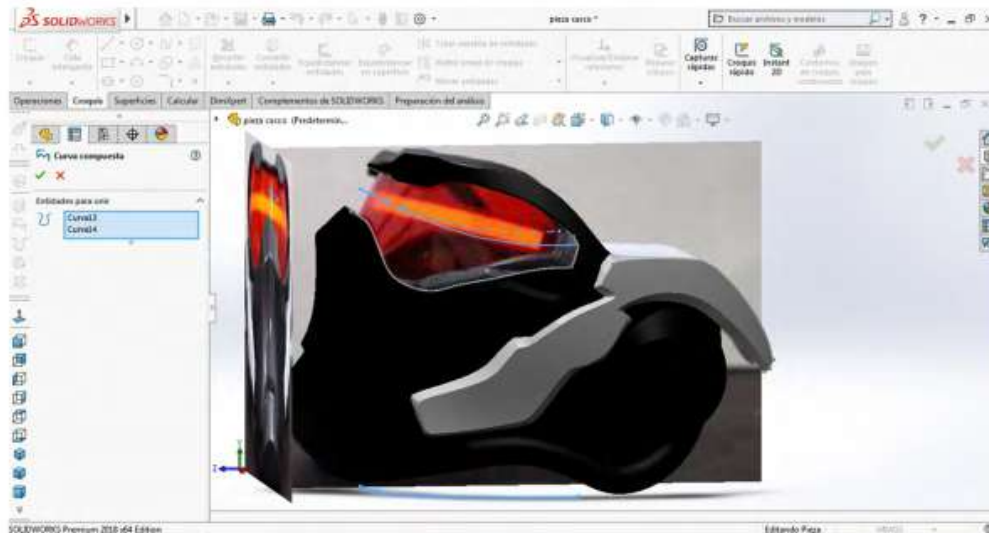
Figura 1.118. Mediante la opción de croquis 3D



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

115. Ahora utilizaremos la opción “Curva compuesta”, seleccionaremos las curvas que se muestran y damos aceptar.

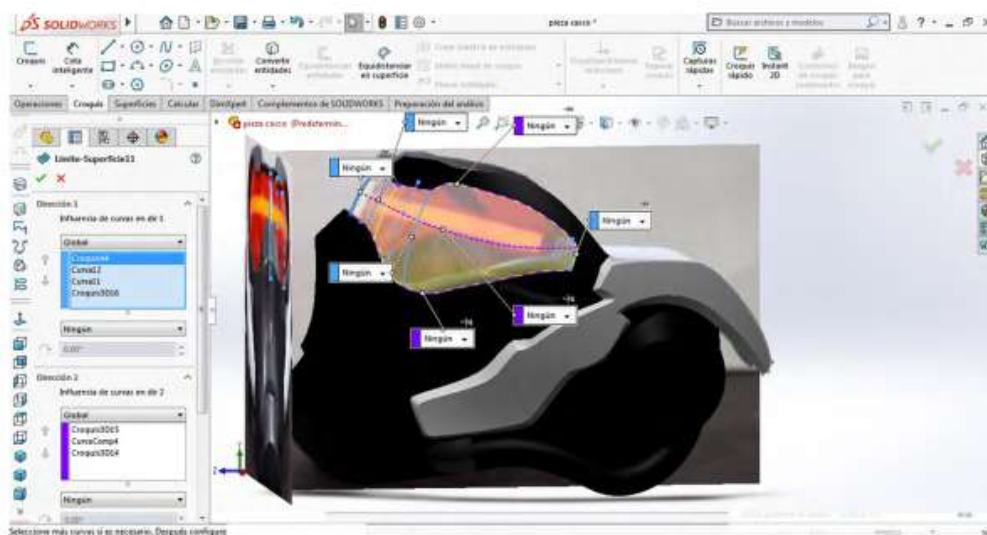
Figura 1.119. Mediante la opción de curva compuesta



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

Después seleccionaremos la opción “Superficie limitante”, en donde en la “Dirección 1” aparece lo que se muestra a continuación, y damos aceptar.

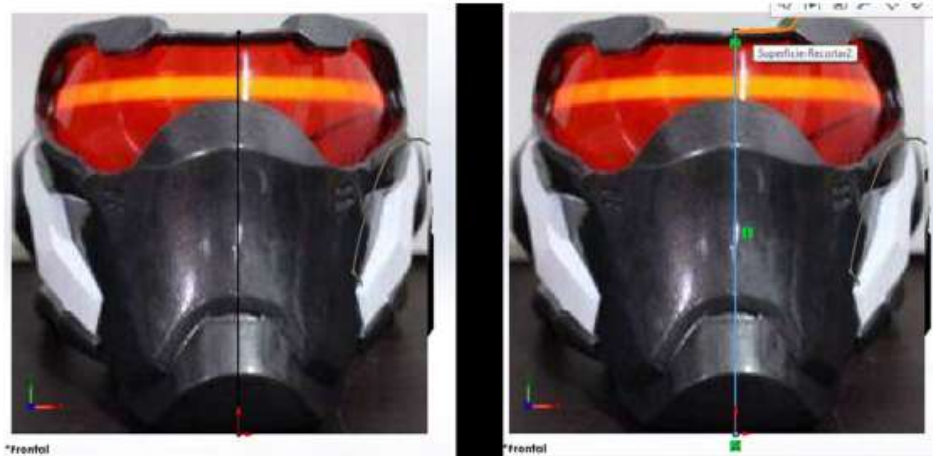
Figura 1.120. Mediante la opción de superficie limitante en dirección 1



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

116. Después abriremos un plano “Alzado” en donde haremos una línea, como se muestra a continuación. Esta debe estar relacionada con la curva que se presenta.

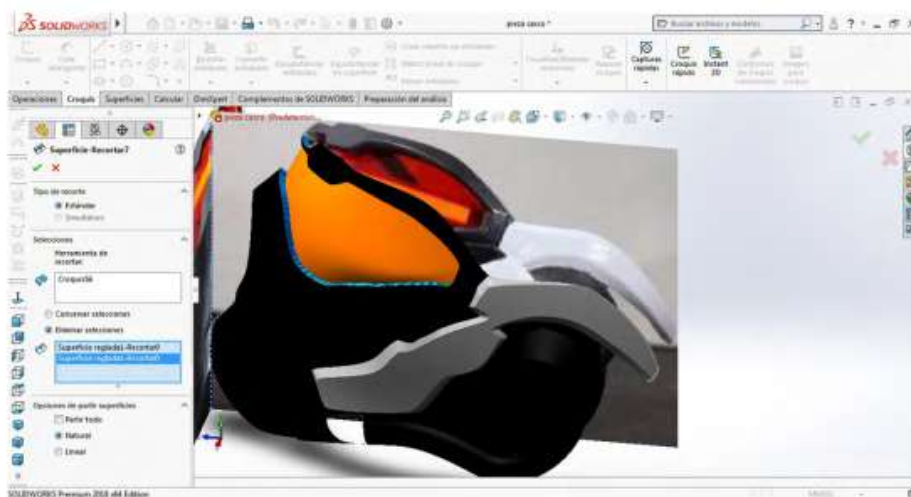
Figura 1.121. Mediante la opción de plano alzado y línea constructiva



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

117. Luego, seleccionaremos la opción “Recortar superficie”; en la parte de arriba se escogerá el croquis previamente realizado, y en la parte de abajo presenta las superficies que se muestran a continuación, seleccionando la opción de “Eliminar selección”.

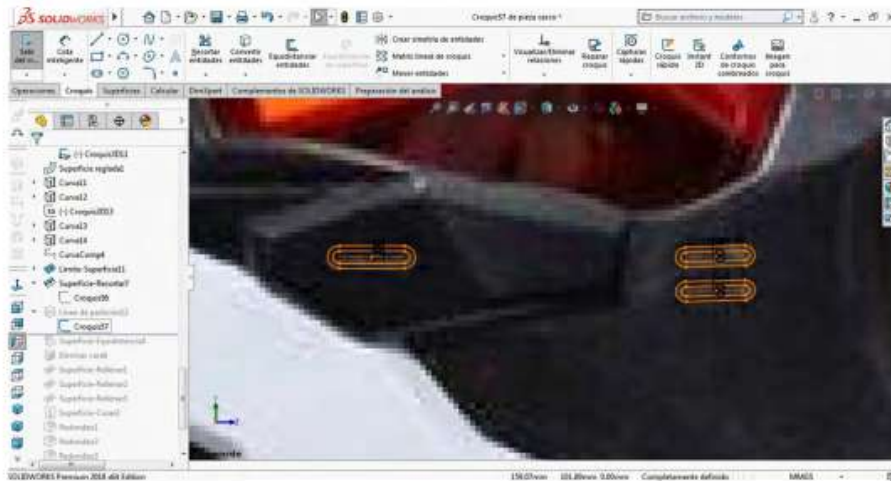
Figura 1.122. Mediante la opción de recortar superficie y eliminar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

118. Después abriremos un plano “Vista lateral”, en donde haremos el siguiente croquis.

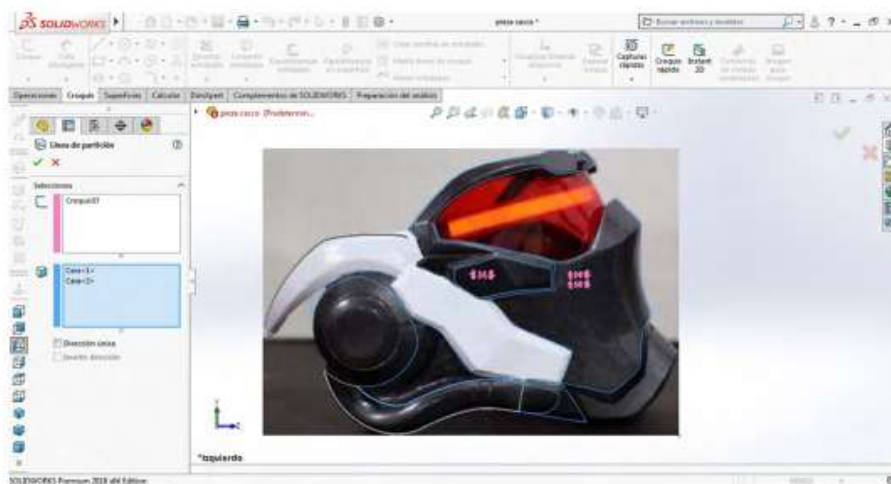
Figura 1.123. Mediante la opción de plano vista lateral



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

119. Luego seleccionaremos la opción “Línea de partición”, y en la opción “Croquis para proyectar” escogeremos el croquis previamente realizado, y en la opción “Caras para partir” seleccionaremos las caras de la pieza hechas antes, como se muestra a continuación.

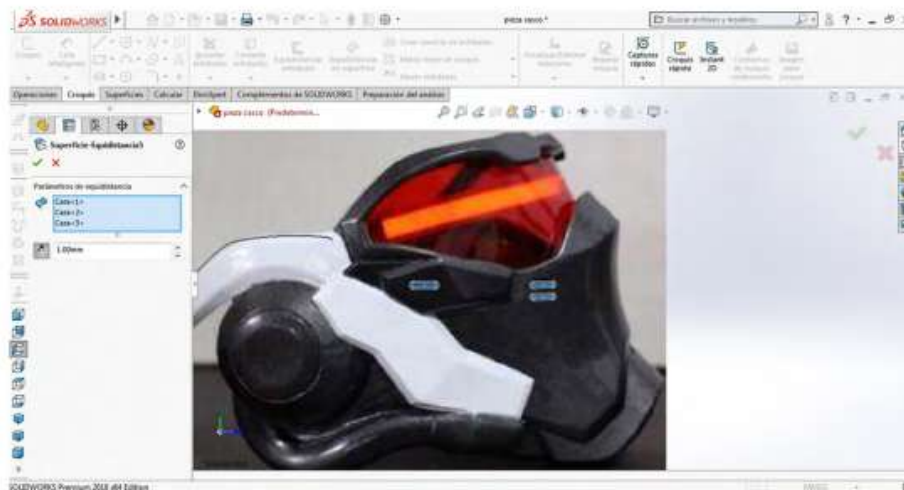
Figura 1.124. Mediante la opción de línea de partición y croquis para proyectar



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

120. Después seleccionaremos la opción “Equidistancia superficie”, en donde escogeremos las caras que acabamos de hacer y con una distancia de 1 mm.

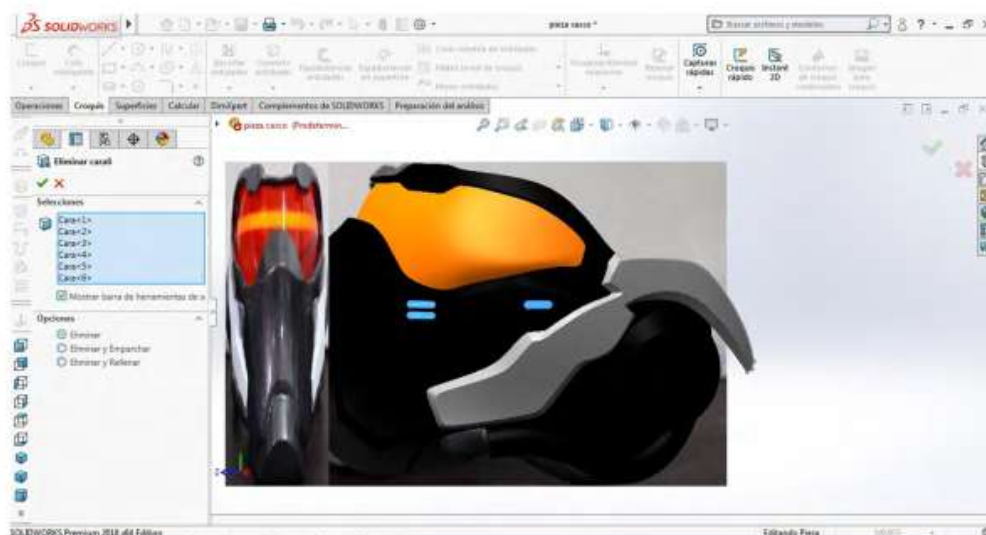
Figura 1.125. Mediante la opción de equidistancia superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

121. Posteriormente elegiremos la opción “Eliminar cara”, donde seleccionaremos todas las caras que se muestran.

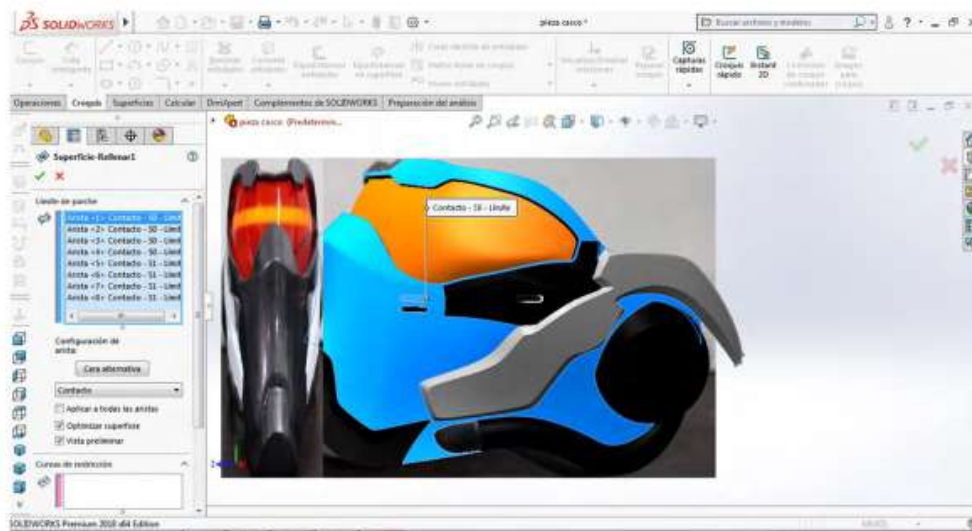
Figura 1.126. Mediante la opción de eliminar cara



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

122. Después seleccionaremos la opción “Rellenar superficie”, en donde elegiremos todas las aristas que se muestran.

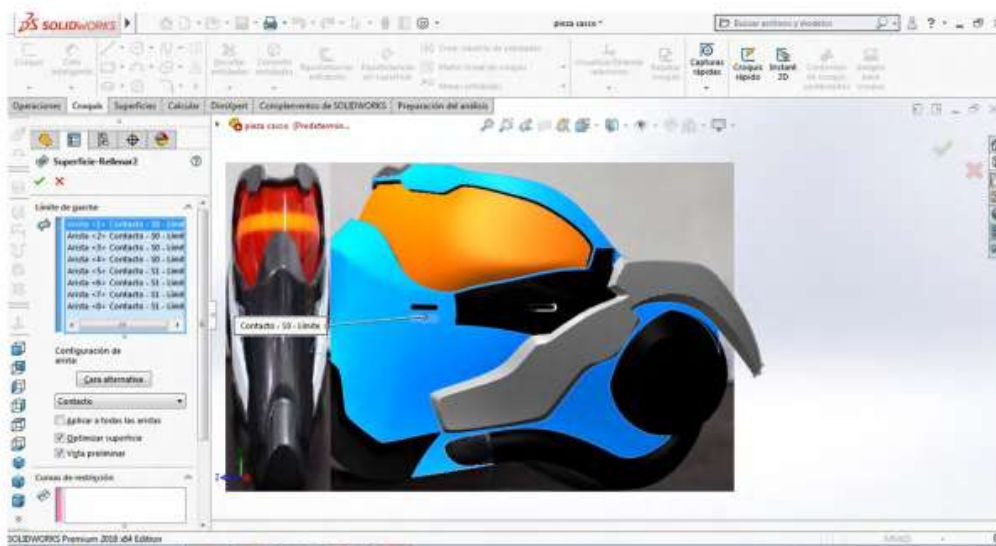
Figura 1.127. Mediante la opción de rellenar superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

123. Ahora seleccionaremos la opción “Rellenar superficie”, en donde elegiremos todas las aristas que se muestran.

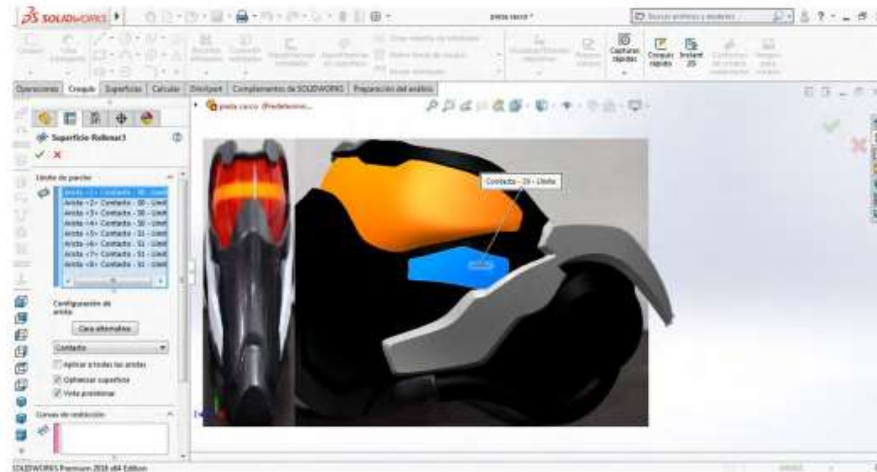
Figura 1.128. Mediante la selección de las aristas



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

124. En seguida elegiremos la opción “Rellenar superficie”, en donde seleccionaremos todas las aristas que se muestran.

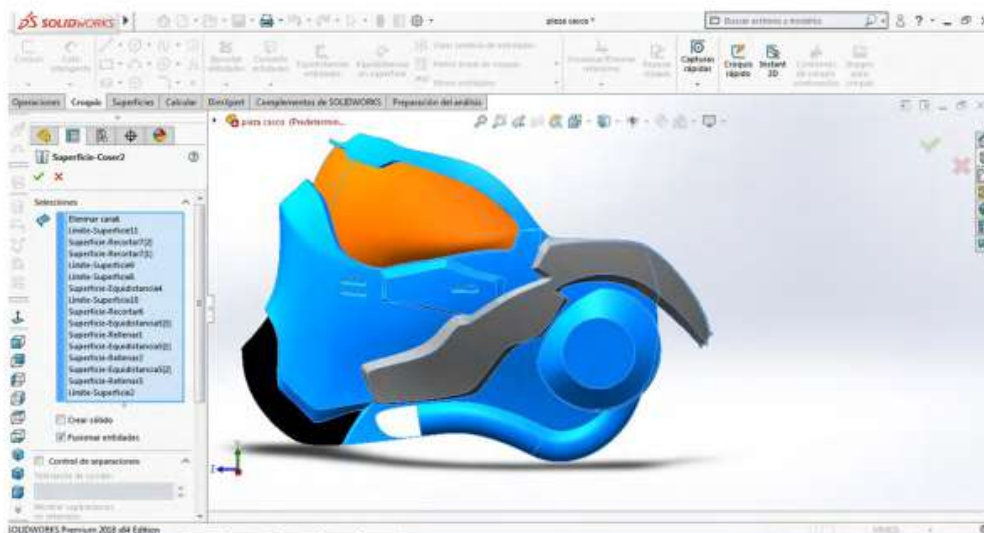
Figura 1.129. Mediante la opción de rellenar superficie



Fuente: Elaborado con base en la práctica 1.

125. En el siguiente paso seleccionaremos la opción “Coser superficie” para unir todas las superficies que se hicieron, como se muestra a continuación.

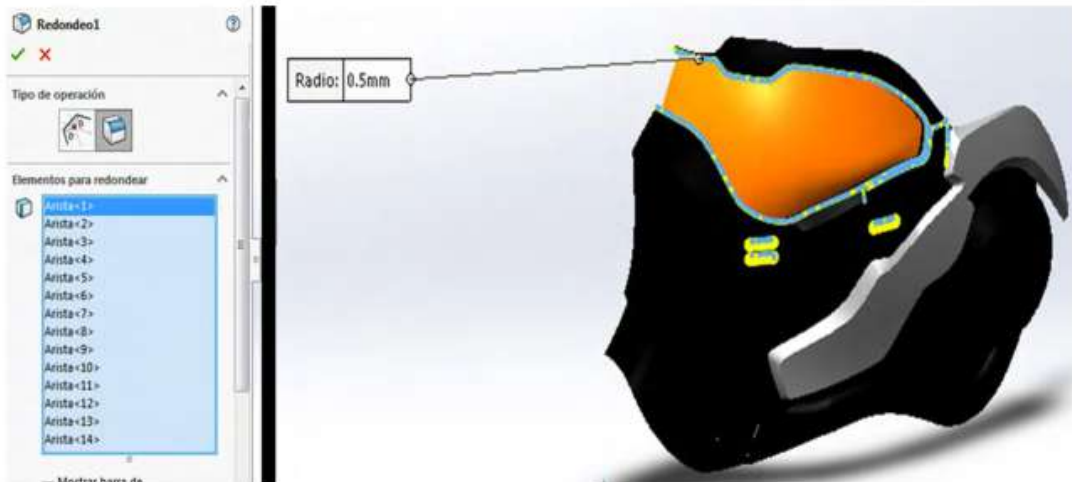
Figura 1.130. Mediante la opción de coser superficie



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente procederemos a utilizar la opción “Redondeo”, en donde seleccionaremos todas las aristas que se muestran, con un radio de 0.5 mm

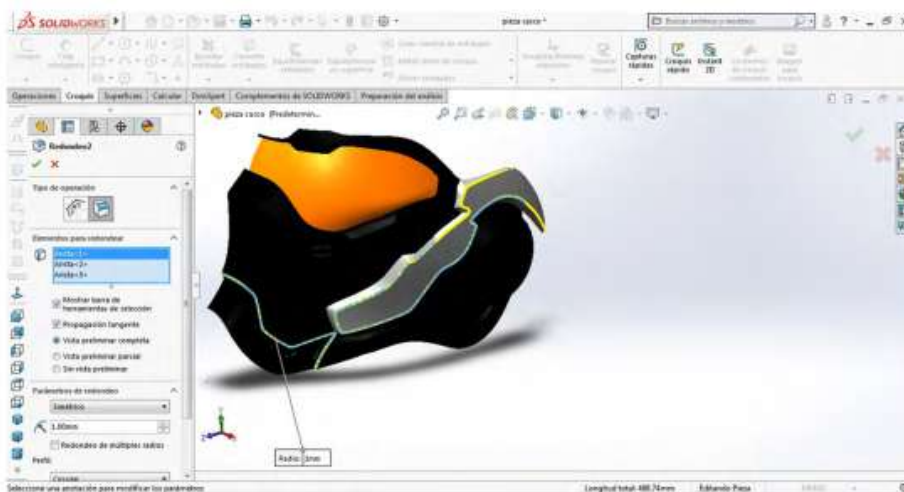
Figura 1.131. Mediante la opción de redondeo



Fuente: Elaboración propia.

126. Acontinuación procederemos a utilizar de nuevo la opción “Redondeo”, en donde seleccionaremos todas las aristas que se muestran, con un radio de 1 mm.

Figura 1.132. Mediante la opción de redondeo

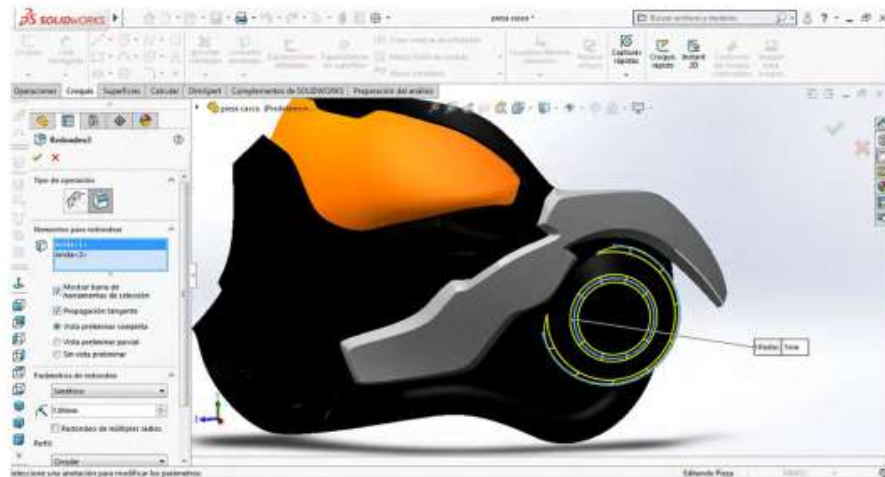


Fuente: Elaboración propia.



127. De nuevo procederemos a utilizar la opción “Redondeo”, en donde seleccionaremos todas las aristas que se muestran, con un radio de 7 mm.

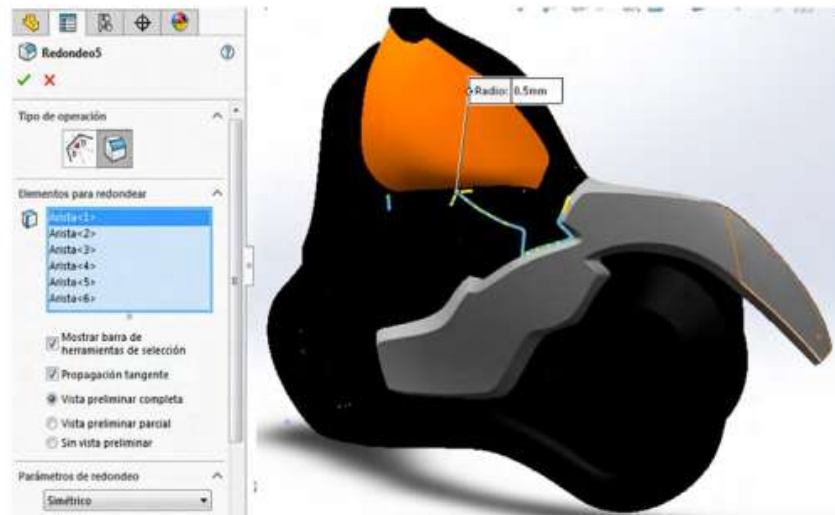
Figura 1.133. Mediante la opción de redondeo



Fuente: Elaboración propia.

128. Posteriormente procederemos a utilizar la opción “Redondeo”, en donde seleccionaremos todas las aristas que se muestran, con un radio de 0.5 mm.

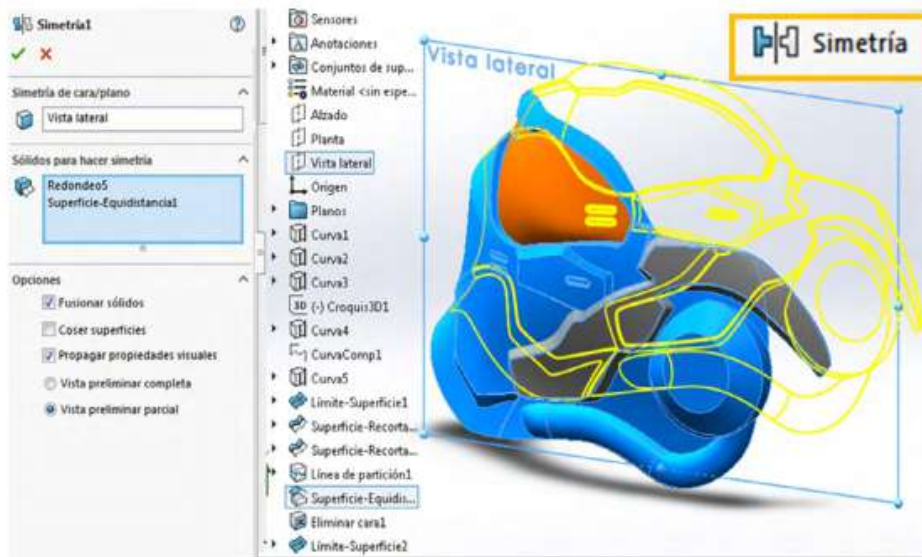
Figura 1.134. Mediante la opción de redondeo



Fuente: Elaboración propia.

129. En seguida haremos una simetría de la pieza creada; primero seleccionaremos el plano “Vista lateral”; después utilizaremos la opción “Simetría”, y en “Sólidos para hacer simetría” seleccionaremos lo que se muestra.

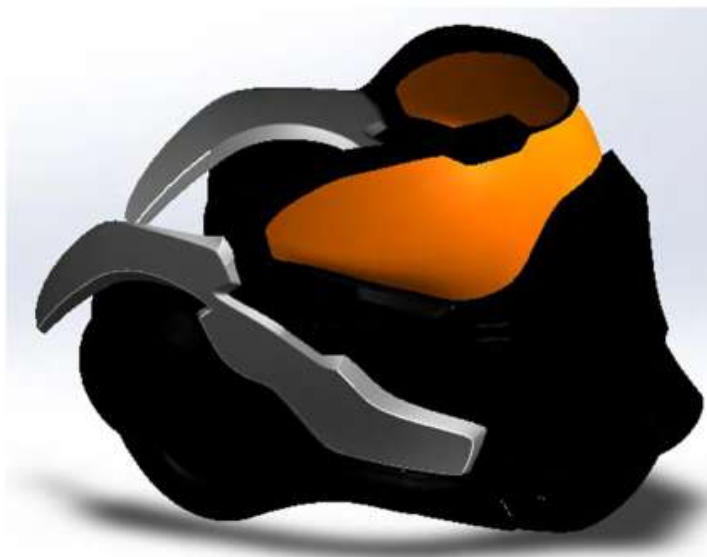
Figura 1.135. Mediante la opción de simetría



Fuente: Elaboración propia.

*Nota:* Esta opción la encontramos en la sección “Operaciones”.

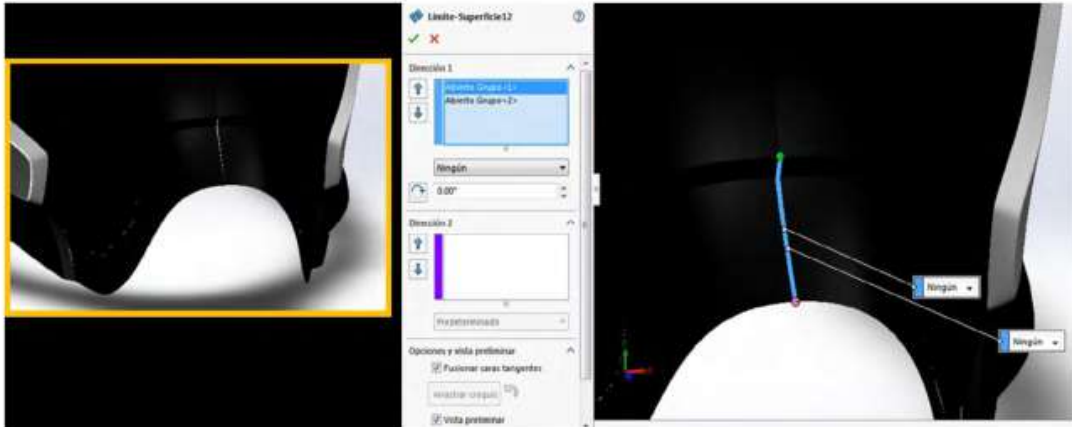
Figura 1.136. Mediante la opción de sólidos para hacer simetría



Fuente: Elaboración propia.

130. Para cerrar este hueco utilizaremos la opción “Superficie limitante”, en donde seleccionaremos las aristas que se muestran.

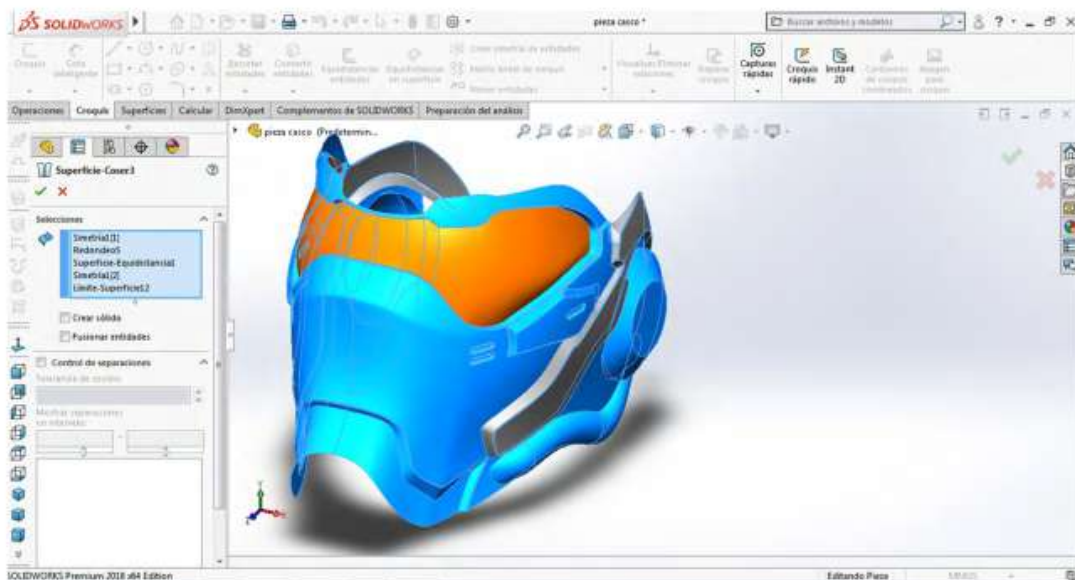
Figura 1.137. Mediante la opción de superficie limitante



Fuente: Elaboración propia.

131. Después seleccionaremos la opción “Coser superficie” para unir todas las superficies que se hicieron, como se muestra a continuación.

Figura 1.138. Mediante la opción de coser superficie



Fuente: Elaboración propia.

132. Para finalizar ocultaremos todos los croquis, aristas, curvas, que se diseñen y agregaremos color a las superficies.

Figura 1.139. *Aplicación de materiales*



Fuente: Elaboración propia.

133. Dar espesor y aplicar materiales.

Figura 1.140. *Mediante la opción renderización*



Fuente: Elaboración propia.

## 2. Multicuerpos por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.02>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar en una práctica de alambre metálico con torsión y diseño de un producto mediante patrones degradados en su estampado. Para poder lograr lo anterior se recurre a la técnica por imágenes, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de imágenes frontal, lateral y vista aérea, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer las imágenes en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implican un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D, este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, mallas, multicuerpos, proyecciones de líneas, técnicas mediante imágenes.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 2: ALAMBRE METÁLICO CON TORSIÓN

Figura 2.1. *Alambre metálico con torsión y matrices*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 2.

## **Práctica 2: Diseño de un producto como un cuerpo de alambre con torsión**

### ***Objetivo de la práctica:***

Las técnicas aplicadas al uso de superficies en este tutorial serán vistas hasta la parte intermedia final de este mismo. En esta práctica aplicaremos las técnicas mediante imágenes por superficies; la utilización de combinaciones de matrices y barridos de superficies mediante torsiones nos da una salida excelente en la terminación de un alambre metálico.

### **Competencias:**

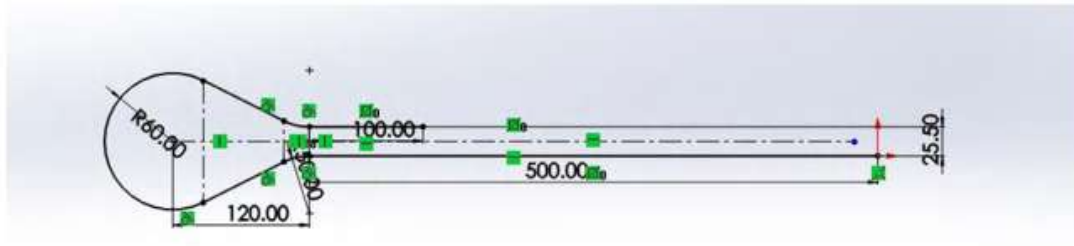
- \* Crear croquis y dimensionar; operaciones básicas (manejo de línea y línea constructiva).
- \* Croquizar / spline (croquizado respecto a línea constructiva).
- \* Extruir de pieza.
- \* Redondear superficies.
- \* Multicuerpos, cortes y proyecciones de líneas.
- \* Matriz.
- \* Barrido con variante de torsión.
- \* Aplicar espesor.

1. Seleccionar plano "Alzado" e ir realizando el siguiente croquis que se muestra en la figura 2.2, en donde después se realizarán relaciones inteligentes y se les asignaran las medidas correspondientes.

### Verificar que las unidades estén en milímetros

- 1.1. La primera relación inteligente es entre los dos puntos de los círculos que tienen que estar verticales.
- 1.2. La segunda los arcos deben de ser iguales.
- 1.3. La tercera las tres líneas horizontales (100 mm, 500 mm y la constructiva) tienen que ser simétricas. Salir del croquis.

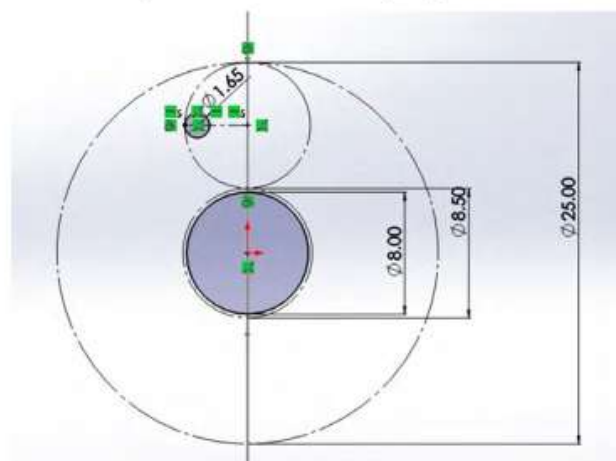
Figura 2.2. Croquis y dimensiones de ruta



Fuente: Elaboración propia.

2. Se realizará otro croquis en "Vista lateral", se normaliza y se procede a realizar el croquis que se muestra en la imagen 2.3.

Figura 2.3. Dimensiones y trayectoria

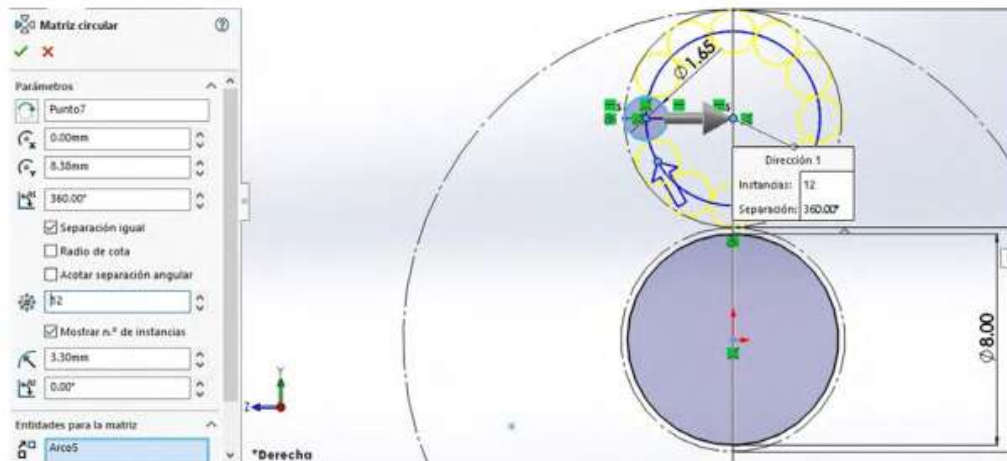


Fuente: Elaboración propia.



3. Una vez realizado el croquis anterior se realiza una matriz circular con los parámetros que se muestran abajo.

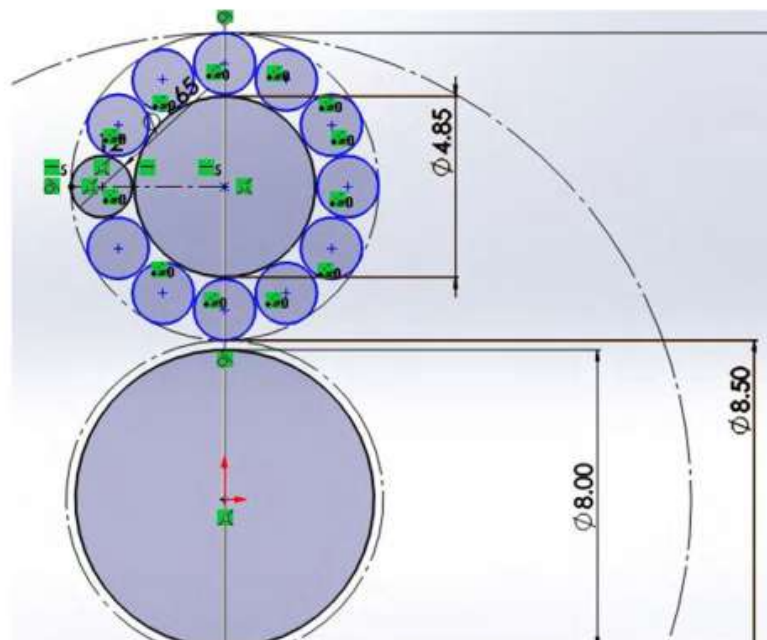
Figura 2.4. Matriz para cuerpo múltiple



Fuente: Elaboración propia.

4. Una vez realizada la matriz anterior se procede a realizar un círculo en medio con un diámetro de 4.85.

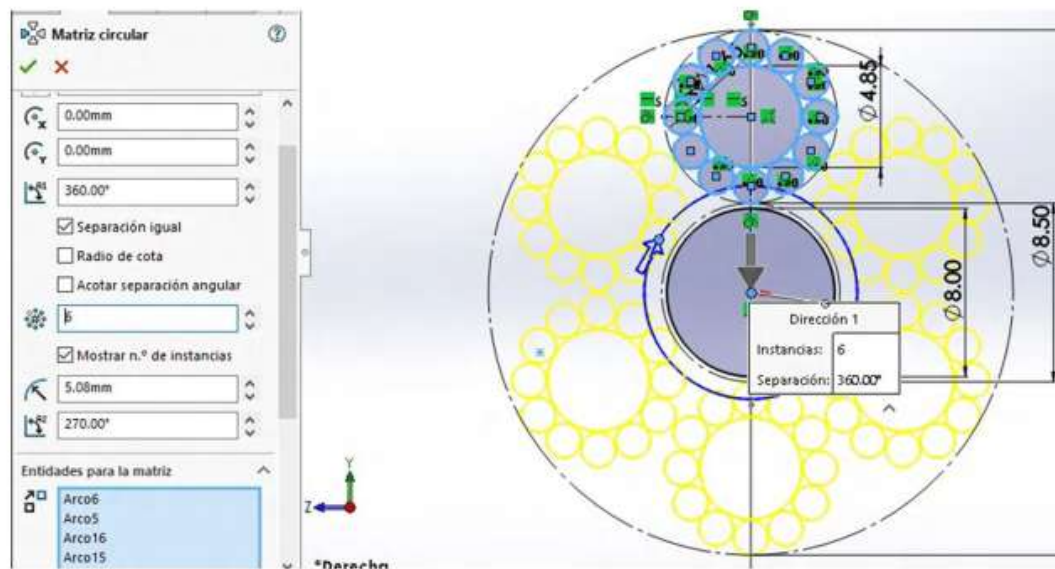
Figura 2.5. Dimensiones y matriz



Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a ejecutar otra matriz circular seleccionando los círculos que se acaban de realizar, en donde los parámetros serán los que muestra la figura 2.6. Salir del croquis.

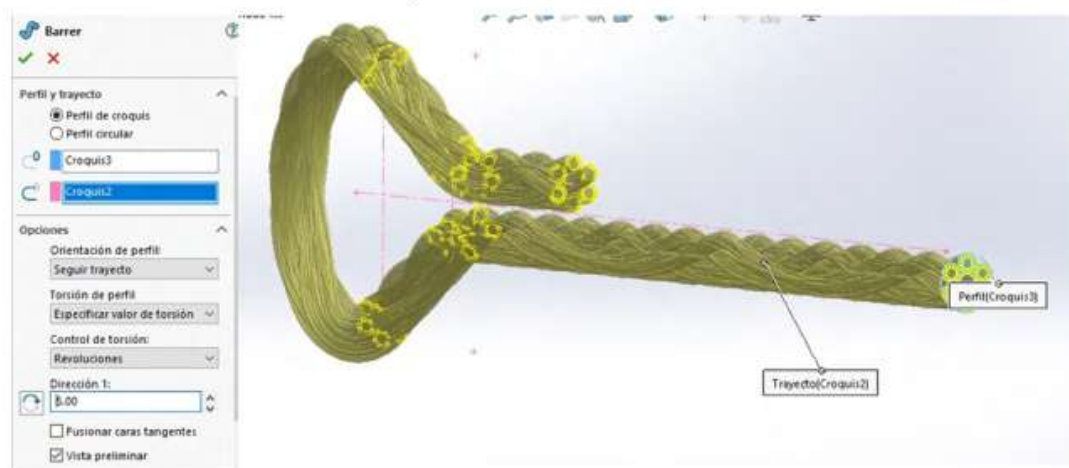
Figura 2.6. Matriz del patrón de la matriz inicial



Fuente: Elaboración propia.

- Se realiza la siguiente operación, la cual es barrer. En el primer recuadro se selecciona el croquis de los círculos y en el otro recuadro en croquis anterior, configurando los datos como se muestra en la siguiente imagen.

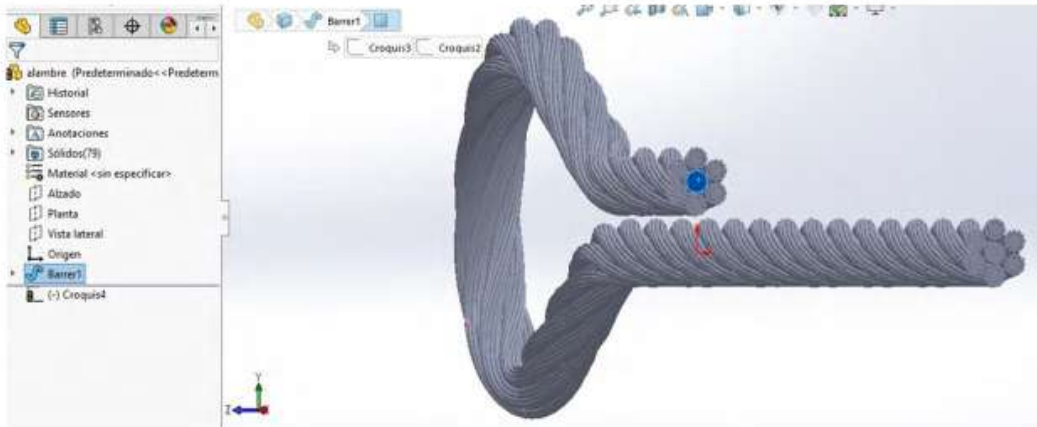
Figura 2.7. Técnica de barrido



Fuente: Elaboración propia.

7. Se procede a realizar un croquis en el círculo que se muestra seleccionado en la imagen.

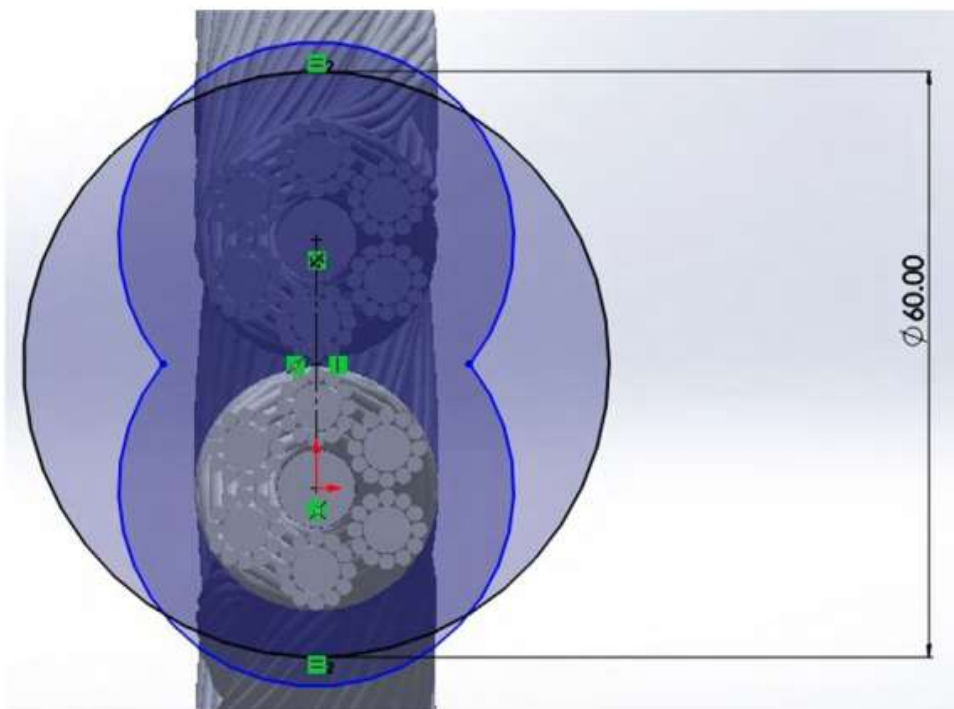
Figura 2.8. Croquis para patrón de formas



Fuente: Elaboración propia.

8. Posteriormente se realiza el siguiente croquis, que consta de tres círculos.

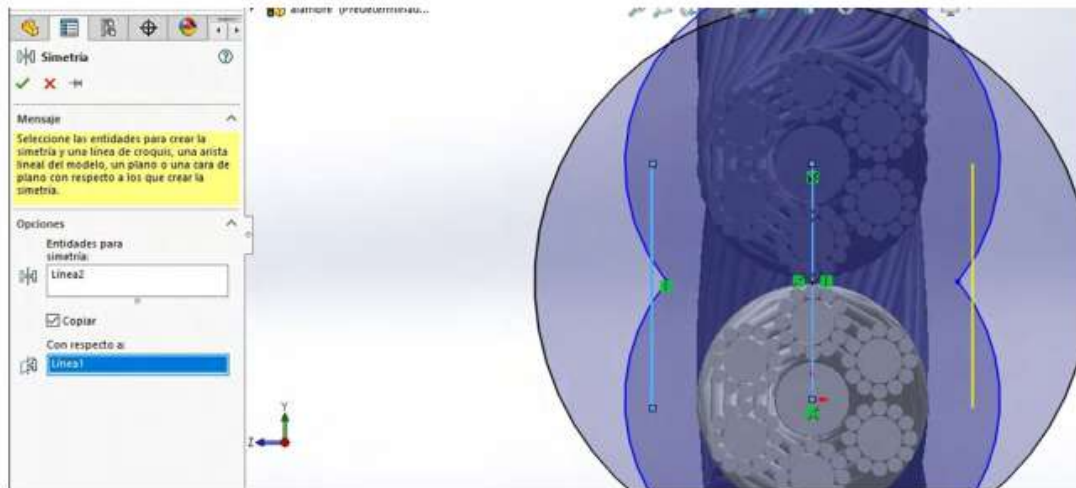
Figura 2.9. Croquis y dimensiones



Fuente: Elaboración propia.

9. Se realiza una línea en donde crucen los dos círculos y se crea una simetría a esa línea.

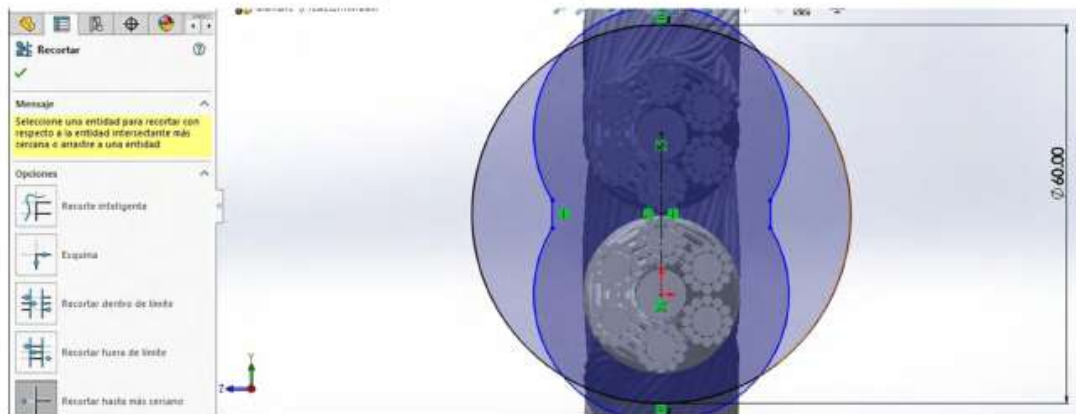
Figura 2.10. Croquis y dimensiones



Fuente: Elaboración propia.

10. Se ejecuta un corte en donde se eliminará el extremo de las líneas, dejando solo la parte que se entrecruza.

Figura 2.11. Croquis y dimensiones

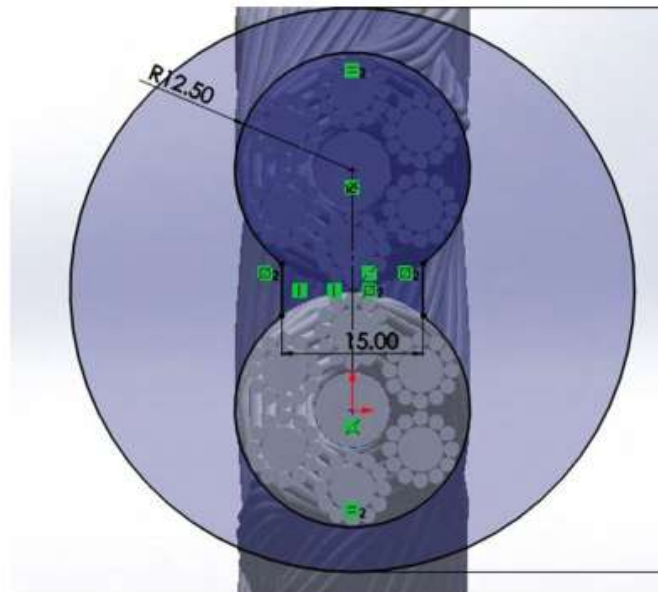


Fuente: Elaboración propia.

11. Se les asignan las medidas a los círculos como se muestra en la imagen.

11.1. Se les asigna una relación inteligente a las tres líneas verticales, tienen que ser simétricas.

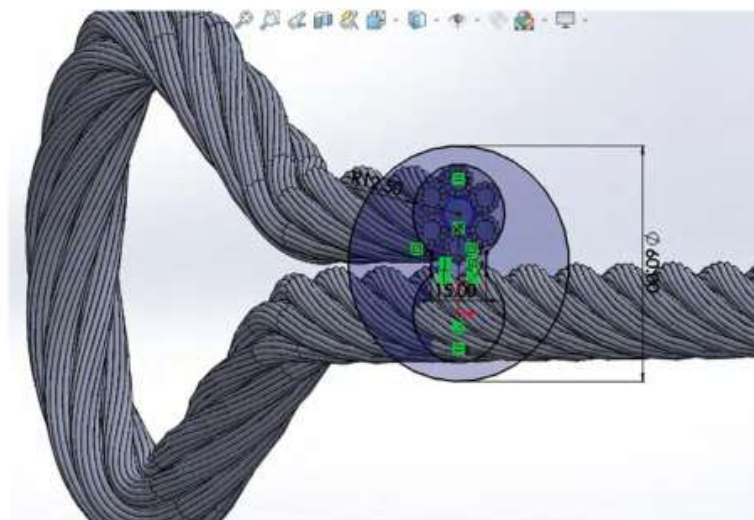
Figura 2.12. Dimensiones y relaciones inteligentes en vertical



Fuente: Elaboración propia.

11.2. El croquis debe de quedar de esa manera.

Figura 2.13. Dimensiones simétricas



Fuente: Elaboración propia.

12. Se procede a ajecutar la siguiente operación, la cual es extrusión, con los siguientes parámetros que muestra la imagen.

Figura 2.14. Operación saliente por extruir



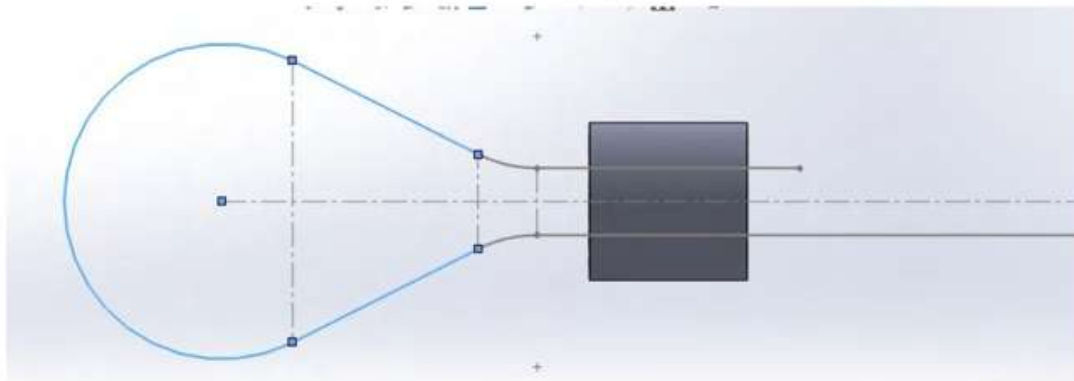
Fuente: Elaboración propia.

13. Seleccionamos croquis “Alzado”.

Ocultamos las demás operaciones dejando solamente el croquis 1.

Después se seleccionan las dos líneas y el arco que se muestra y se convierten en entidades. Salir del croquis.

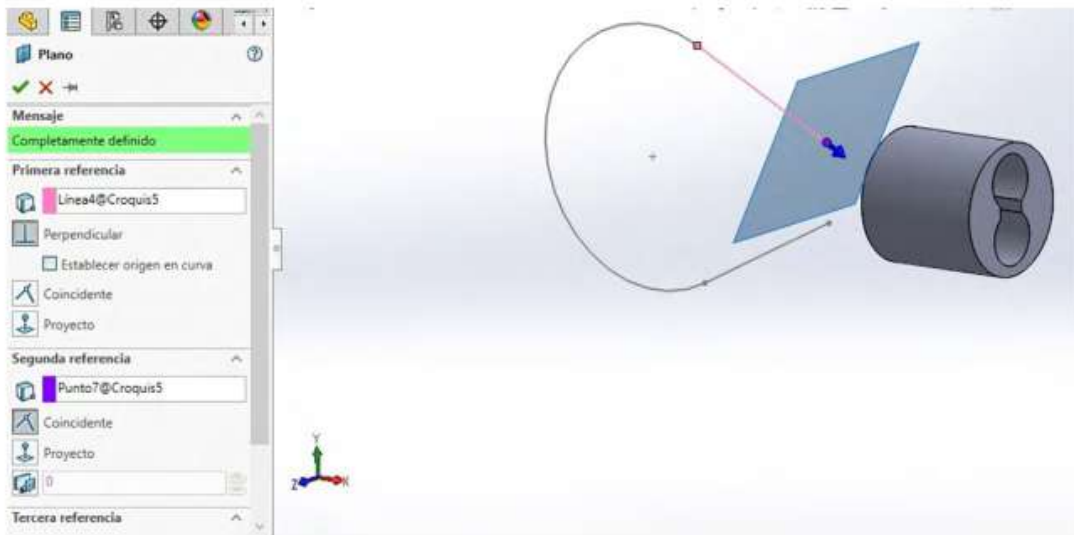
Figura 2.15. Ocultado operaciones



Fuente: Elaboración propia.

14. Se crea un nuevo plano seleccionando la línea diagonal arriba y el punto final.

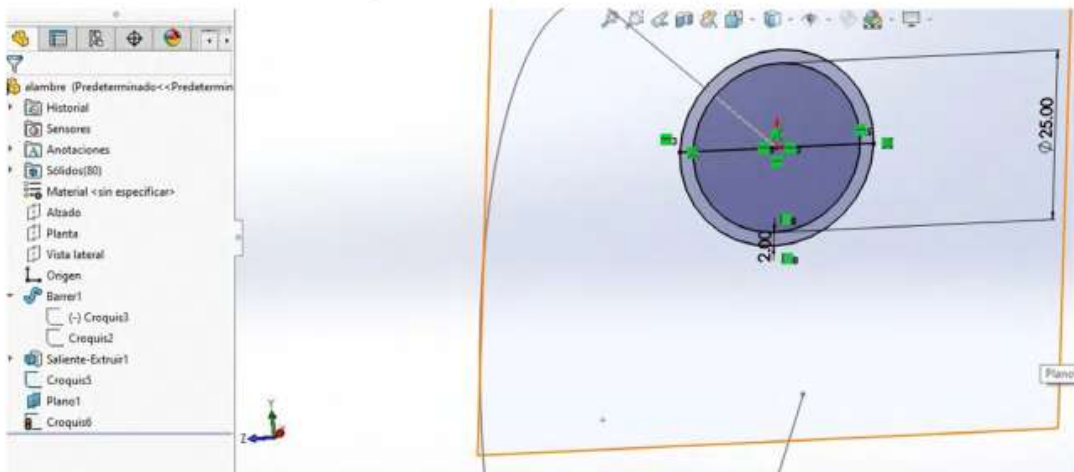
Figura 2.16. Plano perpendicular a la curva de croquis



Fuente: Elaboración propia.

15. Se realiza el siguiente croquis con las medidas establecidas.

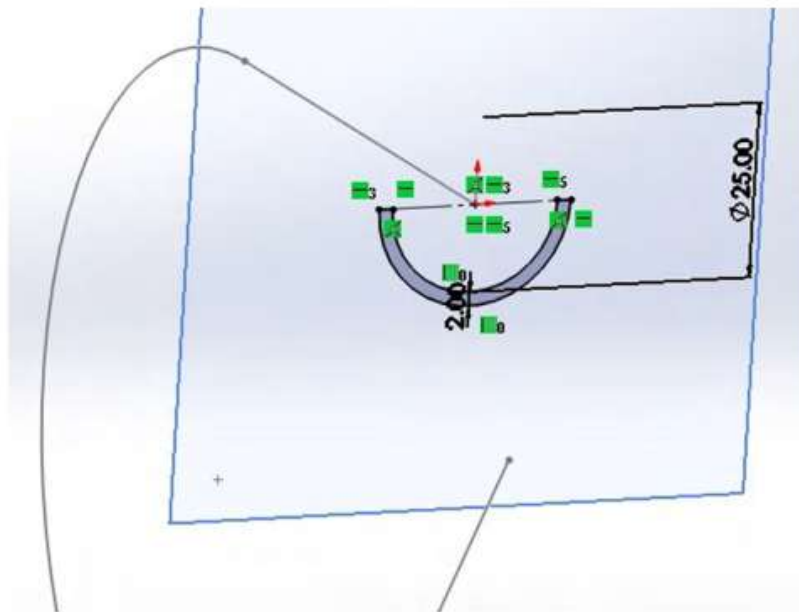
Figura 2.17. Operaciones de croquis



Fuente: Elaboración propia.

16. Se recorta la mitad de los dos círculos, dejando la otra mitad y cerramos los dos círculos con una línea en los dos extremos.

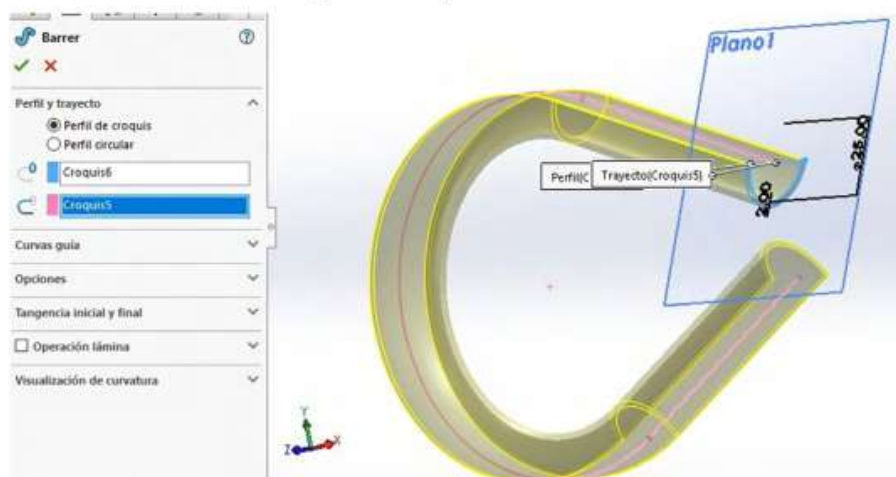
Figura 2.18. Recorte de croquis



Fuente: Elaboración propia.

17. Se realiza la operación barrer. En el primer recuadro del croquis se selecciona el medio círculo y en el siguiente recuadro se selecciona en anterior croquis.

Figura 2.19. Operación barrido

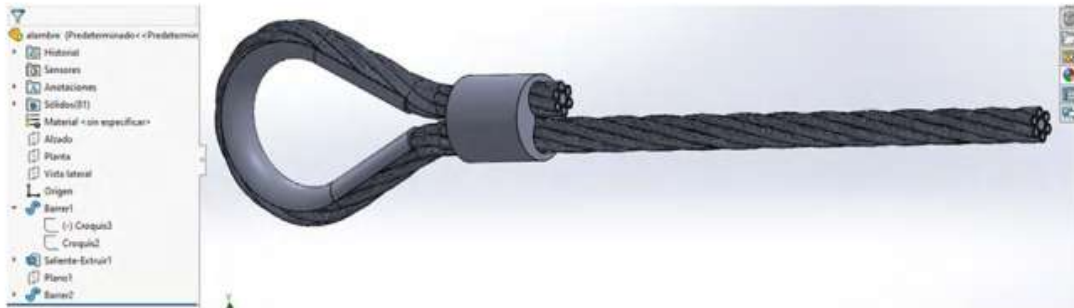


Fuente: Elaboración propia.



## 18. Mostramos las operaciones que se ocultaron.

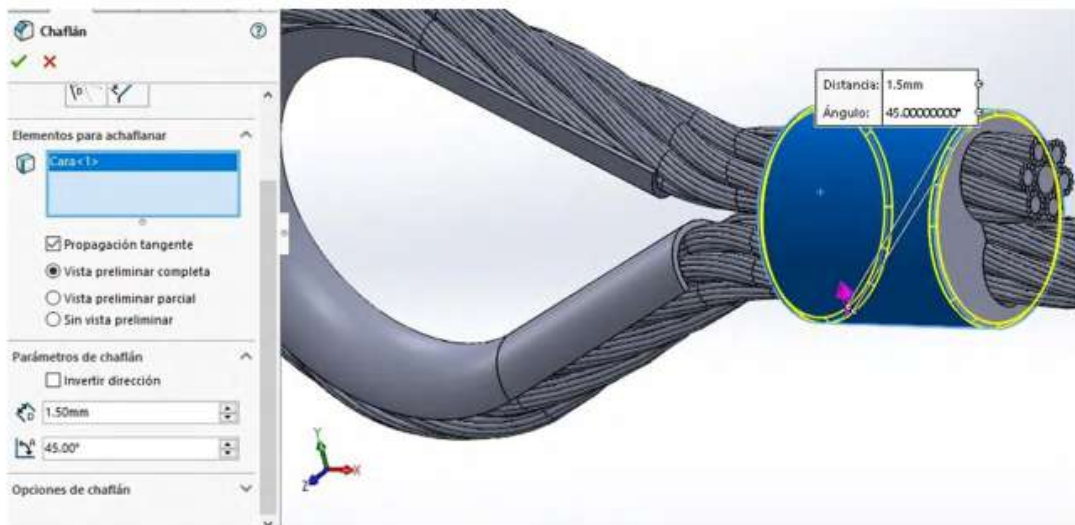
Figura 2.20. *Mostrar operaciones apagadas*



Fuente: Elaboración propia.

## 19. Se realiza un chaflán de 1.5, seleccionado la cara del cilindro.

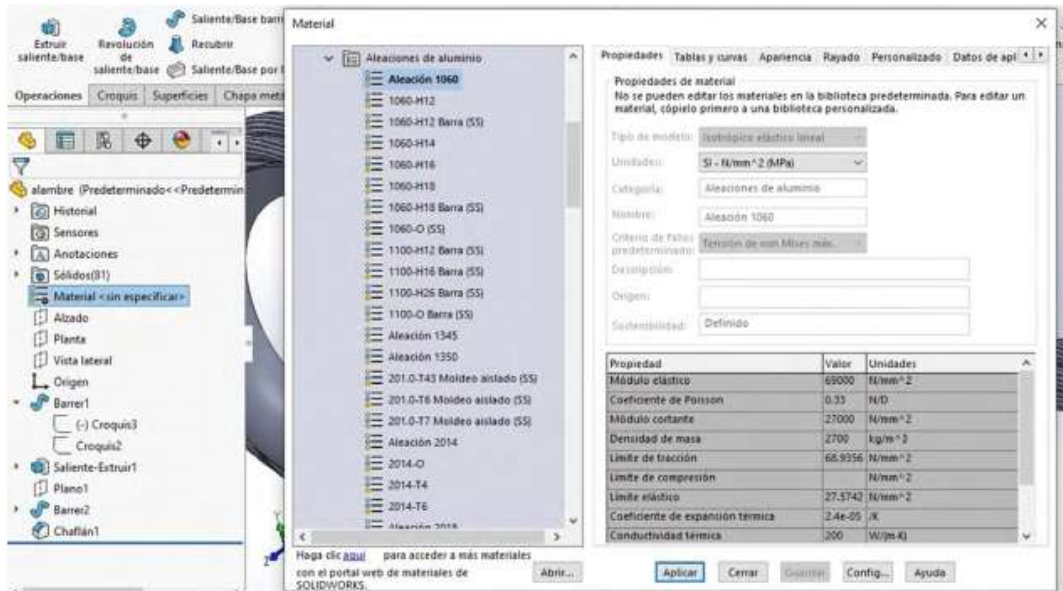
Figura 2.21. *Operaciones de chaflán para quitar filo*



Fuente: Elaboración propia.

20. Se selecciona el material, el cual será Aleación de aluminio/Aleación 1060.

Figura 2.22. Aplicación de materiales

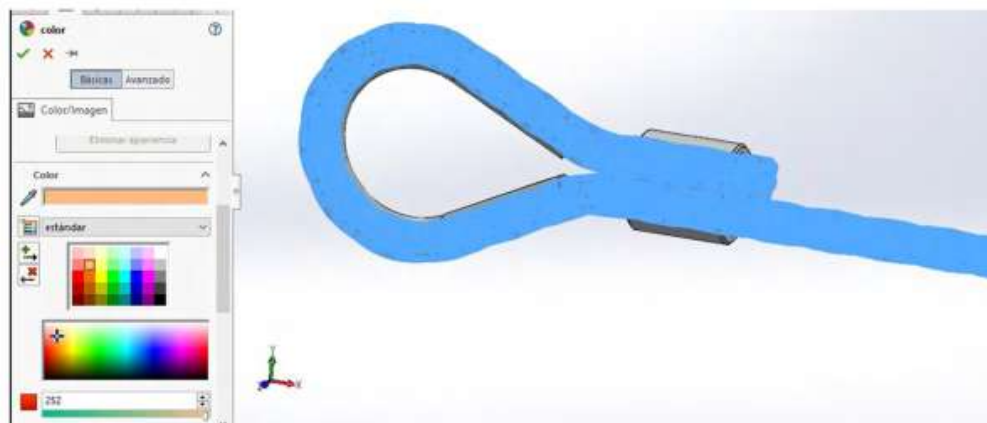


Fuente: Elaboración propia.

21. Para un mejor acabado se le asigna color a la pieza.

- Para el alambre se le asigna el color que se muestra en la figura.
- El cilindro Metal/Aluminio/ Aluminio Pulido
- El arco que está dentro del alambre Metal/Acero/Acero pulido.

Figura 2.23. Selección de color con la aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

## 22. Pieza final, con aplicación de materiales e iluminación.

Figura 2.24. Aplicación de render para ver apariencia de los materiales



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 2.

PRÁCTICA 3: DISEÑO DE UN PRODUCTO MEDIANTE PATRONES DEGRADADOS EN SU ESTAMPADO

Figura 3.1. *Diseño mediante patrones en estampado*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 3.

### **Práctica 3: Diseño de un producto como un cuerpo con formas degradadas según la superficie**

#### ***Objetivo de la práctica:***

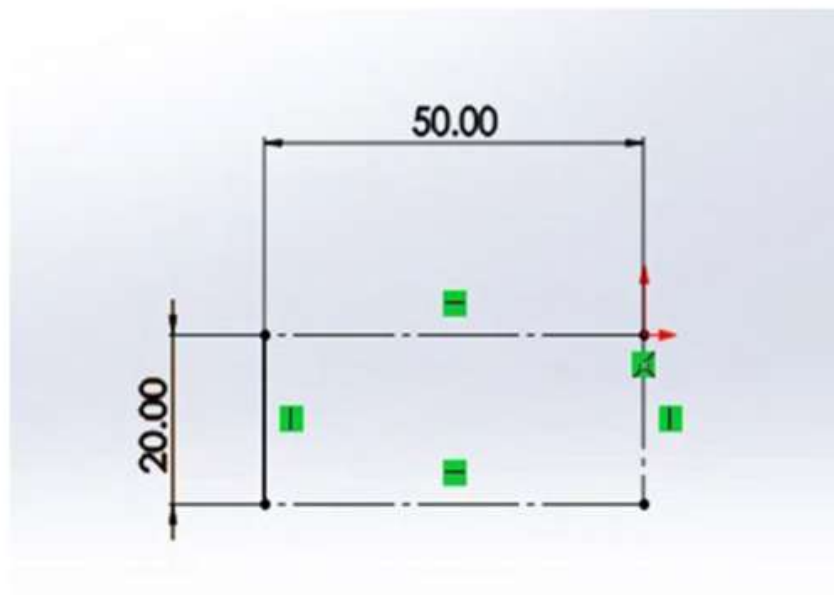
Con la práctica de barril, con superficie mediante patrones degradados en su estampado, serás capaz de importar imágenes a un espacio de trabajo y croquizar para seguir una trayectoria de imagen. Recubrir el croquis mediante herramientas de recubrimiento por superficies o de sólidos. Crear planos en vistas o puntos estratégicos para continuar diseñando. Aplicación de simetría en cuerpos o sketches.

#### **Competencias:**

- \*Insertar o importar imágenes.
- \*Croquizar sketch (con spline).
- \*Recubrir.
- \*Crear croquis y proyectar sobre sólido.
- \*Crear planos.
- \*Realizar simetría.
- \*Comprender la matriz circular.
- \*Diseño de patrones.

1. Escoger plano en el que se trabajara (Vista lateral).
2. Dibujar un rectángulo (construcción) en el plano escogido de  $50 \times 20$  mm.
3. Desactivar "Geometría constructiva" en una línea de 20 mm del rectángulo dibujado.

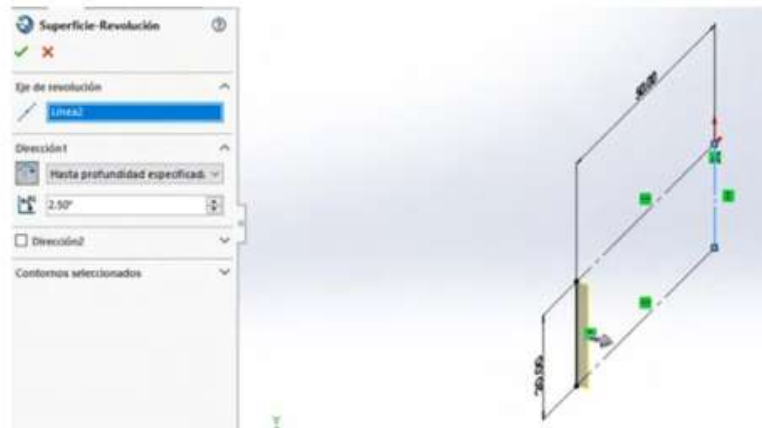
Figura 3.2. Croquizando



Fuente: Elaboración propia.

4. Ir a “Superficies”.
5. Escoger la opción “Revolución de superficie”.
6. Seleccionar línea constructiva de 20 mm, con un ángulo de 2.5 e invertir dirección.

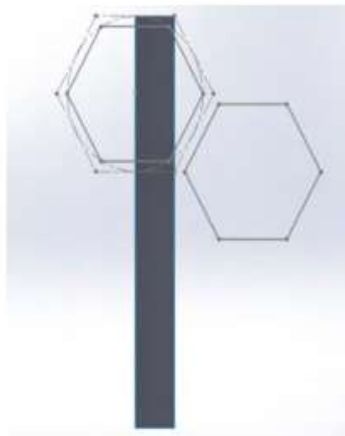
Figura 3.3. Dimensionando y revolución



Fuente: Elaboración propia.

7. Crear un croquis en el plano “Alzado”.
8. Realizar un polígono en el croquis en forma de construcción.
9. Seleccionar un punto del polígono y un punto del rectángulo de la parte superior de la derecha, darle una relación de “Coincidente”.
10. Seleccionar el polígono completo y aplicarle una equidistancia de 0.5 mm.
11. Escoger el polígono interior y aplicarle una simetría.

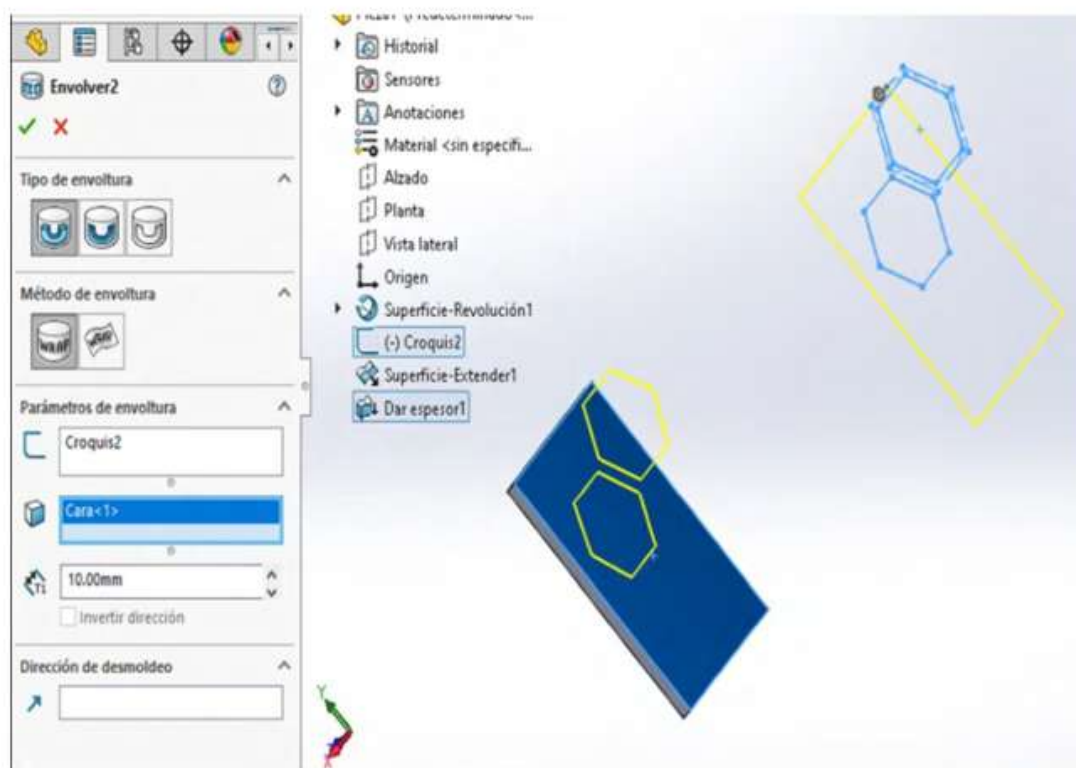
Figura 3.4. Depurando croquis y relaciones inteligentes



Fuente: Elaboración propia.

12. Ir a “Superficie” y seleccionar “Extender superficie”, con una distancia de 10 mm.
13. Se dará un espesor de 1 mm en la cara del rectángulo por la parte de afuera.
14. Seleccionar la herramienta de “Operaciones” y escoger la opción de “Envolver”, seleccionando el croquis 2.
15. Seleccionar cara interior del rectángulo, con una distancia de 10 mm.
16. Seleccionar aristas de los dos polígonos y aplicar un redondeo de 1 mm.

Figura 3.5. Por técnica de envolver

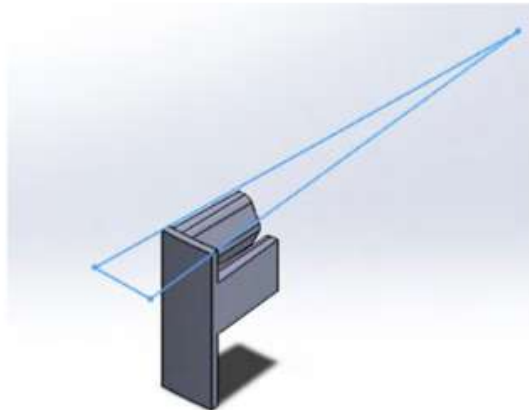


Fuente: Elaboración propia.



17. Crear un croquis en plano “Planta”.
18. Dibujar un triángulo rectángulo que sobrepase nuestra pieza, con una media de ángulo de  $7.5^\circ$ .
19. Seleccionamos la opción de “Extruir corte”.
20. Escogemos Dirección “Por todo: Ambos” e invertir lado de corte.

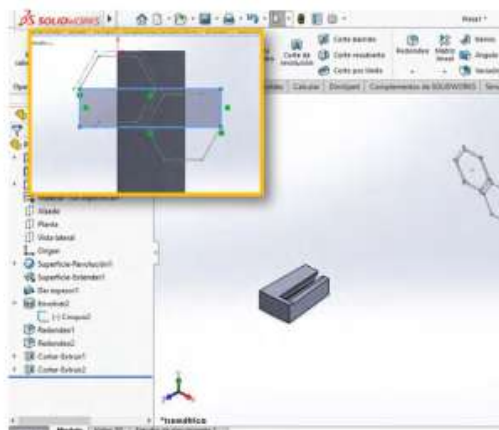
Figura 3.6. Por técnica de extruir corte



Fuente: Elaboración propia.

21. Crear un croquis en el plano “Alzado”.
22. Mostrar “Croquis 2” para insertar un rectángulo tocando un vértice de cada polígono.
23. Seleccionamos la opción de “Extruir corte”.
24. Escogemos Dirección “Por todo: Ambos” e invertir lado de corte.

Figura 3.7. Insertar rectángulo por cada vértice del polígono

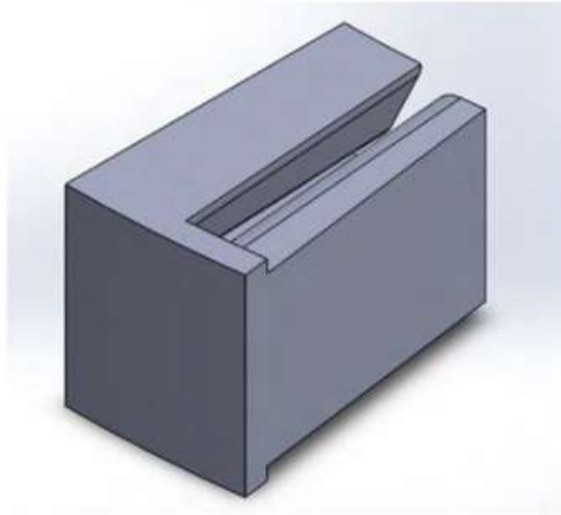


2

Fuente: Elaboración propia.

25. Seleccionamos “Simetría”.
26. Escogemos la cara inferior de nuestra pieza cortada.
27. Nos vamos a “Sólido para hacer simetría” y seleccionamos la pieza.
28. Activamos “Coser superficie” para poder realizar nuestra simetría.

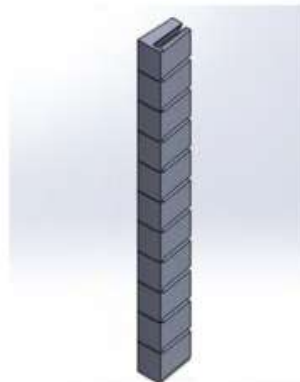
Figura 3.8. Realizar simetría



Fuente: Elaboración propia.

29. Nos dirigimos a la herramienta de “Corte/Mover Sólido”.
30. Seleccionamos nuestra pieza.
31. Nos dirigimos a traslado y seleccionamos el vértice superior.
32. Seleccionamos un segundo vértice en recuadro “Hasta el vértice”.
33. Activamos el recuadro de “Copiar” y escribimos 10 en la cantidad de copia.

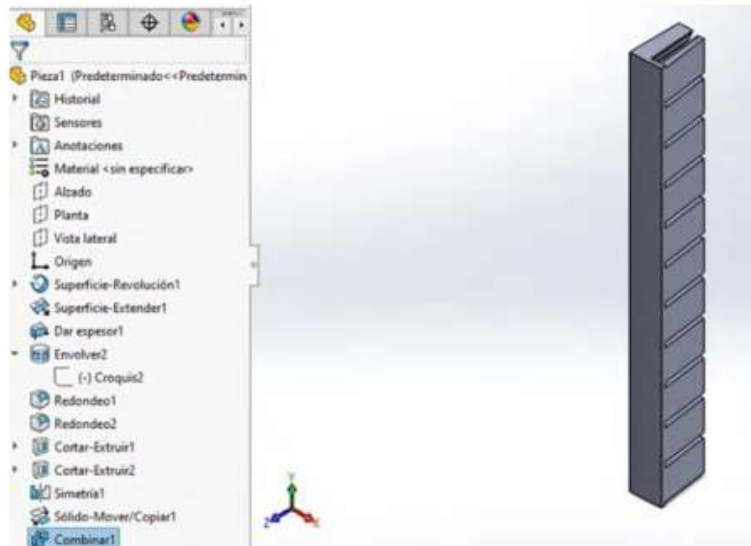
Figura 3.9. Por técnica de corte/mover sólido



Fuente: Elaboración propia.

34. Ir a la opción combinar.
35. Seleccionar todas las piezas y activar la casilla de “Agregar”.

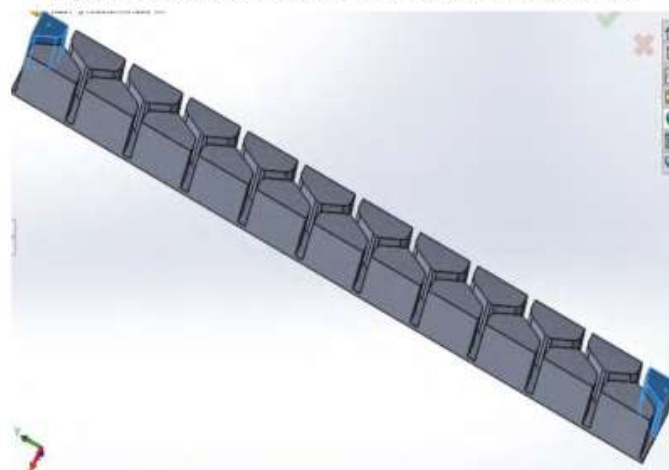
Figura 3.10. Por opción de combinar



Fuente: Elaboración propia.

36. Movernos a la herramienta “Superficies” y seleccionar la opción de “Eliminar cara”.
37. Seleccionamos las partes que sobran en la pieza (se mostrarán a continuación).

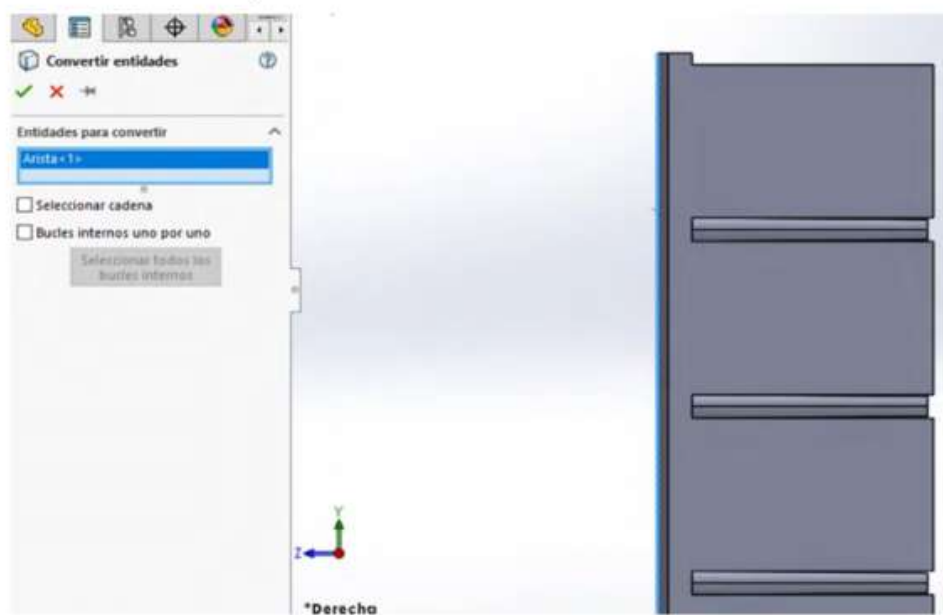
Figura 3.11. Por técnica de eliminar cara en superficies



Fuente: Elaboración propia.

38. Crear un croquis en “Vista lateral”.
39. Seleccionar la opción de “Convertir entidades” y seleccionar la arista del lado izquierdo.
40. Después ocultar la combinación que hicimos anteriormente.

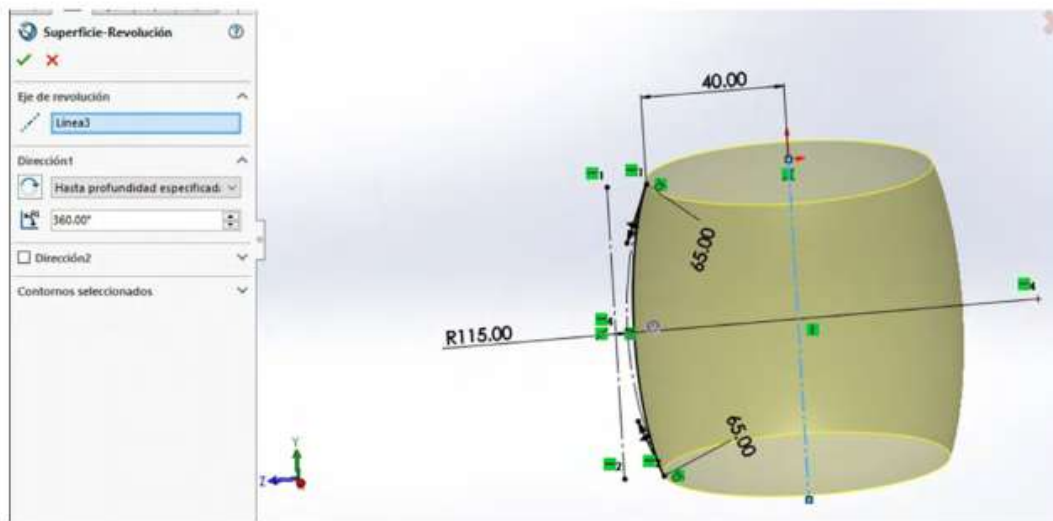
Figura 3.12. En vista lateral convertir entidades



Fuente: Elaboración propia.

41. Después de ocultar la actividad de “Combinar” se quedará una línea sola, la cual seleccionaremos y convertiremos en Geometría constructiva.
42. Seleccionamos “Arco” y lo hacemos del largo de la línea.
43. Dejar que cada punto del arco quede horizontalmente con el arco.
44. Seleccionamos las cotas dándoles una medida de un punto del arco al origen de 40 mm.
45. Al arco le pondremos una cota de 115 mm de radio.
46. Convertimos el arco en Geometría constructiva.
47. Seleccionamos una Slipse desde los dos puntos del arco y le aplicaremos tangente.
48. Aplicamos una cota a cada punto del arco, con una medida de 65 mm.
49. Colocar una línea constructiva desde el eje, para poder hacer una revolución con nuestro arco.

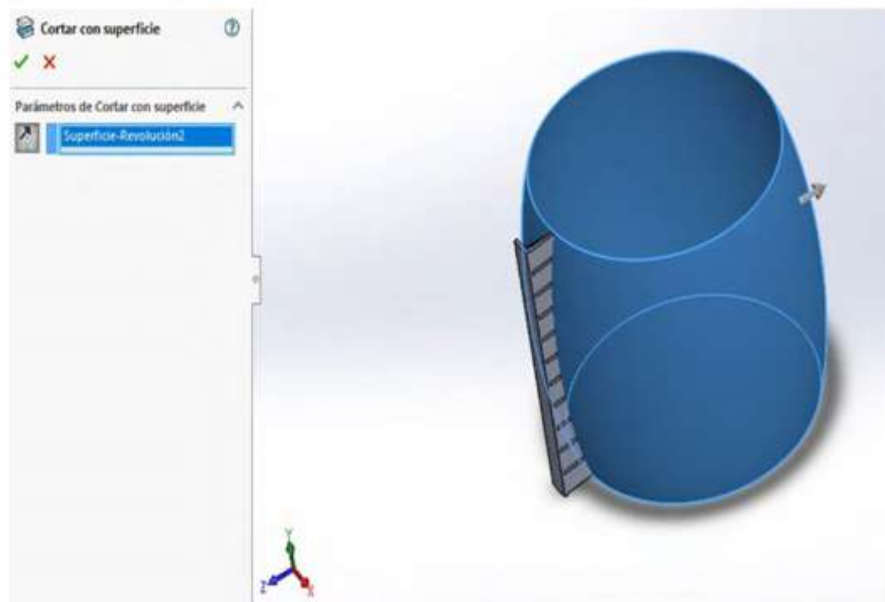
Figura 3.13. Dimensionar y aplicar revolución



Fuente: Elaboración propia.

50. Nos dirigimos a “Superficie” y aplicaremos un “Corte con superficie”.
51. Seleccionaremos la revolución.
52. Tenemos que invertir la dirección en Parámetros de Cortar con superficie.

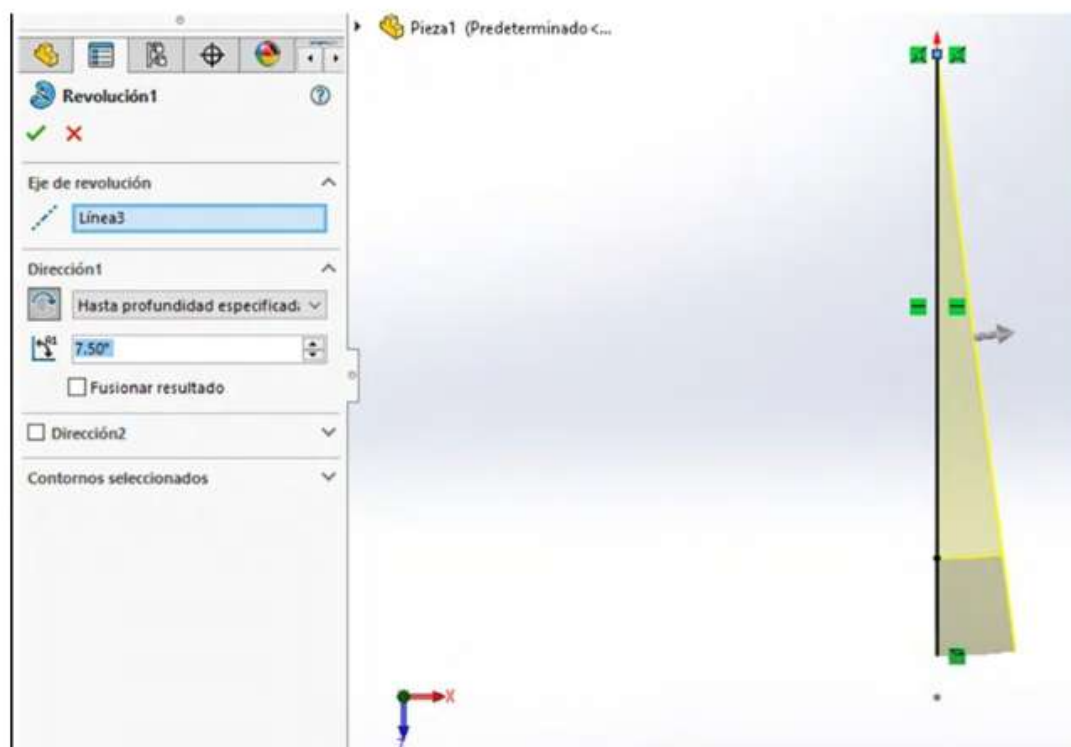
Figura 3.14. Por corte con superficies



Fuente: Elaboración propia.

53. Ocultamos la operación de revolución y la combinación ya hechas.
54. Mostramos el croquis de la revolución (croquis 5).
55. Nos dirigimos a “Combinación de entidades”.
56. Seleccionamos el arco y dibujamos una línea desde el punto superior del arco hacia la línea constructiva del eje.
57. La línea se hará hasta la parte de abajo y la unimos con el segundo punto del arco.
58. Después nos iremos a la parte de operaciones y escogemos la opción de revoluciones.
59. Realizamos la revolución del croquis con una dirección de  $7.5^\circ$  e invertimos la dirección.

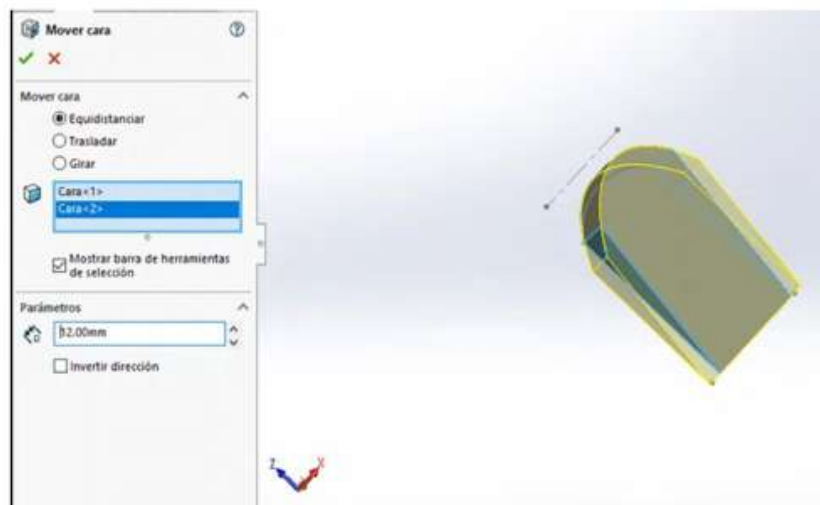
Figura 3.15. Por combinación de entidades



Fuente: Elaboración propia.

60. Trabajamos con la herramienta “Mover cara” y seleccionamos la cara superior e inferior.
61. Le damos un valor de 12 mm en “Parámetros”.

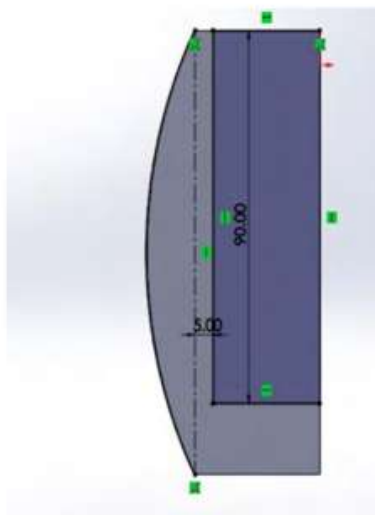
Figura 3.16. Mover entidades



Fuente: Elaboración propia.

62. Seleccionamos la cara del lado derecho de la pieza y creamos un croquis.
63. Seleccionamos una línea constructiva y la dibujamos de la parte superior de la curva hasta la inferior.
64. Seleccionamos un rectángulo y lo creamos dentro de la pieza con una medida de 90 mm de largo hacia abajo.
65. Le damos una separación de 5 mm a la línea constructiva y a la primera línea del rectángulo.

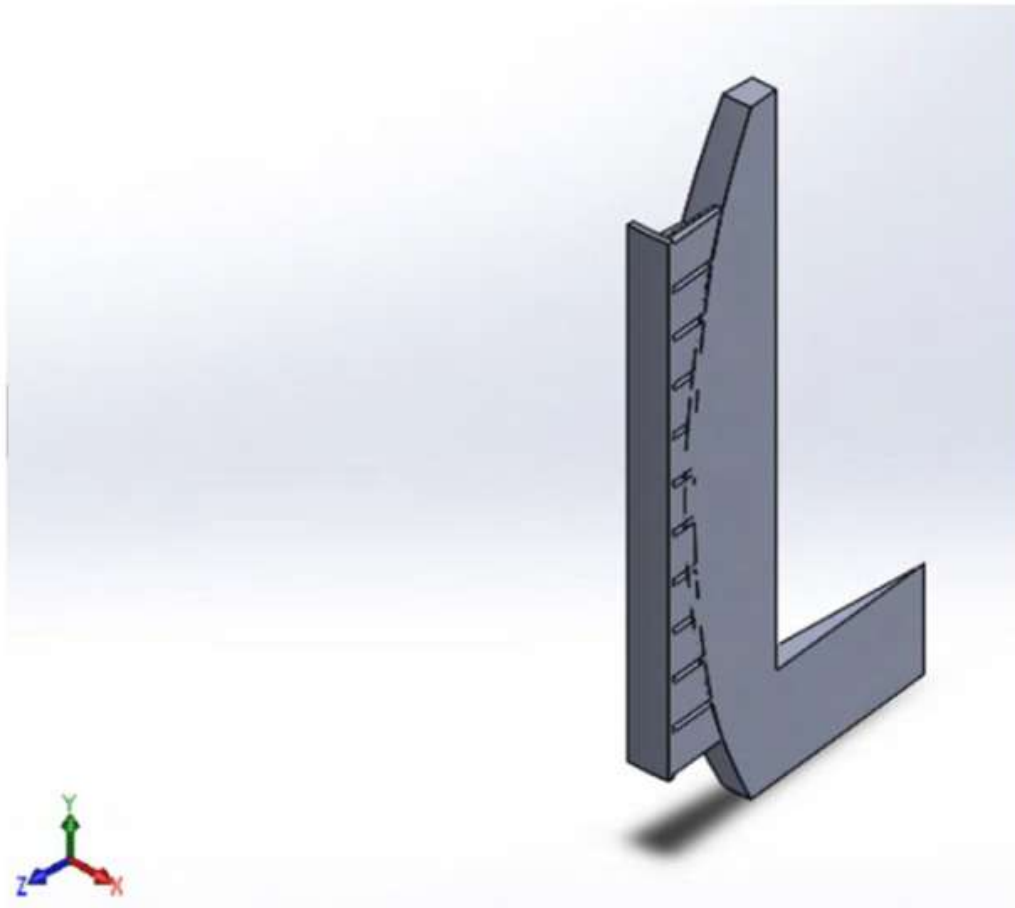
Figura 3.17. Croquizando



Fuente: Elaboración propia.

66. Elegimos la operación de “Corte de revolución”.
67. Seleccionamos la línea del rectángulo de 90 mm de la derecha para poder realizar el corte.
68. Mostramos la operación de “Combinación”.

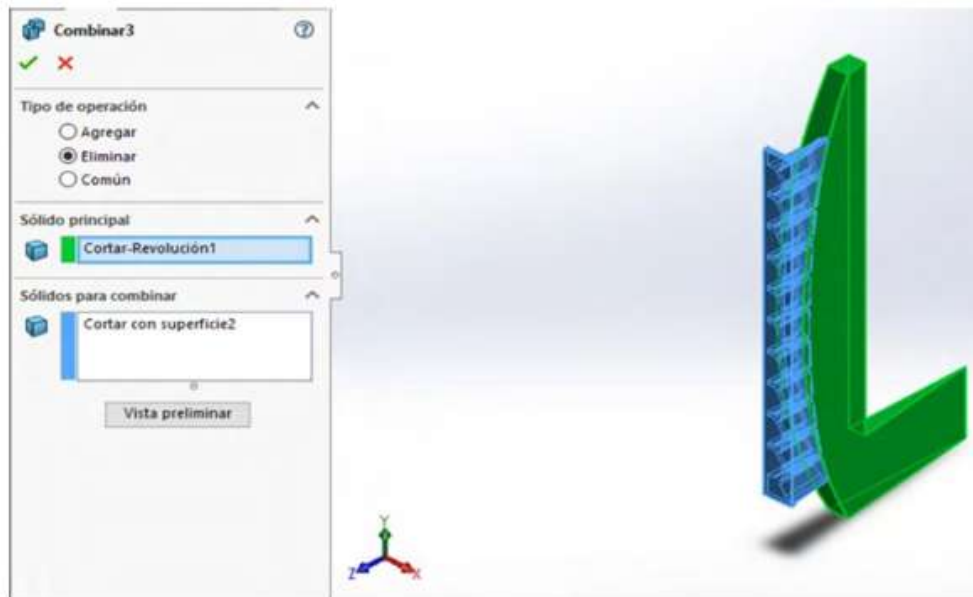
Figura 3.18. Cortar por revolución



Fuente: Elaboración propia.

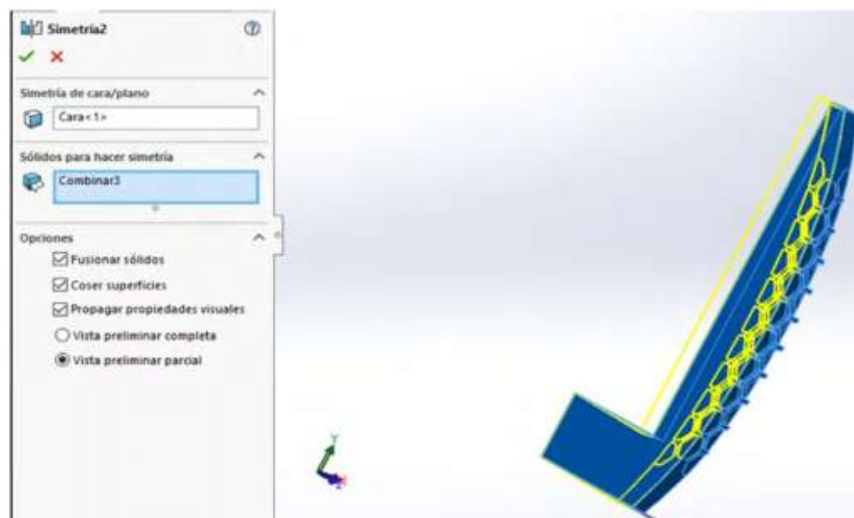
69. Elegimos la operación de “Combinar” y habilitamos la opción de eliminar (que se encuentra en tipo de operación).
70. En la opción de “Sólido principal” agregamos la pieza de revolución para poder hacerle el corte.
71. Seleccionamos la pieza que combinamos pasos atrás, en la parte de “Sólidos para substraer”.



Figura 3.19. *Substraer por sólidos*

Fuente: Elaboración propia.

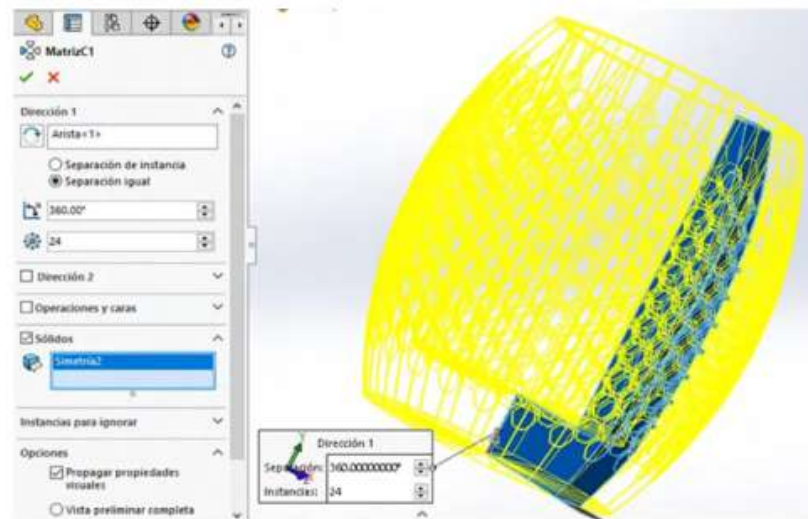
72. Seleccionamos la operación de “Simetría”.
73. En la parte de “Simetría de cara” agregamos la cara lateral de la pieza.
74. Nos dirigimos a la parte de “Sólidos para hacer simetría” y seleccionamos el sólido.
75. Habilitamos la opción de “Coser superficie”.

Figura 3.20. *Realizar simetría por sólidos*

Fuente: Elaboración propia.

76. Creamos una matriz circular.
77. Seleccionamos la arista central del sólido para hacer la simetría.
78. Habilitamos “Sólidos” y seleccionamos nuestro sólido.
79. En número de instancias colocaremos 24.

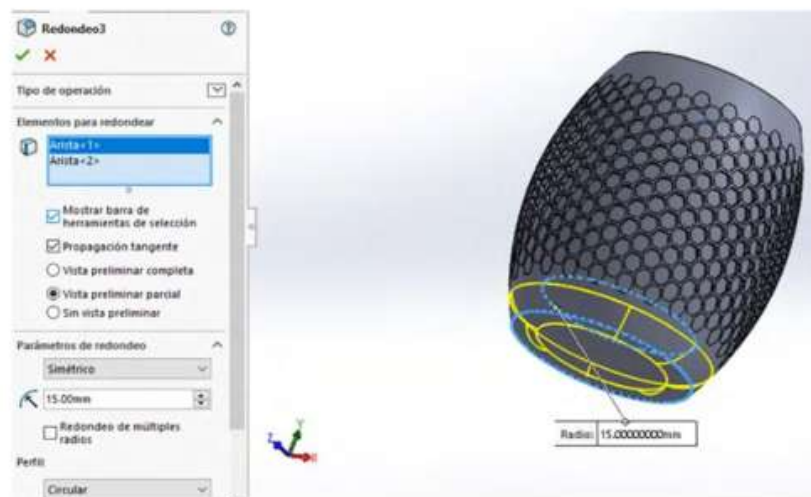
Figura 3.21. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

80. Nos dirigimos a “Combinar” y seleccionamos todos los sólidos para poder combinarlos.

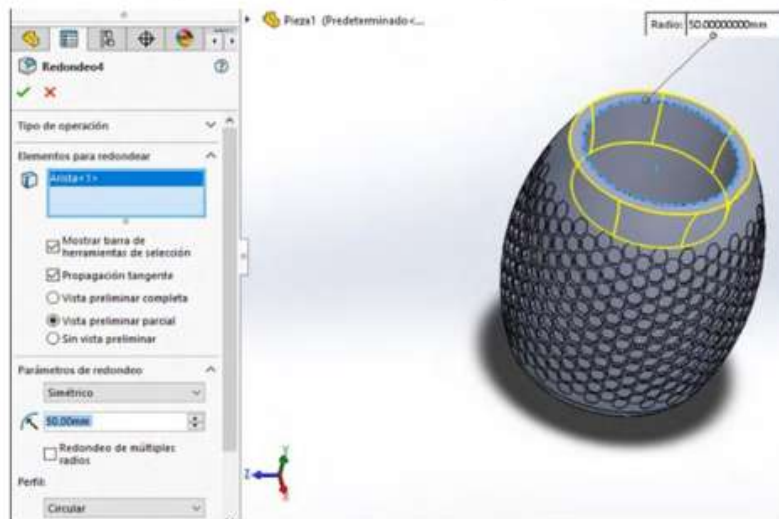
Figura 3.22. Combinar sólidos



Fuente: Elaboración propia.

81. Seleccionamos la herramienta “Redondeo”.
82. Elegimos nuestra parte inferior de la pieza y la parte plana que está por adentro.
83. Le damos una medida de 15 mm.

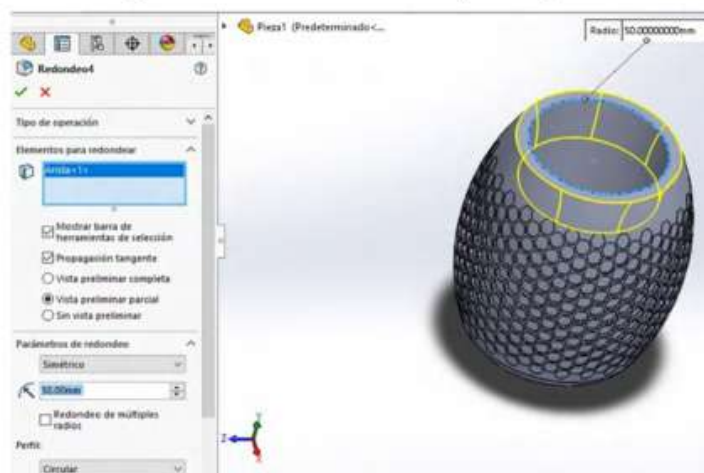
Figura 3.23. Realizar redondeos parte inferior



Fuente: Elaboración propia.

84. Elegimos la operación de redondeo.
85. Seleccionamos la parte circular más chica de la parte de arriba de la pieza y le daremos un redondeo de 50 mm.

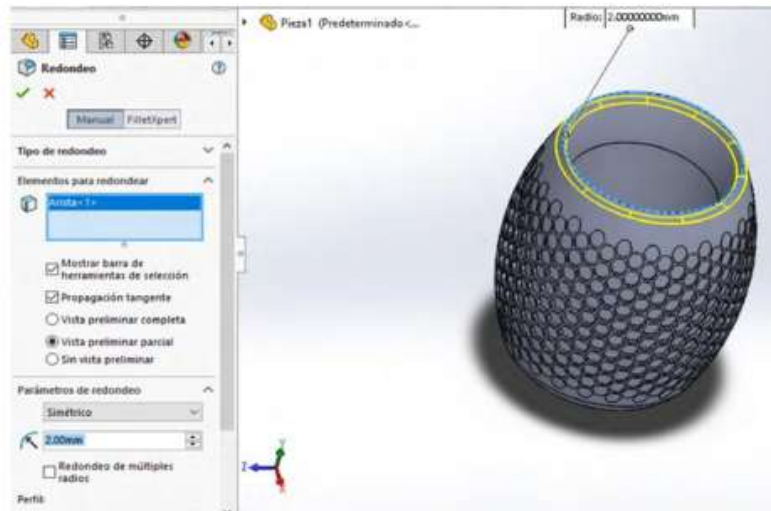
Figura 3.24. Realizar redondeos parte superior



Fuente: Elaboración propia.

86. Seleccionamos de nuevo “Redondeo”.
87. Elegimos el círculo superior de nuestra pieza.
88. Le daremos 2 mm de redondeo.

Figura 3.25. Realizar redondeos parte superior



Fuente: Elaboración propia.

89. Aplicaremos a nuestra pieza “Apariencia”.
90. Nos dirigimos a “Metal” y escogemos “Acero mate” o algún material de requerimiento.

Figura 3.26. Aplicar material



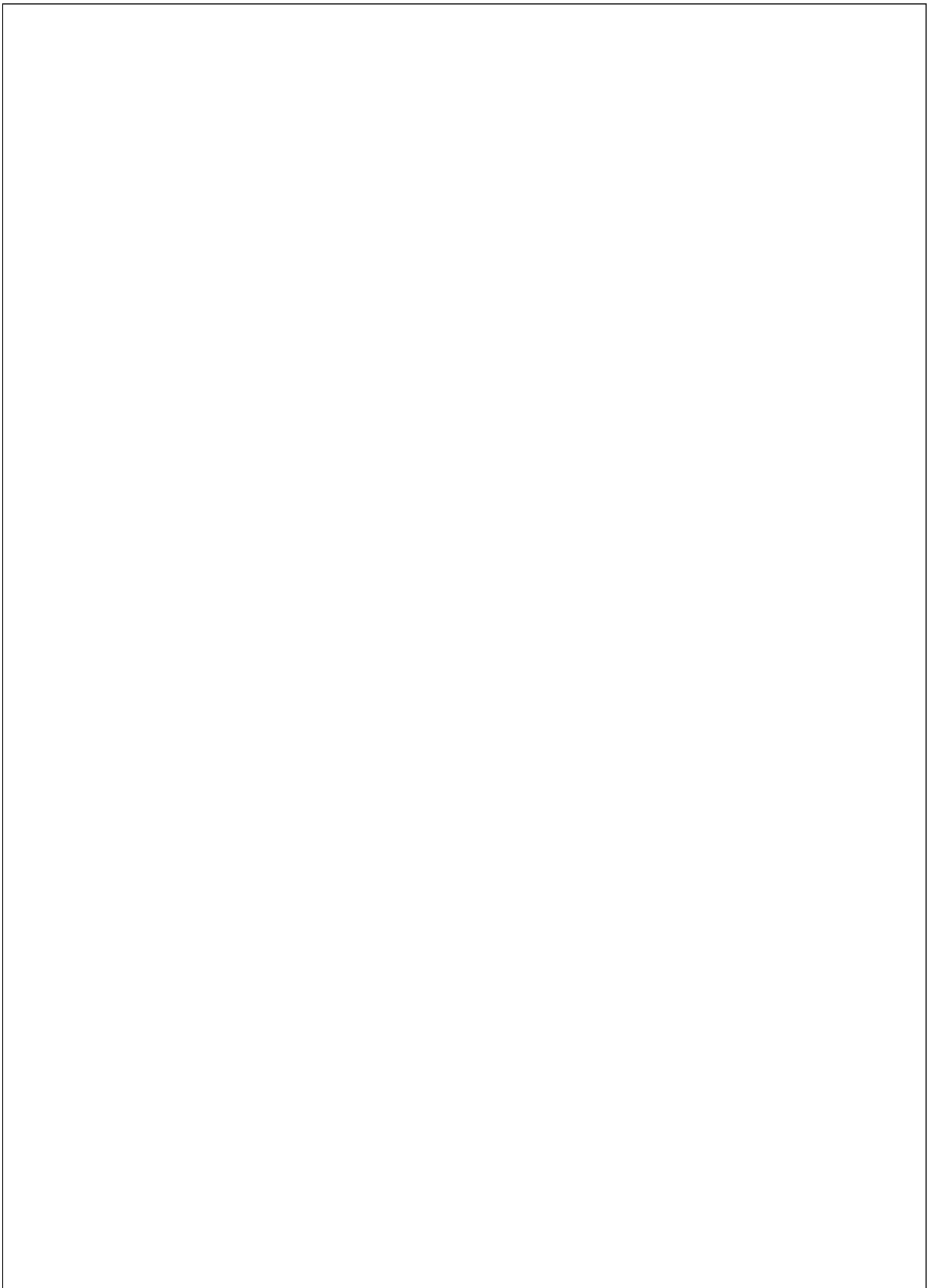
Fuente: Elaborado con base en las prácticas 3.

91. Renderizado de la pieza final, con aplicación de materiales e iluminación.

Figura 3.27. Realizar render



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 3.



### 3. Multicuerpos mediante barrido y ángulo de salida por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.03>

#### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica cadena de torsión, mediante patrones. Para poder lograr lo anterior se recurre, a la técnica, que provee al diseñador para las técnicas manejar más allá de una matriz o un barrido común y recubrimiento de superficies mediante patrones creados en distintos planos, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de imágenes frontal, lateral y vista aérea, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer las imágenes en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, mallas, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 4: CADENA DE TORSIÓN MEDIANTE PATRONES

Figura 3.28. *Técnica de torsión mediante patrones*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 4.

Figura 3.29. *Realizar patrones con torsión*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 4.



## **Práctica 4: Diseño de un producto mediante barrido y ángulo de salida por superficies**

### ***Objetivo de la práctica:***

La práctica “Cadena torcida” provee al diseñador las técnicas para manejar más allá de una matriz o un barrido común, Coquización de sketch con herramientas básicas de diseño (líneas, líneas constructivas, splines, Arco 3 puntos), recubrimiento de superficies mediante patrones creados en distintos planos, proyección de croquis, recortar material proyectado en superficie, agregar volumen o transformar en sólido, operaciones como redondeos y aplicación de simetría.

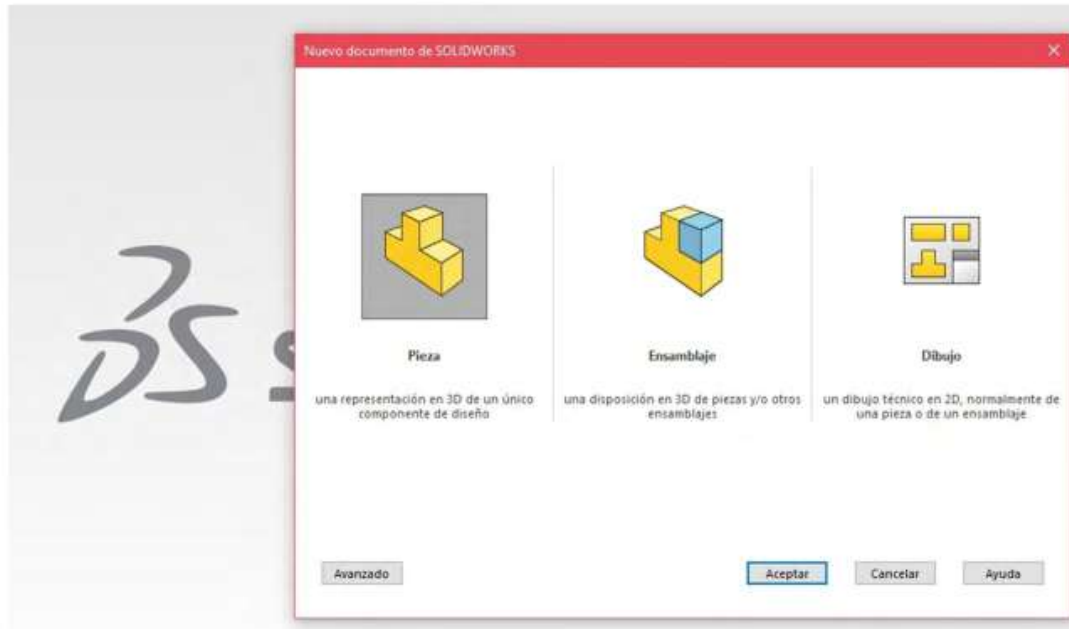
### **Competencias:**

- \*Insertar imagen en área de diseño.
- \*Croquizar sketch.
- \*Recubrir superficies.
- \*Proyectar croquis en superficie.
- \*Recortar.
- \*Agregar thickness.
- \*Crear redondeos.
- \*Realizar operaciones de simetría.
- \*Barrido, mediante opción de torsión.
- \*Matriz, mediante opción de ángulo.

### 1. Crear un archivo nuevo.

Abrir el simulador Solidworks, seleccionar pieza y dar clic en “Aceptar”.

Figura 3.30. Archivo nuevo



Fuente: Elaboración propia.

### 2. Definir unidades.

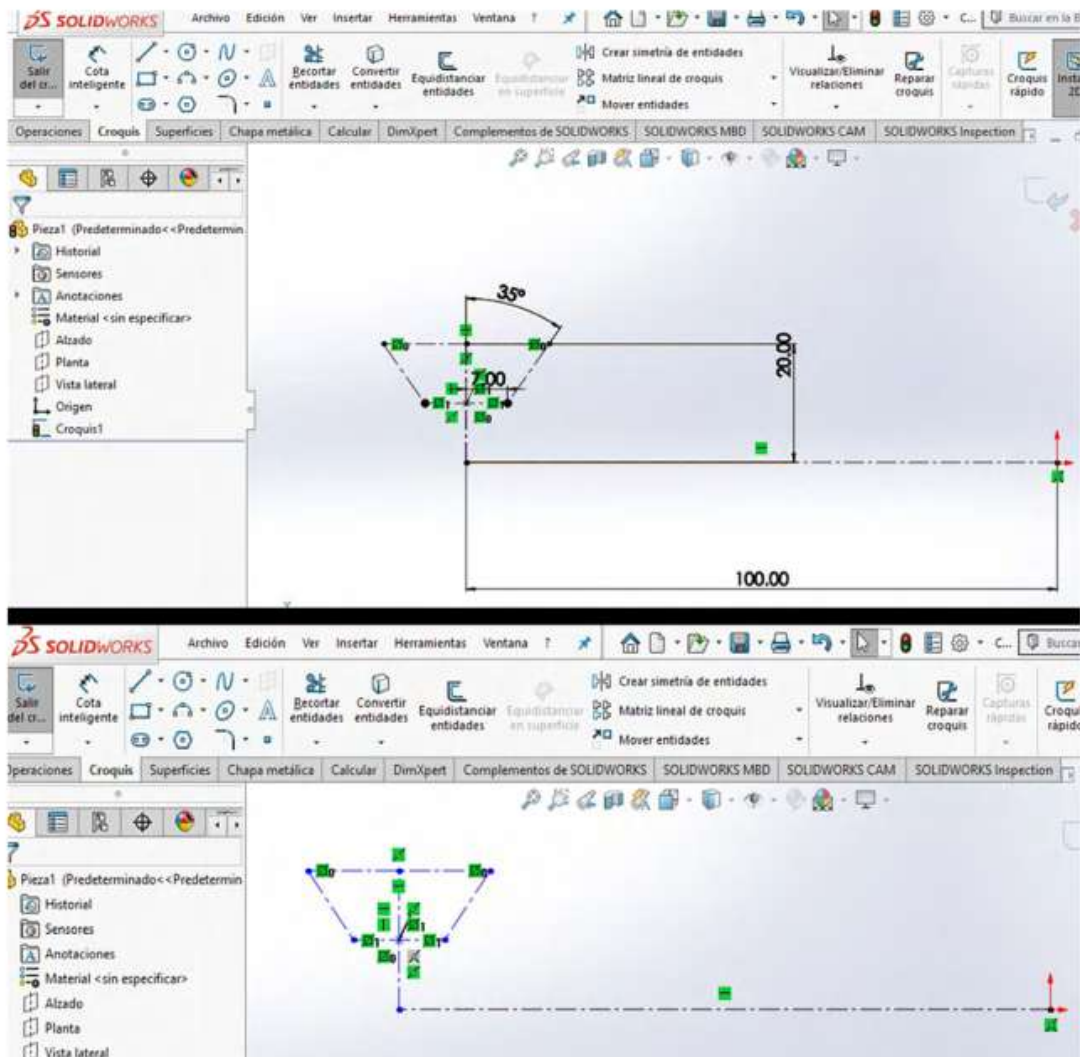
Dirigirse a las unidades en la esquina inferior derecha y seleccionar “MMGS”.

### 3. Crear croquis 1.

Con el mouse dar clic derecho sobre el plano de nombre “Alzado” y seleccionar la opción “Croquis”.

4. Una vez generado el croquis alzado, realizar el siguiente bosquejo con línea constructiva.

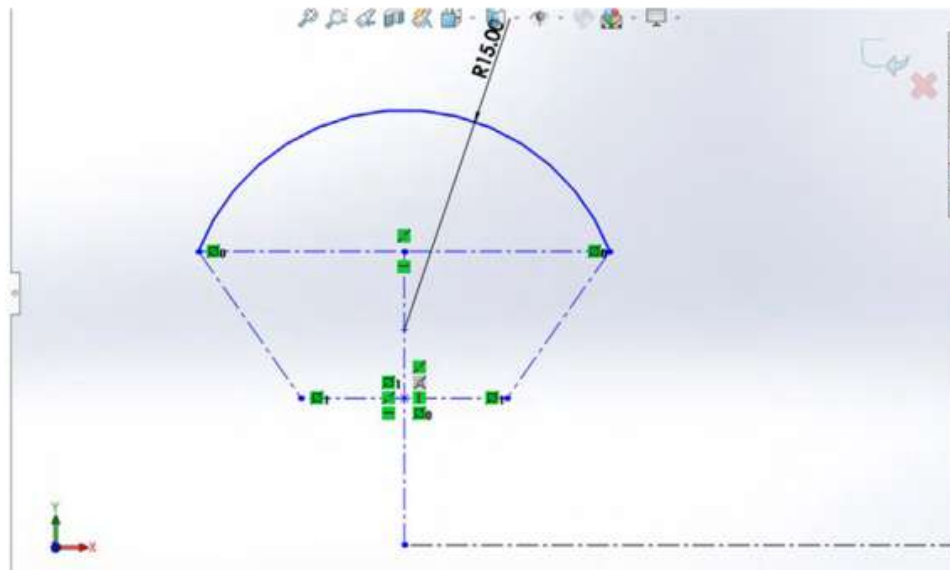
Figura 3.31. Croquizando



Fuente: Elaboración propia.

5. En el mismo croquis realizar un arco de tres puntos de radio 15 mm como se muestra en la imagen siguiente.

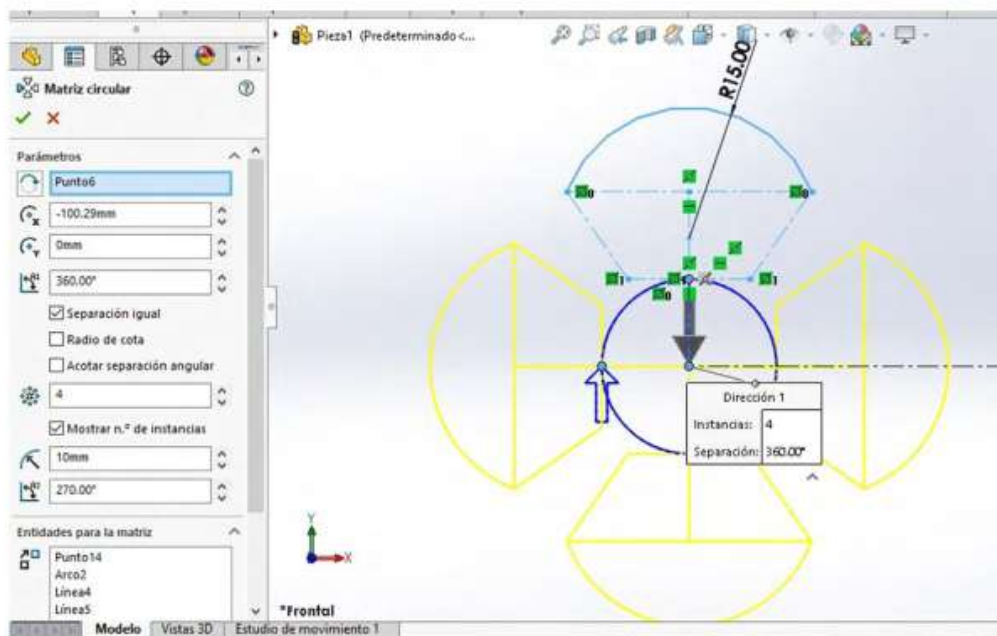
Figura 3.32. Realizar croquis de arco tres puntos



Fuente: Elaboración propia.

6. Realizar una matriz circular, con 4 en el número de instancias y dar clic en “Confirmar”.

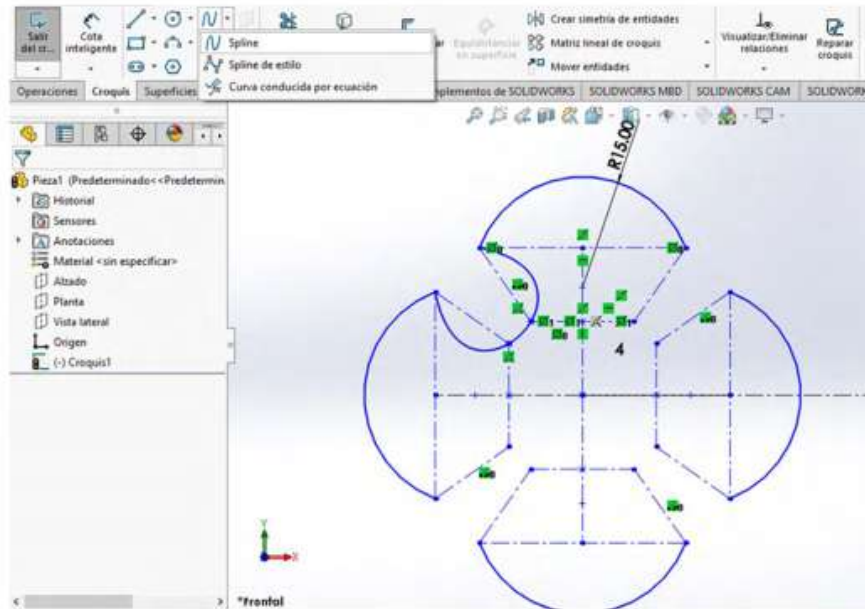
Figura 3.33. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

7. Con “Spline” generar las siguientes líneas hasta que quede una figura como se muestra en las imágenes.

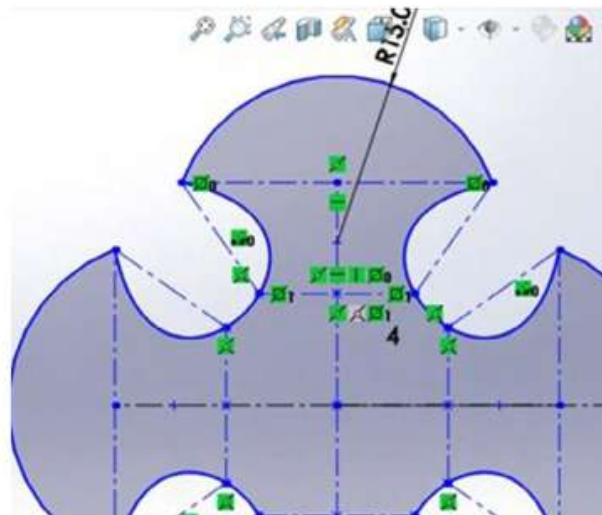
Figura 3.34. Realizar croquis mediante spline



Fuente: Elaboración propia.

8. Realizar una matriz circular, con 4 en el número de instancias y dar clic en “Confirmar”.

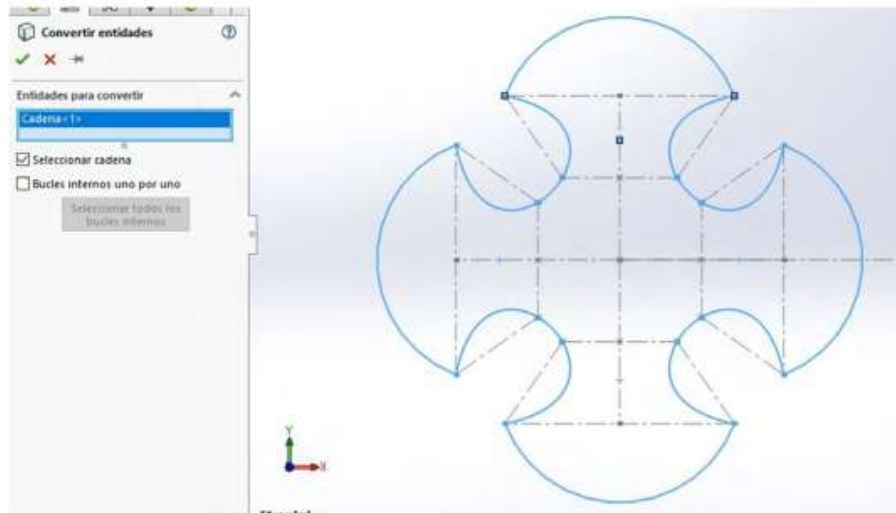
Figura 3.35. Realizar matriz circular para croquis



Fuente: Elaboración propia.

9. Crear croquis 2. Dar clic derecho nuevamente en el plano alzado y generar croquis y seleccionar convertir entidades, activar la opción “Seleccionar cadena” y dar clic en el arco de 3 puntos.

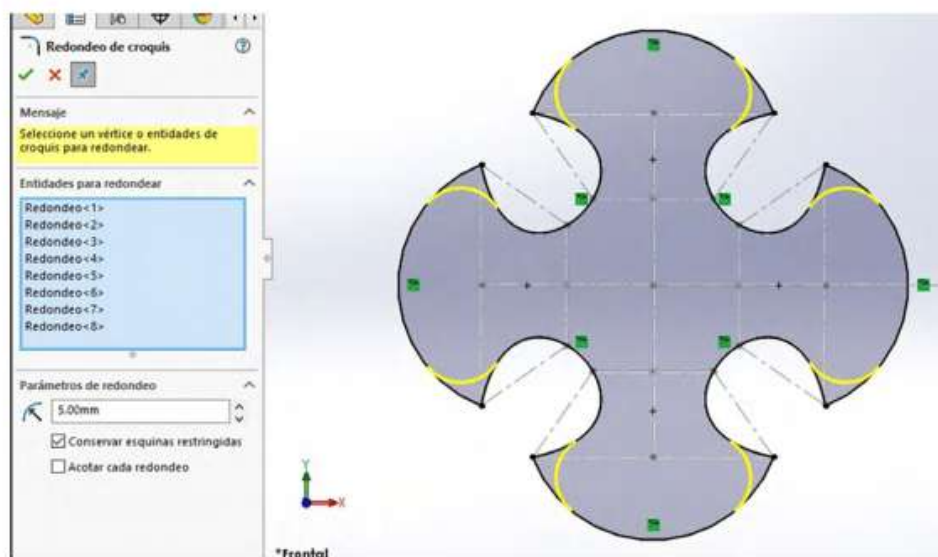
Figura 3.36. Convertir entidades



Fuente: Elaboración propia.

10. Clic en la opción “Redondeo de croquis” y sombrear el croquis para que seleccione todas las líneas, especificar un redondeo de 5 mm de radio.

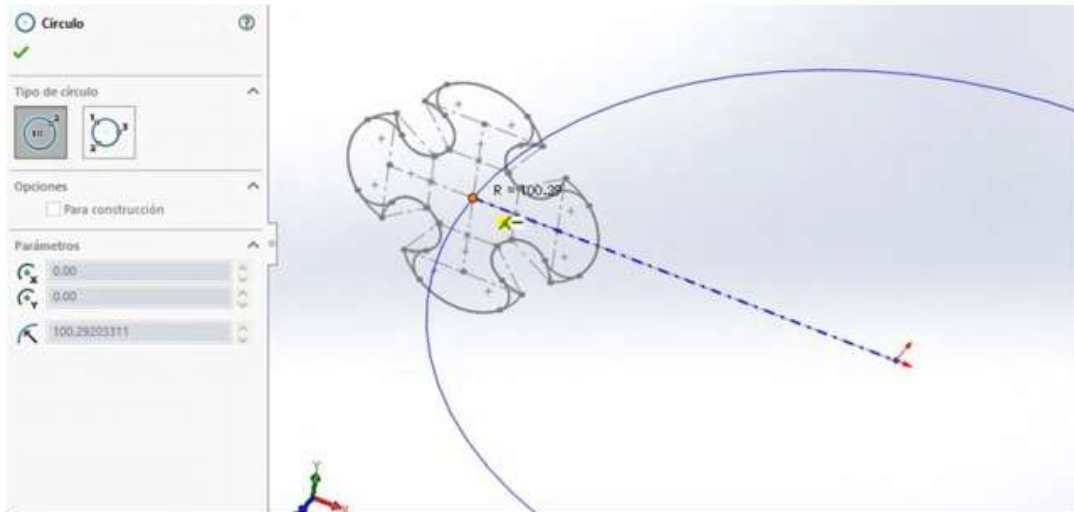
Figura 3.37. Realizar redondeo



Fuente: Elaboración propia.

Crear croquis 3. En el plano planta dar clic derecho y crear croquis y generar una circunferencia a partir del origen hasta el centro del croquis 2.

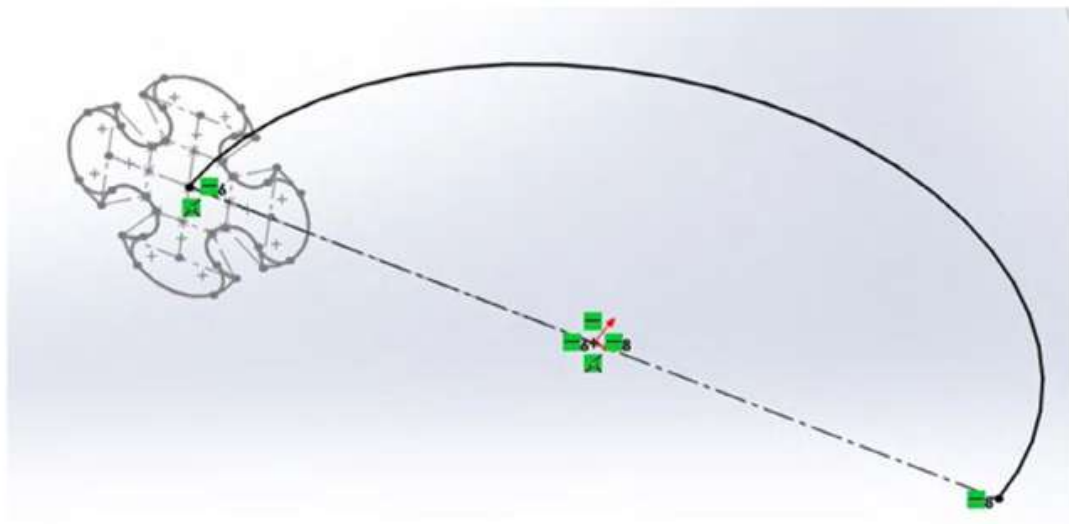
Figura 3.38. Posicionar croquis perpendicular a plano



Fuente: Elaboración propia.

11. Dibujar una línea constructiva que atraviese el centro de la circunferencia y con la herramienta “Recortar entidades” eliminar la mitad de la circunferencia.

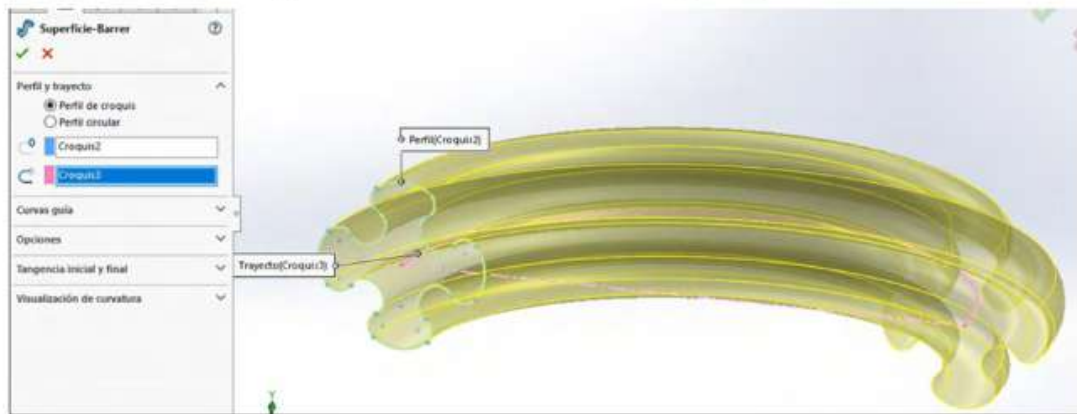
Figura 3.39. Realizar un arco para trayectoria



Fuente: Elaboración propia.

12. Crear “Barrer superficie”. Con el clic derecho del mouse seleccionar croquis 1 y elegir la opción “Ocultar”.
13. Ir a “Superficies” y seleccionar “Barrer superficie” y en perfil seleccionar “Croquis 2” y en ruta “Croquis 3”.

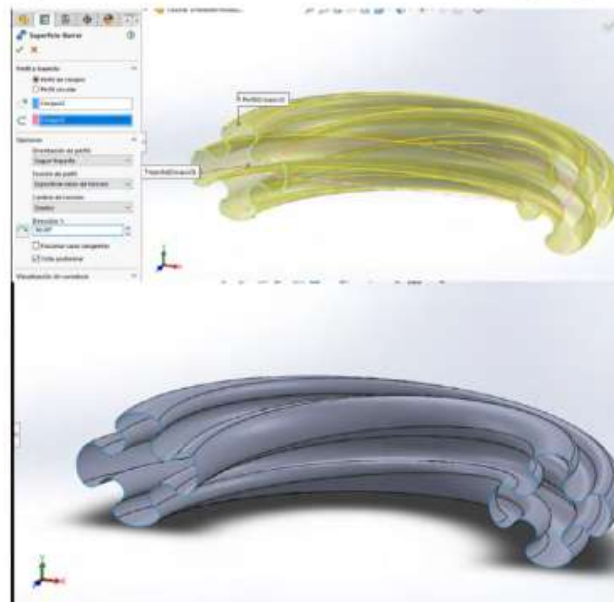
Figura 3.40. Realizar técnica de barrido por superficie



Fuente: Elaboración propia.

14. Abrir apartado de opciones, en torsión de perfil seleccionar “Especificar valor de torsión” and en dirección 1 definir 90°.

Figura 3.41. Realizar torsión mediante dirección y ángulo

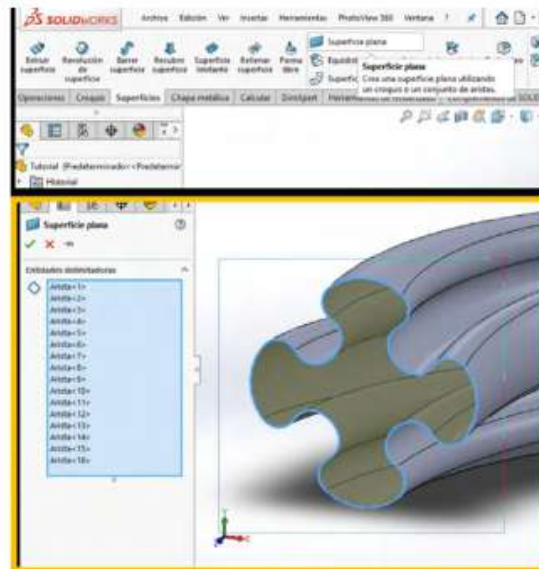


Fuente: Elaboración propia.



15. Convertir sólido. En superficie, seleccionar “Superficie plana” y sombrear las líneas que se muestran en la imagen.

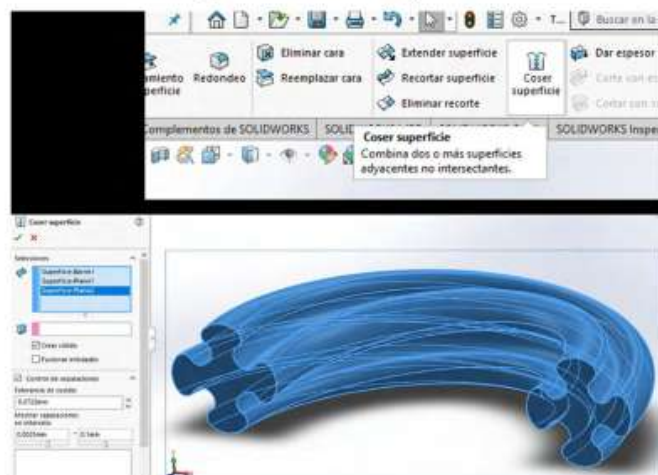
Figura 3.42. Convertir a sólido



Fuente: Elaboración propia.

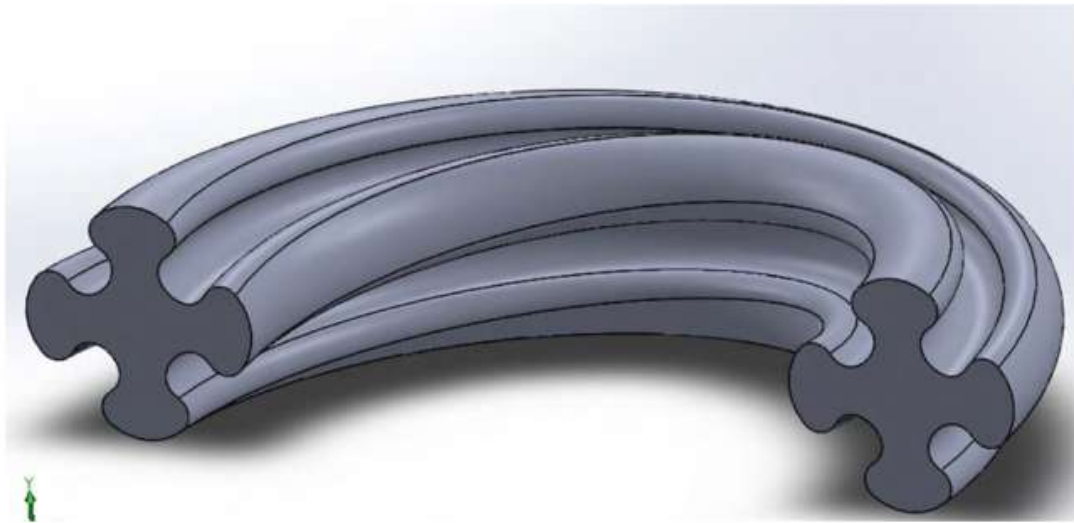
16. Crear el paso anterior con la otra cara y confirmar.
17. En el mismo apartado de superficies seleccionar “Coser superficie”.
18. Activar la opción “Crear sólido” y sombrear toda la pieza para que se seleccionen todas las caras.

Figura 3.43. Coser superficies



Fuente: Elaboración propia.

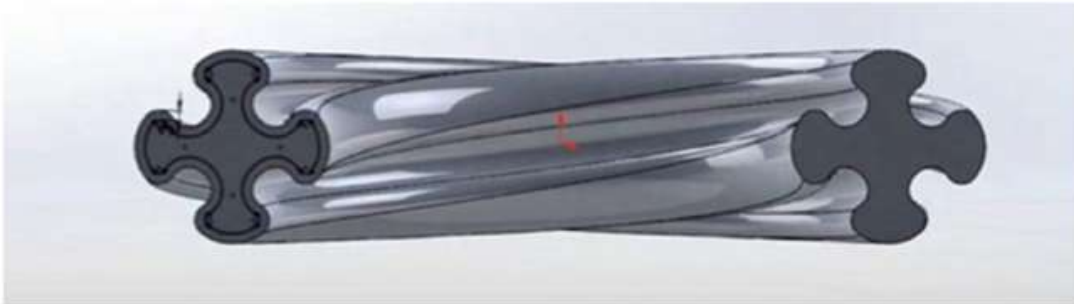
Figura 3.44. Activar a sólidos



Fuente: Elaboración propia.

19. Después seleccionamos en el apartado de croquis y seleccionamos equidistancia entidades, seleccionamos las aristas anteriormente seleccionadas para hacer la superficie y le damos un valor de 3, con dirección hacia adentro.

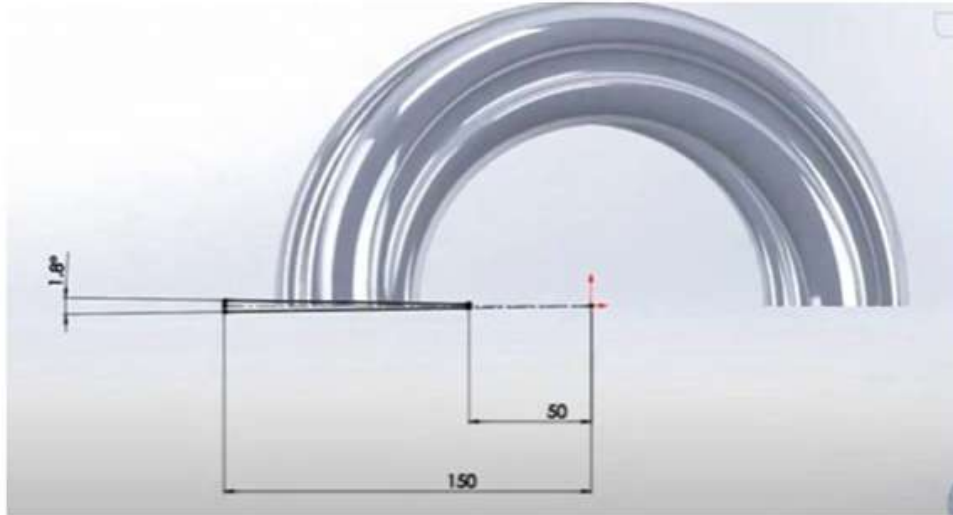
Figura 3.45. Realizar croquis por equidistancia entidades



Fuente: Elaboración propia.

20. Tomamos el plano y realizamos el siguiente croquis y damos en “Aceptar”.

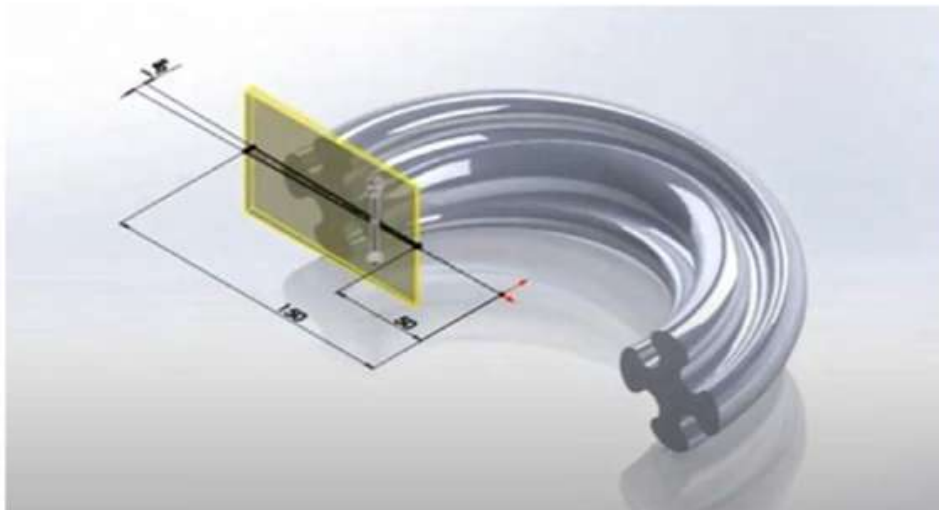
Figura 3.46. Realizar un croquis para corte



Fuente: Elaboración propia.

21. Ahora lo que haremos es ocultar el sólido con el que veníamos trabajando y el que teníamos oculto lo activamos (sólido exterior).
22. Después volvemos a abrir el croquis realizado en el paso anterior y seleccionamos “Operaciones” y luego “Extruir corte”, seleccionamos la opción de “Por todo: ambos”.

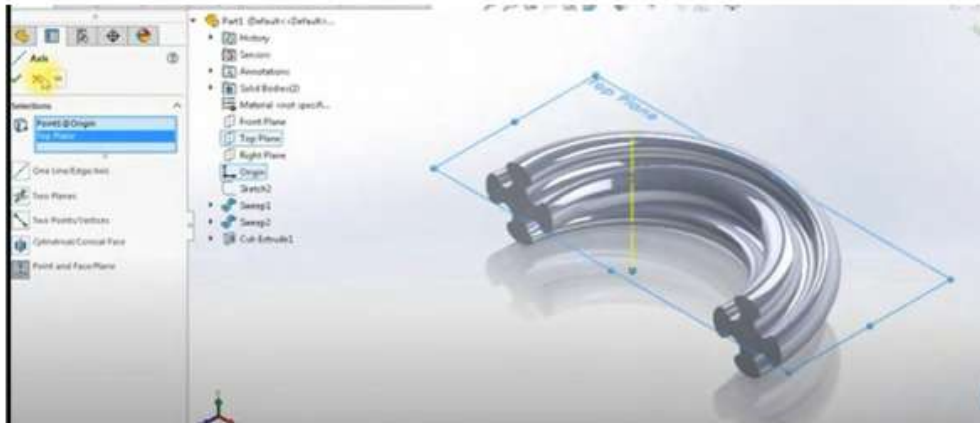
Figura 3.47. Realizar extruir por corte



Fuente: Elaboración propia.

23. Ahora creamos un eje tomando como referencia los planos alzado y planta.

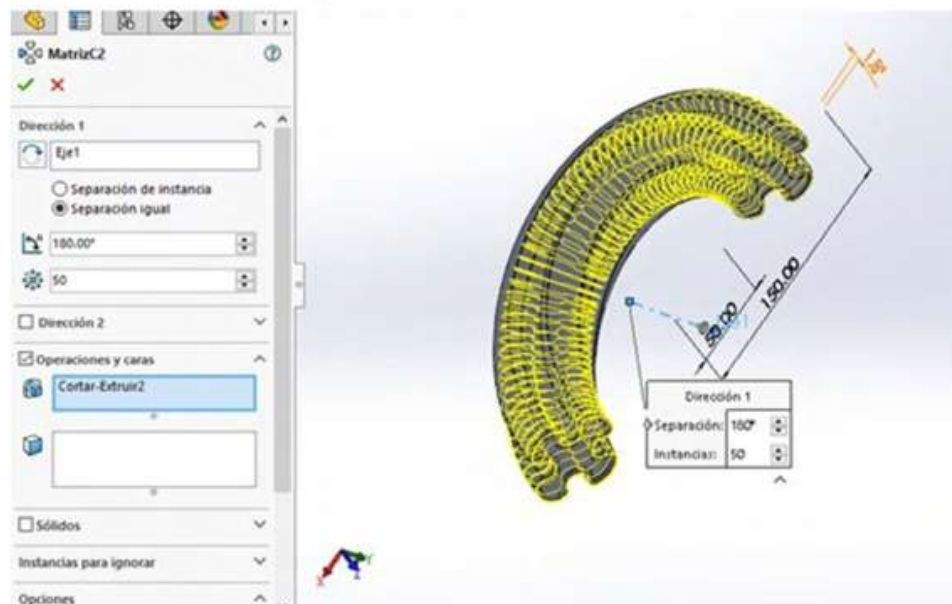
Figura 3.48. Realizar un eje



Fuente: Elaboración propia.

24. Lo que sigue es hacer una matriz circular, para eso vamos a “Operaciones” y seleccionamos “Matriz circular”, la dirección 1 será el eje antes creado y las operaciones para la matriz será el corte, el número de instancias será 50 y el ángulo total  $180^\circ$ .

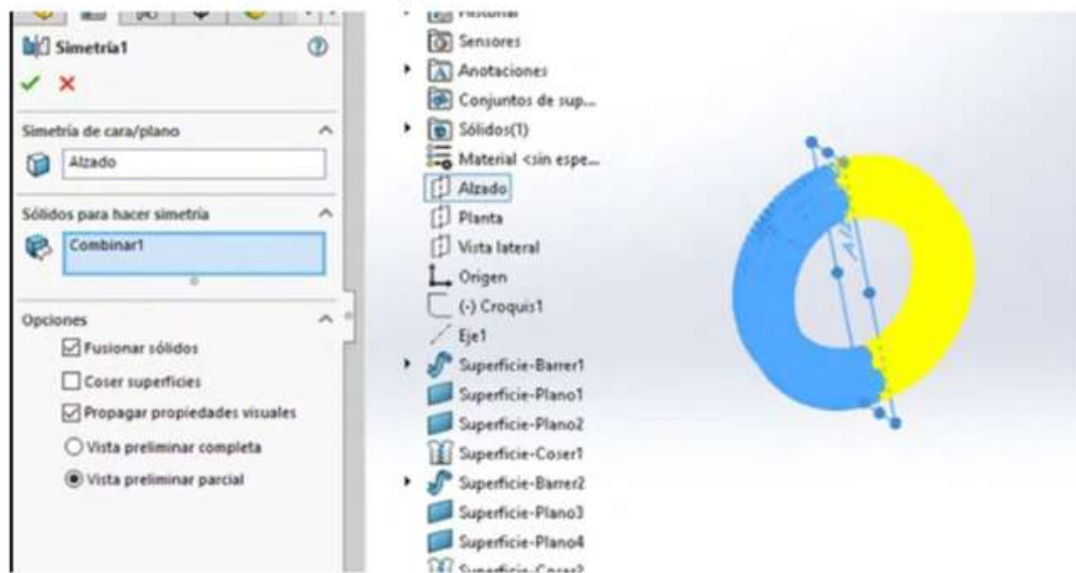
Figura 3.49. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

25. Seleccionamos en “Mantener todos los sólidos” (si nos pregunta).
26. Una vez realizada la matriz, ahora sí mostramos el sólido barrido oculto (el realizado con la equidistancia).
27. Nos vamos a “Insertar”, luego en “Operaciones” y seleccionamos “Combinar” y agarramos toda la pieza.
28. Por último creamos una simetría del sólido realizado, para eso nos vamos a “Operaciones”, luego en “Simetría” y la “Simetría de cara/plano” seleccionamos el plano “Alzado”, después seleccionamos en “Sólidos” para hacer simetría y seleccionamos el sólido, aceptamos.

Figura 3.50. Realizar simetría



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.51. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 4.

## 4. Manejo de tablas por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.04>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar en una práctica de manejo de tablas por superficies un diseño de producto de un caracol en forma escalada y diseño de un producto como una malla, mediante matrices por superficies y producto de patrones, mediante guías y ángulos de torsión. Para poder lograr lo anterior se recurre a la técnica, y que provee al diseñador las técnicas para manejar más allá de una matriz y manejo de tablas de datos y agregar volumen o transformar en sólido, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar datos como una tabla dinámica, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer las imágenes en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D, este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, torsión, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 5: CARACOL, FORMA ESCALADA

Figura 4.1. Realizar práctica caracol, forma escalada



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 5.



## **Práctica 5: Diseño de un producto mediante tablas por superficies**

### ***Objetivo de la práctica:***

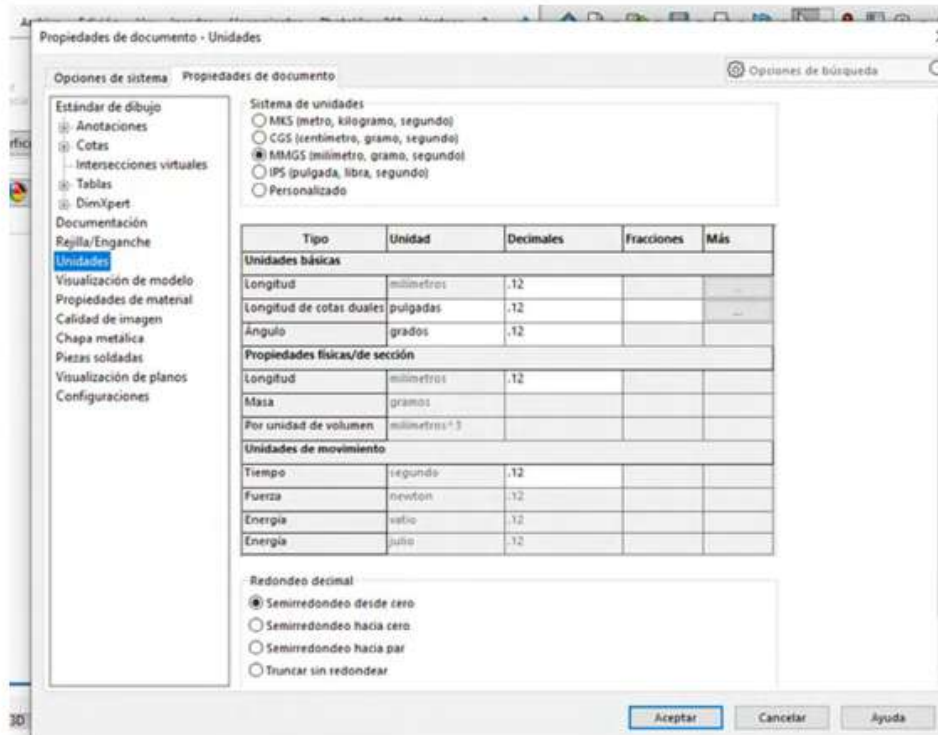
La práctica de caracol, donde uno de sus cuerpos es escalable, provee al diseñador de las técnicas de manejar más allá de una matriz y manejo de tablas de datos, o un barrido común, croquización de sketch con herramientas básicas de diseño (líneas, líneas constructivas, splines, arco 3 puntos), recubrimiento de superficies mediante patrones creados en distintos planos, proyección de croquis, recortar material proyectado en superficie, agregar volumen o transformar en sólido, operaciones como redondeos y aplicación de simetría.

### **Competencias:**

- \*Insertar imagen en área de diseño.
- \*Croquizar sketch.
- \*Recubrir superficies.
- \*Proyectar croquis en superficie.
- \*Recortar.
- \*Agregar thickness.
- \*Crear redondeos.
- \*Realizar operaciones de simetría.
- \*Barrido, mediante opción de torsión.
- \*Matriz, mediante opción de ángulo.
- \*Tablas de datos.
- \*Escalas.

1. En “Unidades” (Opciones/Propiedades de Documento/Sistema de Unidades), para realizar la practica en milímetros elije MMGS.

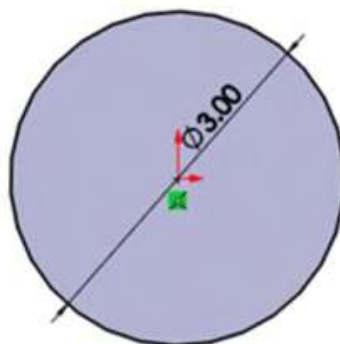
Figura 4.2. Determinar unidades



Fuente: Elaboración propia.

2. Selecciona el plano “Alzado” en el gestor de diseño y normaliza, en seguida realiza un croquis y dibuja el siguiente círculo.

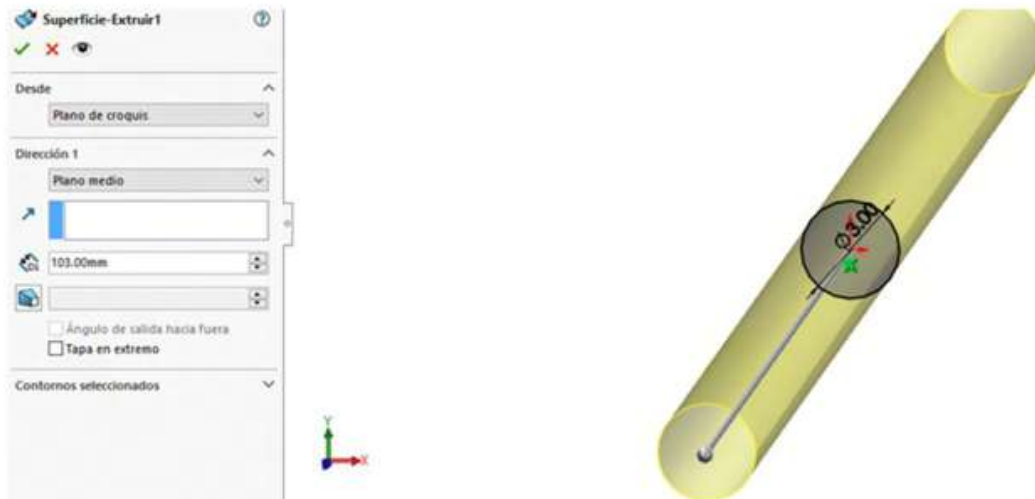
Figura 4.3. Realizar croquis inicial



Fuente: Elaboración propia.

- Ahora en “Superficies / Extruir superficie”, en el apartado de “Configuración” en Dirección 1 selecciona “Plano medio” e incorpora la siguiente medida: 103 mm.

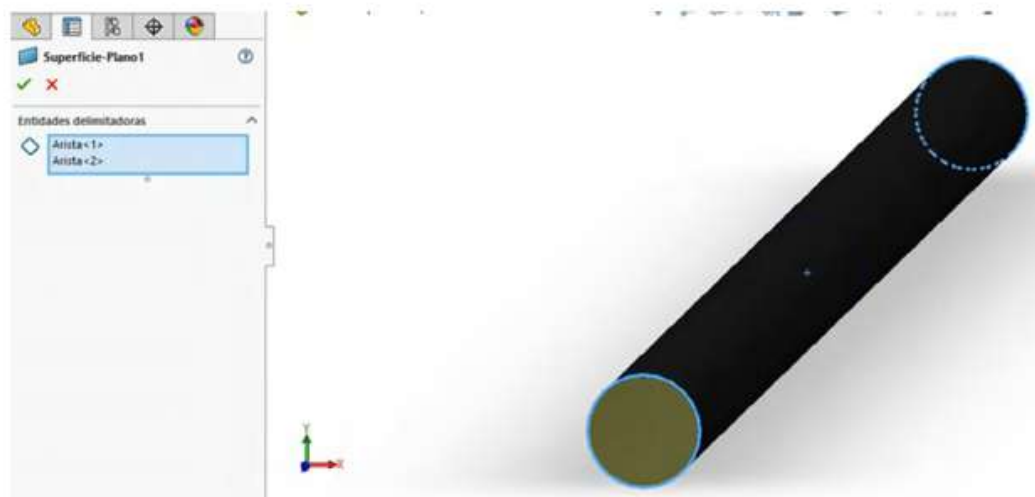
Figura 4.4. Realizar mediante extruir por superficies la operación



Fuente: Elaboración propia.

- En seguida da clic en “Superficies/Superficie plana”, selecciona las aristas en la parte vacía en ambos lados de la pieza anterior.

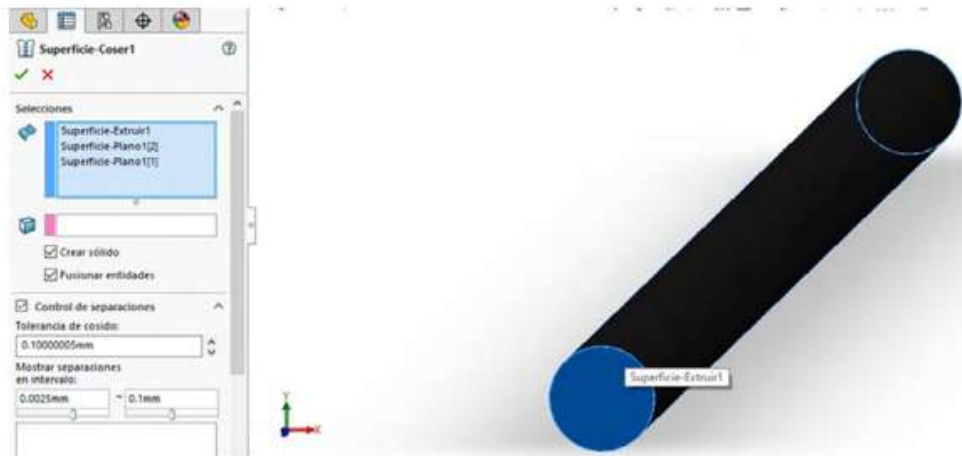
Figura 4.5. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Después en la barra de herramientas en “Superficies” da clic en “Coser superficie” y selecciona las tres partes creadas anteriormente, es decir, las dos superficies planas y el principal círculo que se creó a partir de superficies. (Haz clic en los espacios de “Crear sólido” y “Fusionar entidades”).

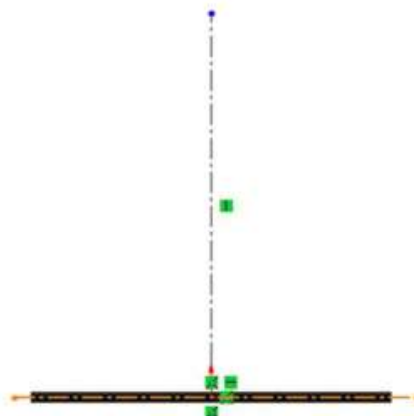
Figura 4.6. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Dar clic en el “Gestor de diseño/Vista lateral” y normaliza el plano de trabajo para realizar un croquis y dibuja las siguientes líneas contractivas sin medidas, puesto que son de apoyo. Al finalizar se retira del croquis. (Procurar hacer las líneas lo más largo posible).

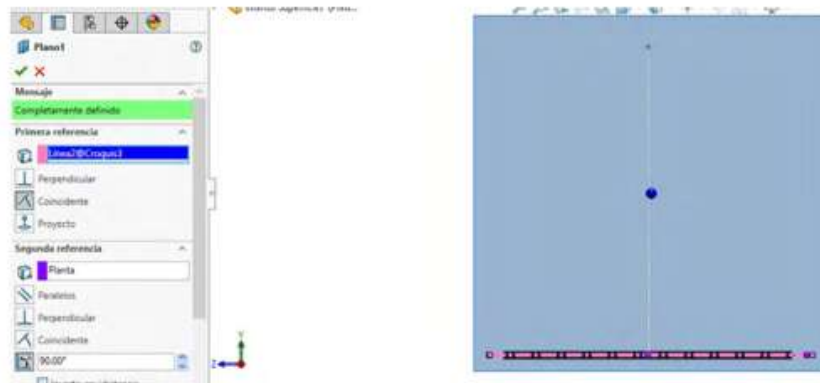
Figura 4.7. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Ir a “Superficies/Geometría de referencia/Plano”. Con ayuda del croquis anterior selecciona la línea que se encuentra horizontalmente y despliega el gestor de diseño para integrar en el siguiente recuadro morado el plano “Planta”, después en ese mismo recuadro en la parte de “Configuración” activa las medidas en grados e introduce 90.

Figura 4.8. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Realiza el mismo proceso anterior con ayuda de la siguiente tabla (introduce un cambio en los grados del plano mediante el mismo proceso anterior; es decir, en lugar de 90, el siguiente grado sería 83, hasta crear 50 planos).

Figura 4.9. Realizar render con aplicación de materiales

N.	Grados	24	289
1	90	25	282
2	83	26	275
3	76	27	268
4	69	28	261
5	62	29	254
6	55	30	247
7	48	31	240
8	41	32	233
9	34	33	226
10	27	34	219
11	20	35	212
12	13	36	205
13	6	37	198
14	359	38	191
15	352	39	184
16	345	40	177
17	338	41	170
18	331	42	163
19	324	43	156
20	317	44	149
21	310	45	142
22	303	46	135
23	296	47	128
		48	121
		49	114
		50	107



Fuente: Elaboración propia.

9. Después de haber terminado con el proceso anterior 50 veces, pero con diferente ángulo, en seguida te diriges al “Primer plano” que se realizó, “Gestor de diseño/Plano 1” normaliza el plano y crea un croquis con las siguientes medidas:

Figura 4.10. Realizar render con aplicación de materiales

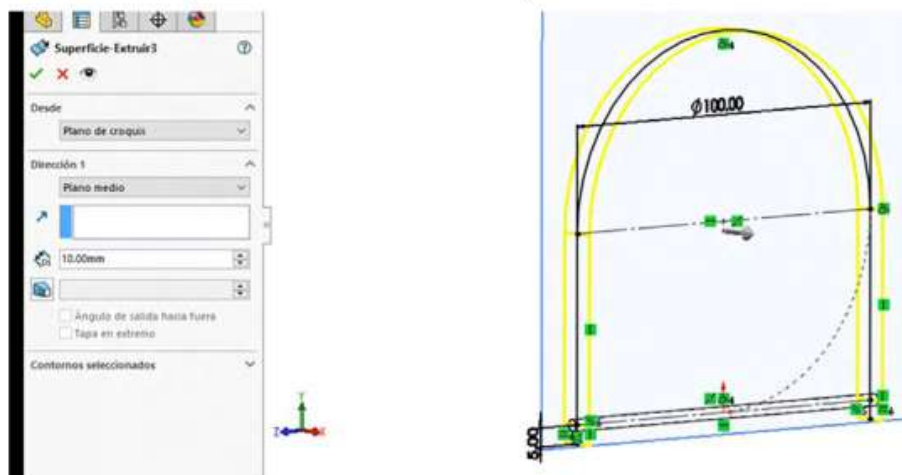
N.	Grados		
1	90	24	289
2	83	25	282
3	76	26	275
4	69	27	268
5	62	28	261
6	55	29	254
7	48	30	247
8	41	31	240
9	34	32	233
10	27	33	226
11	20	34	219
12	13	35	212
13	6	36	205
14	359	37	198
15	352	38	191
16	345	39	184
17	338	40	177
18	331	41	170
19	324	42	163
20	317	43	156
21	310	44	149
22	303	45	142
23	296	46	135
		47	128
		48	121
		49	114
		50	107



Fuente: Elaboración propia.

10. El siguiente paso dentro del mismo croquis es: “Superficies/Extruir” superficie. Mediante plano medio se introduce un dato de 10 mm y das clic en “Aceptar” (palomita verde).

Figura 4.11. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.


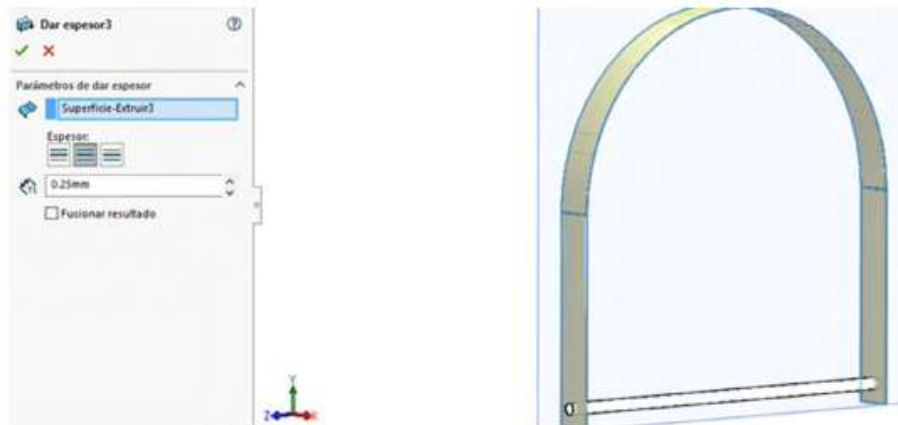
11. A continuación te diriges a “Superficie/Dar espesor” , seleccionas la figura anteriormente vista en el paso 9 y se introducen los siguientes datos:

Figura 4.12. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.



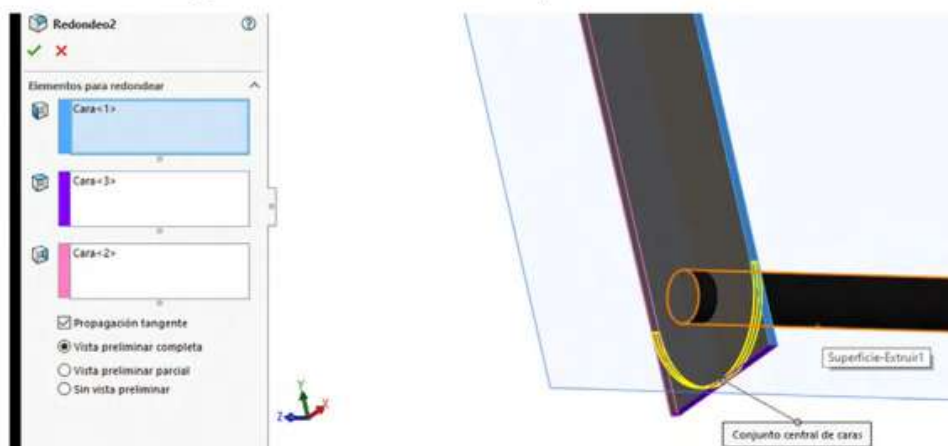
12. Al terminar el paso anterior “Superficies/Redondeo”  seleccionas el cuarto tipo de redondeo  y seleccionas las caras como se muestran a continuación (este proceso se realiza dos veces en el mismo arco):

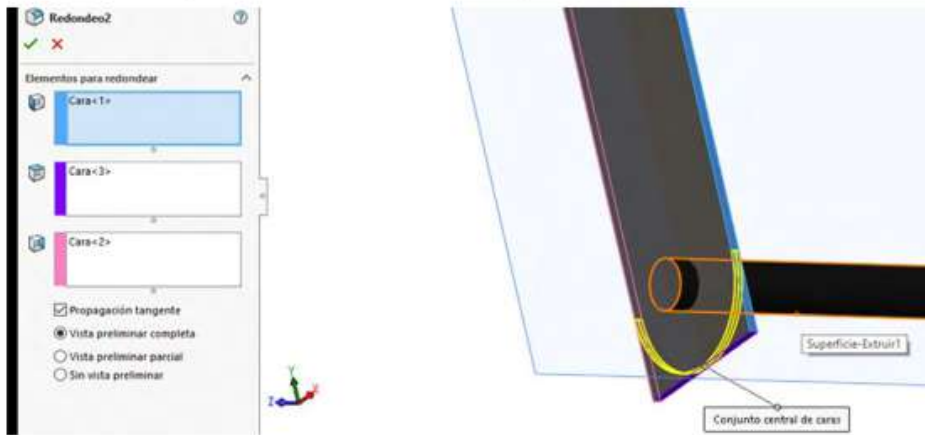
Figura 4.13. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo el siguiente resultado:

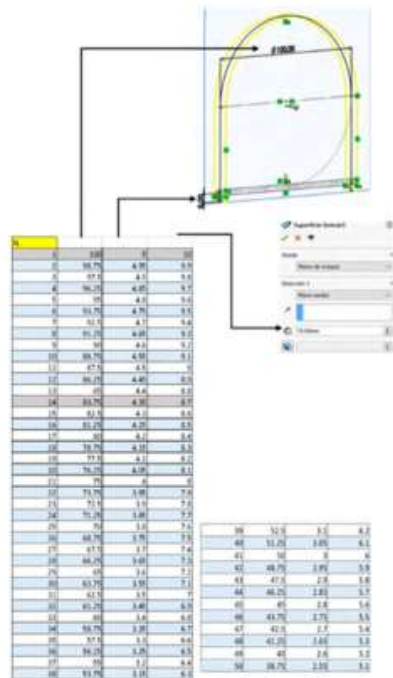
Figura 4.14. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

13. Realiza los pasos 8, 9, 10 y 11 nuevamente en los planos anteriores que se crearon en el paso 7, siguiendo el mismo orden de acuerdo con la siguiente tabla:

Figura 4.15. Realizar render con aplicación de materiales

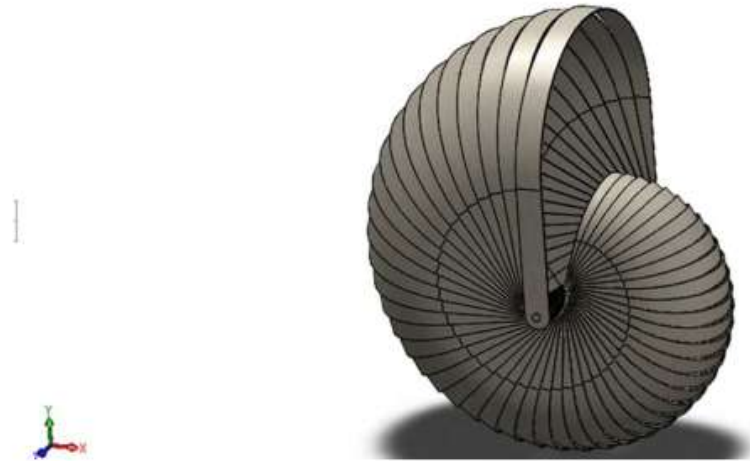


Fuente: Elaboración propia.



Resultado del paso anterior:

Figura 4.16. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

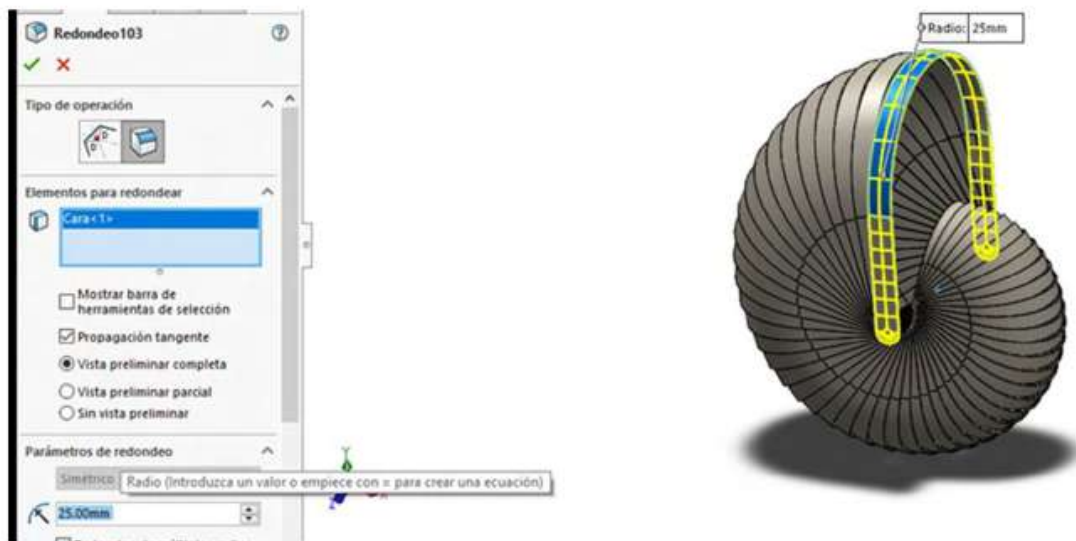
14. Genera “Redondeo” en la cara del arco siguiendo el orden de parámetros de acuerdo con la siguiente tabla:

Figura 4.17. Realizar render con aplicación de materiales

Parametros de redondeo	
5	2
6	2
7	3
8	4
9	3
10	3
11	3
12	3
13	3
14	2
15	3
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2
22	2
23	2
24	2 2do y 3er plano
25	1 1er plano

Fuente: Elaboración propia.

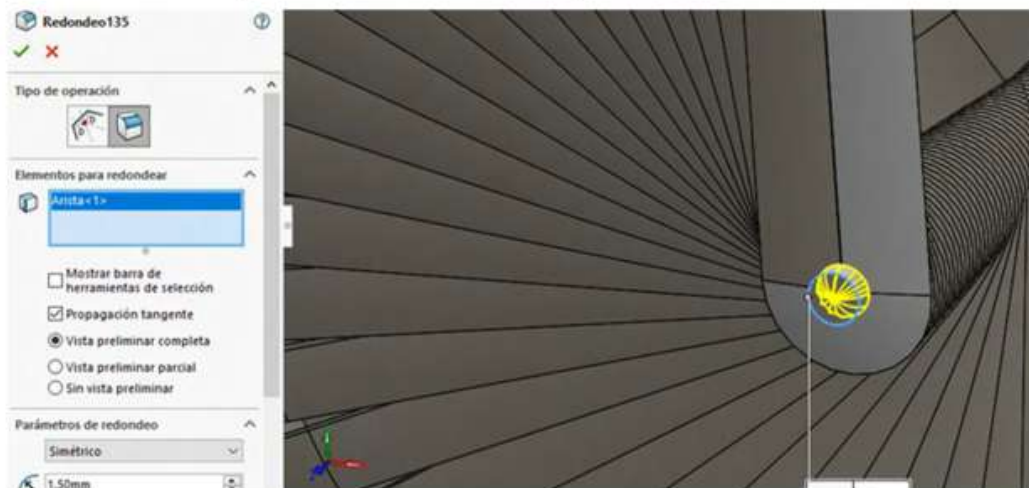
Figura 4.18. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

15. Finalmente se elaboran dos redondeos en la parte del eje de la pieza, con medida de 1.5 mm.

Figura 4.19. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

## Aplicación de materiales e iluminación:

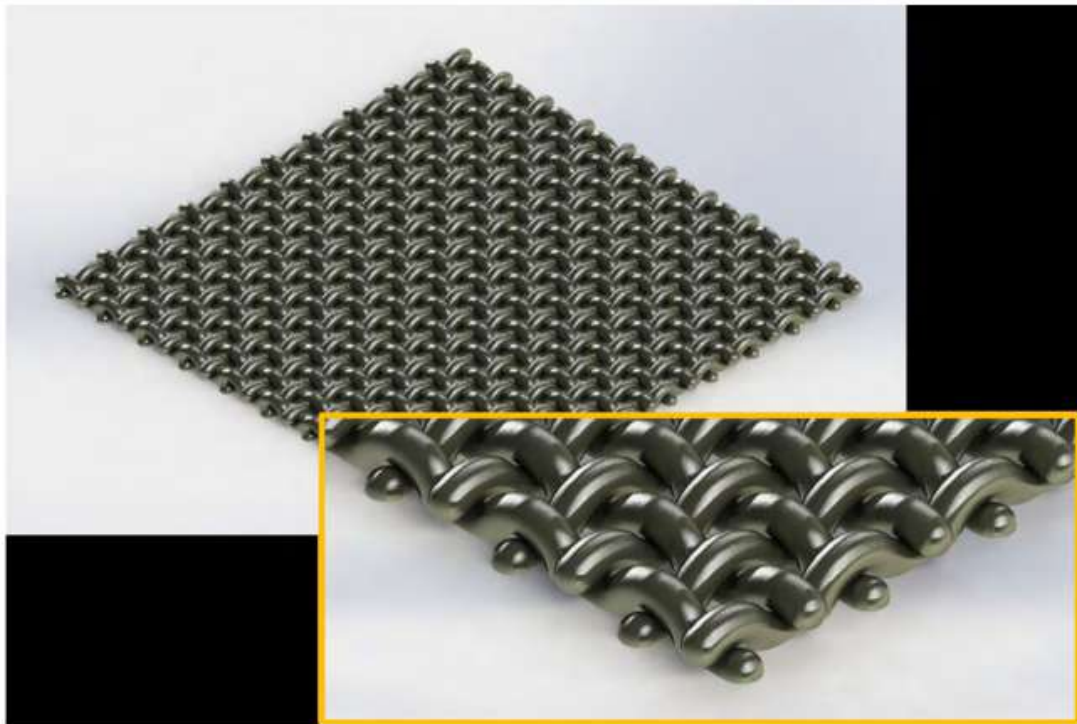
Figura 4.20. Realizar render con aplicación de materiales.



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 2.

PRÁCTICA 6: DISEÑO DE UN PRODUCTO COMO UNA MALLA, MEDIANTE MATRICES POR SUPERFICIES

Figura 4.21. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 6.

## **Práctica 6: Diseño de un producto mediante formas y guías por matriz en superficies**

### ***Objetivo de la práctica:***

La práctica de una malla metálica, donde uno de sus cuerpos es reproducible mediante las opciones de matrices, provee al diseñador las técnicas para manejar más allá de una matriz y manejo de tablas de datos, o un barrido común, croquización de sketch con herramientas básicas de diseño (líneas, líneas constructivas, splines, arco 3 puntos), recubrimiento de superficies mediante patrones creados en distintos planos, proyección de croquis, recortar material proyectado en superficie, agregar volumen o transformar en sólido, operaciones como redondeos y aplicación de simetría.

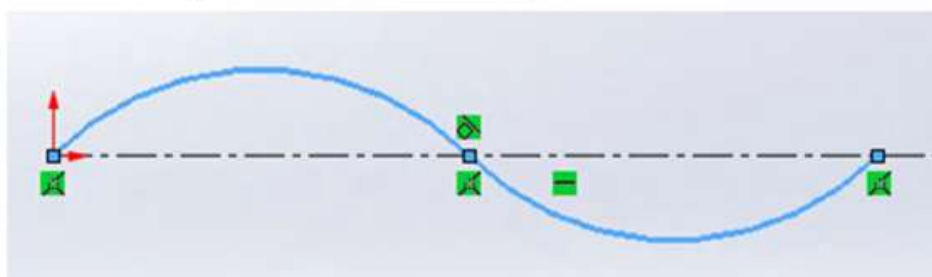
### **Competencias:**

- \*Insertar imagen en área de diseño.
- \*Croquizar sketch.
- \*Recubrir superficies.
- \*Proyectar croquis en superficie.
- \*Recortar.
- \*Agregar thickness.
- \*Crear redondeos.
- \*Realizar operaciones de simetría.
- \*Barrido, mediante opción de torsión.
- \*Matriz, mediante opción de ángulo.

## Diseño de un producto mediante matrices por superficies

1. Seleccionar nueva pieza.
2. Especificación: Seleccionar milímetros como unidades de trabajo en la pestaña inferior izquierda del simulador.
3. En el plano alzado crear y diseñar el croquis.
4. Generar una línea constructiva partiendo desde el origen en sentido horizontal hacia el lado derecho. Después trazamos dos arcos de 3 puntos de la siguiente forma.

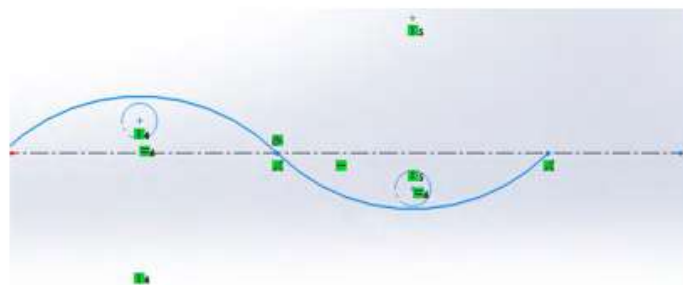
Figura 4.22. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

5. Como primera relación de posición seleccionar ambos arcos y marcar tangente.
6. Insertar dos círculos iguales, constructivos con orígenes verticales, al centro del respectivo arco.

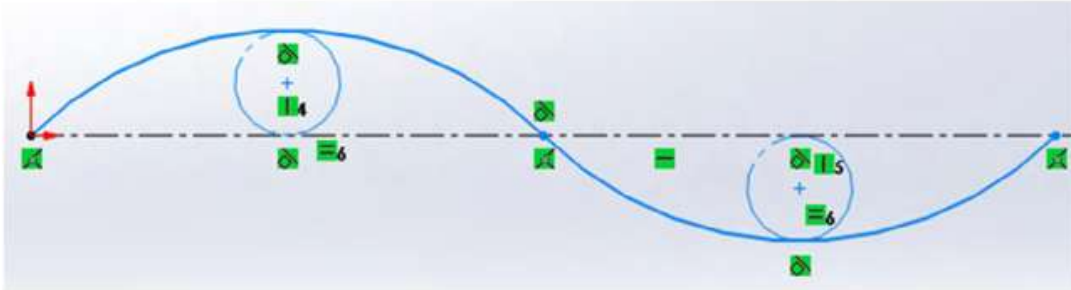
Figura 4.23. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

7. Dichos círculos a su vez deben poseer relación tangente tanto al arco posicionado de forma vertical, como a la línea constructiva.

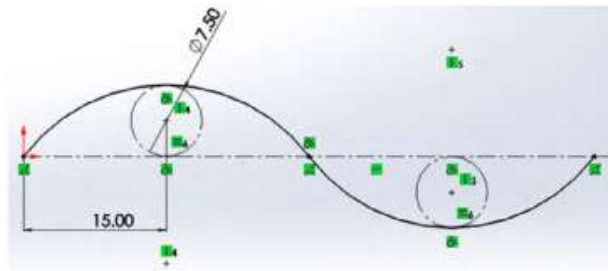
Figura 4.24. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

8. Dar las siguientes dimensiones con ayuda de cota inteligente:

Figura 4.25. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Nota:* Con clic derecho sobre cualquier de los dos arcos, seleccionar “Cadena”.

9. Mediante matriz lineal genera el croquis completo.

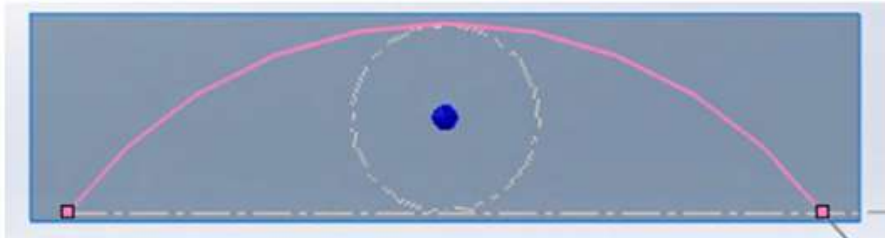
Figura 4.26. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

10. Insertar un plano en geometría de referencia.
11. Como primera referencia seleccionar el arco ligado al origen.

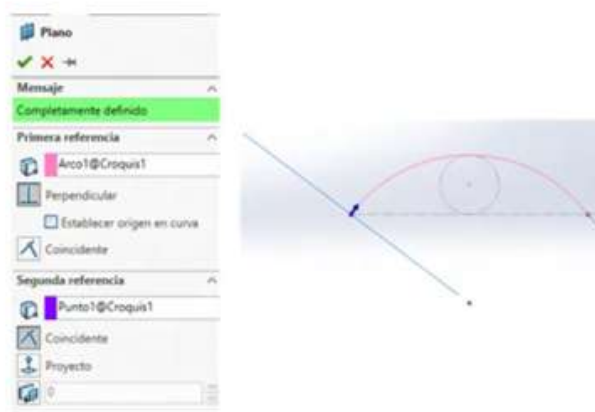
Figura 4.27. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

12. Como segunda referencia tomar el punto inicial del arco.

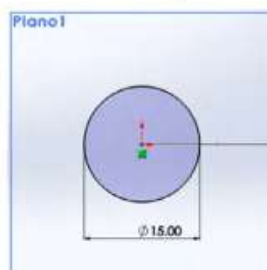
Figura 4.28. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

Abrir un croquis en el plano antes creado e insertar un círculo con centro en el origen de 15 mm.

Figura 4.29. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.



13. Seleccionar “Barrer superficie” desde la pestaña de superficies.
14. Como perfil seleccionar el círculo de 15 mm y como ruta tomar la matriz lineal de arcos antes generada.
15. En el plano generado nuevamente croquizar un círculo del mismo diámetro y en él aplicar una superficie plana.

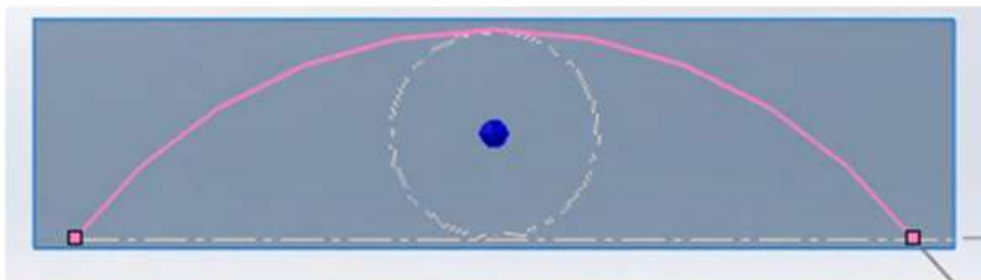
Figura 4.30. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

16. Insertar un plano en geometría de referencia.
17. Como primera referencia seleccionar el arco final de la matriz croquiada en el paso 2.

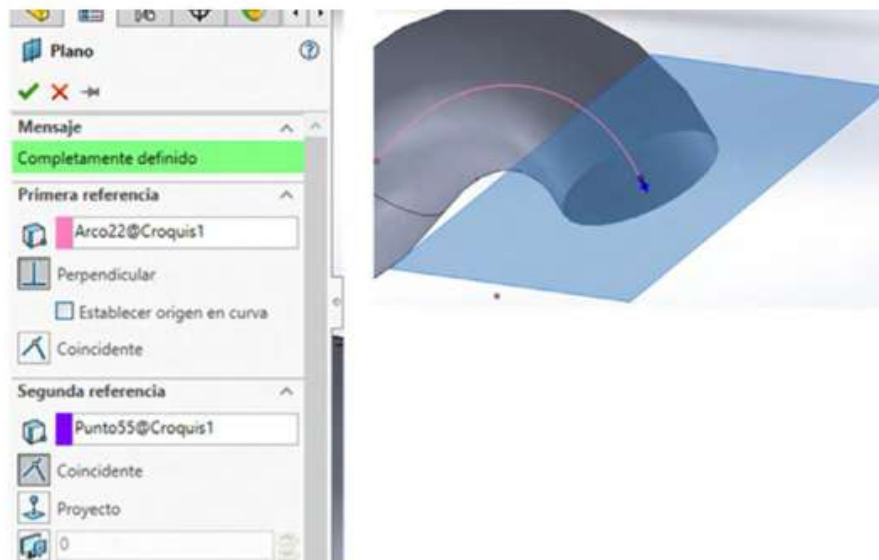
Figura 4.31. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

18. Como segunda referencia tomar el punto final de dicha matriz.

Figura 4.32. Realizar render con aplicación de materiales

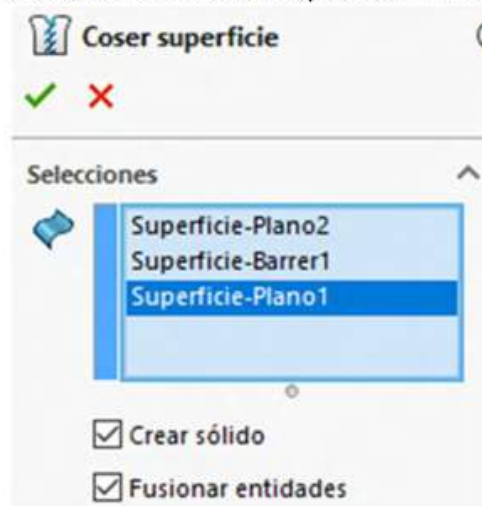


Fuente: Elaboración propia.

*Nota:* Repetir el paso 6 en el nuevo plano.

19. Coser las superficies, seleccionando las casillas “Crear sólido” y “Fusionar resultados”.

Figura 4.33. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

20. Generar una matriz lineal, tomando como dirección el plano alzado, y como sólido para realizar la matriz el cuerpo antes creado.

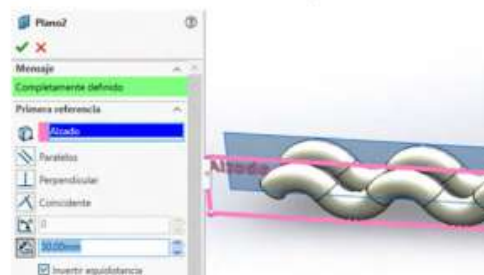
Figura 4.34. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

21. Crear un nuevo plano con referencia al alzado y una distancia de separación de 30 mm.

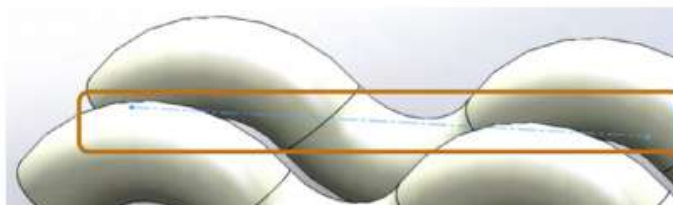
Figura 4.35. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

22. En el nuevo plano seleccionar la línea constructiva realizada en el paso 2 y convertir la entidad, manteniéndola constructiva.

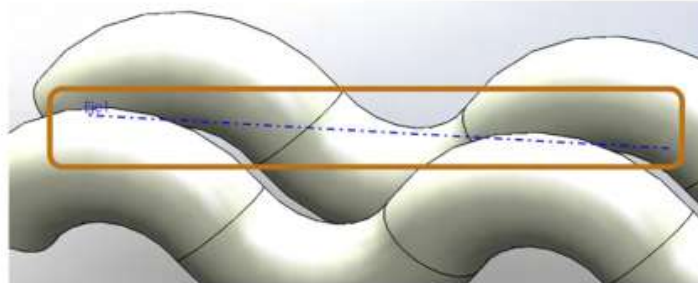
Figura 4.36. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

23. Insertar un eje en geometría de referencia, seleccionando la línea constructiva croquizada en el paso anterior.

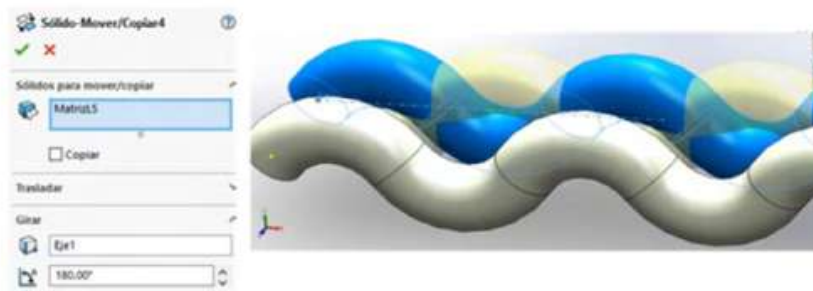
Figura 4.37. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

24. Insertar la operación “Mover/Copiar” y seleccionar el modelo sólido, tomando para girar el eje antes realizado y dando 180°.

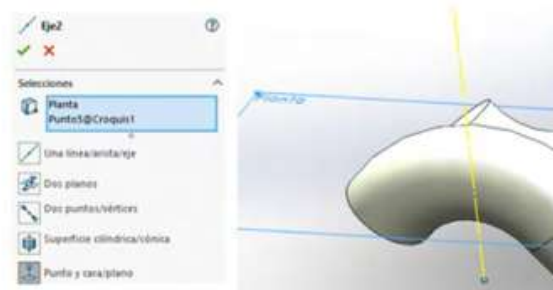
Figura 4.38. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

25. Insertar un eje en geometría de referencia, seleccionando el plano “Planta” y el centro del primer arco croquizado en el paso 2.

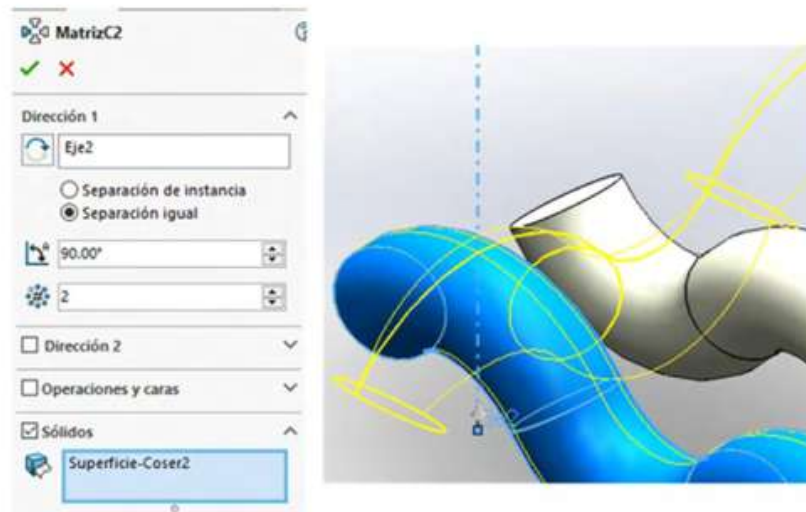
Figura 4.39. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

26. Mediante matriz circular generar un nuevo sólido a  $90^\circ$ , considerando el primer cuerpo creado y el eje antes insertado.

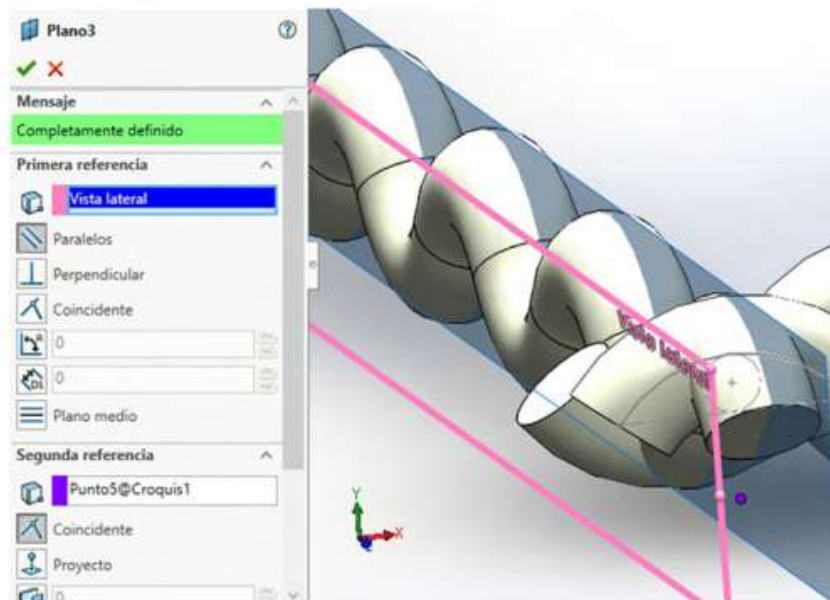
Figura 4.40. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

27. Insertar un nuevo plano en geometría de referencia, tomando vista lateral y el centro del primer arco generado en el paso 2 como referencias.

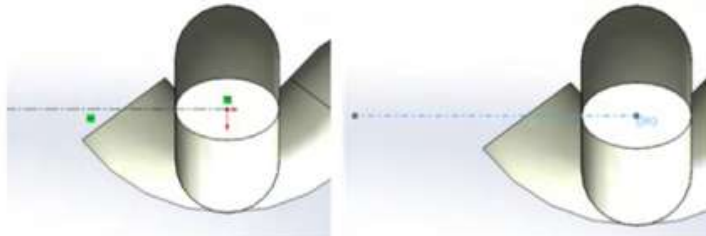
Figura 4.41. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

28. Crear croquis en el plano antes realizado, insertando una línea constructiva horizontal desde el centro y crear un eje tomando el croquis realizado en el paso anterior.

Figura 4.42. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

29. Realizar la operación “Mover/Copiar” en el sólido generado tras la matriz circular, considerando el eje generado en el paso anterior.

Figura 4.43. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

30. Mediante matriz lineal generar un nuevo sólido, tomando como referencia el sólido girado en el paso anterior y el plano vista lateral.

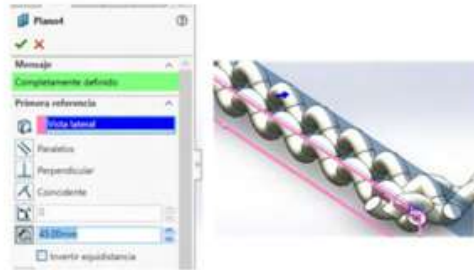
Figura 4.44. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

31. Insertar un plano en geometría de referencia.
32. Como primera referencia seleccionar vista lateral y dar una separación de 45 mm.

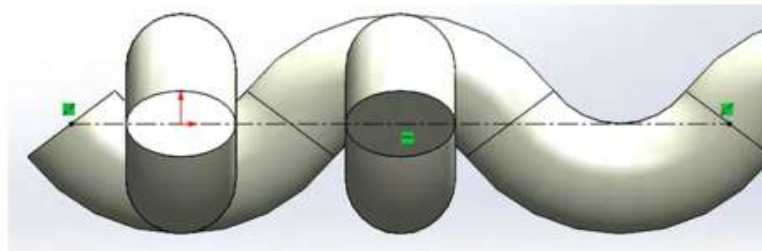
Figura 4.45. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

33. Crear un croquis en el plano anteriormente creado, insertar una línea horizontal constructiva partiendo del origen.

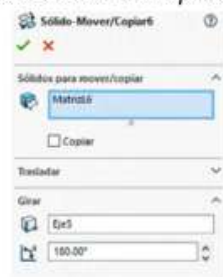
Figura 4.46. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

34. Insertar un eje considerado la línea croquizada en el paso anterior.
35. Mediante la operación "Mover/Copiar", girar el sólido generado en el paso 21, considerando el eje antes insertado.

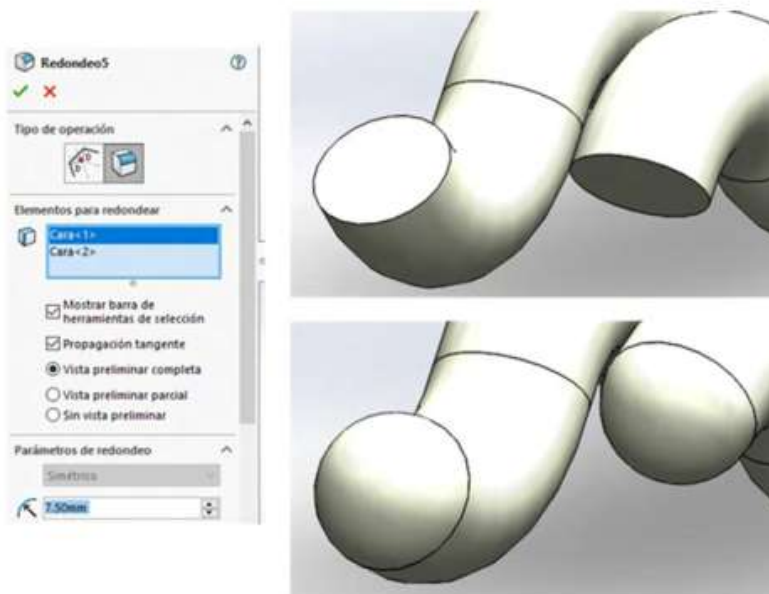
Figura 4.47. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

36. Aplicar redondeos de 7.5 mm a las caras en los extremos de cada sólido, ocho redondeos en total aplicados por pares en distintas operaciones.

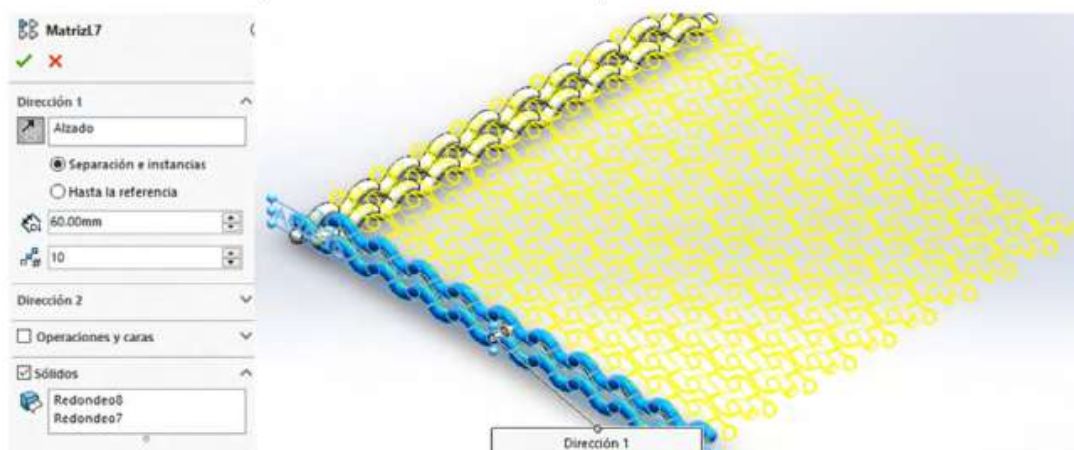
Figura 4.48. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

37. Aplicar matriz lineal seleccionando los dos sólidos paralelos al plano alzado como sólidos a generar, con dirección a plano alzado, distancia de separación de 60 mm y 10 instancias.

Figura 4.49. Realizar render con aplicación de materiales

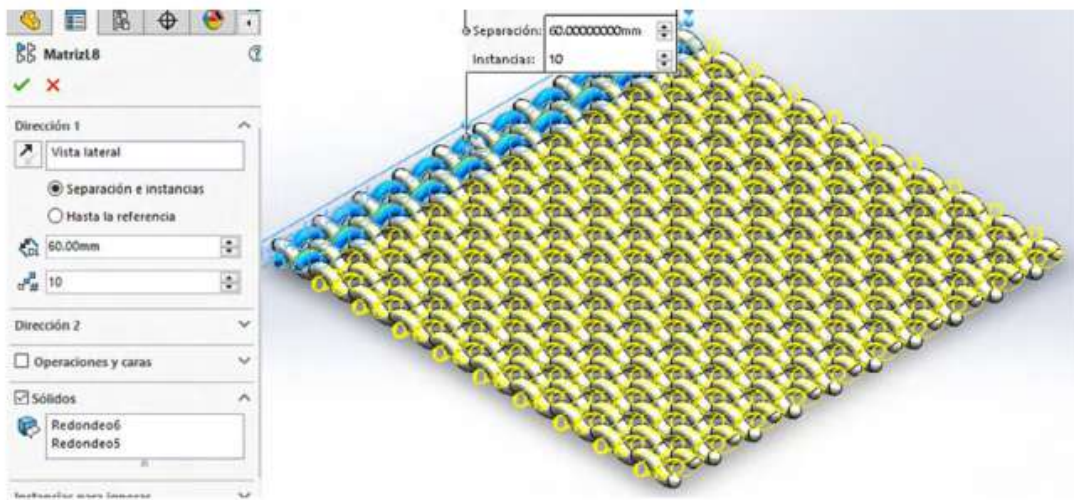


Fuente: Elaboración propia.



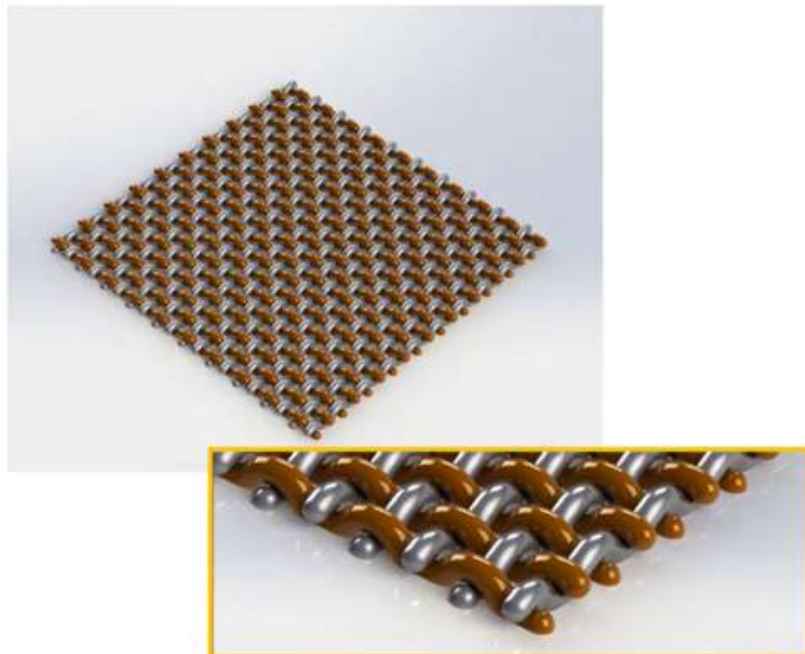
38. Aplicar una segunda matriz lineal seleccionando los dos sólidos paralelos al plano vista lateral como sólidos a generar, con dirección a plano vista lateral, distancia de separación de 60 mm y 10 instancias.

Figura 4.50. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

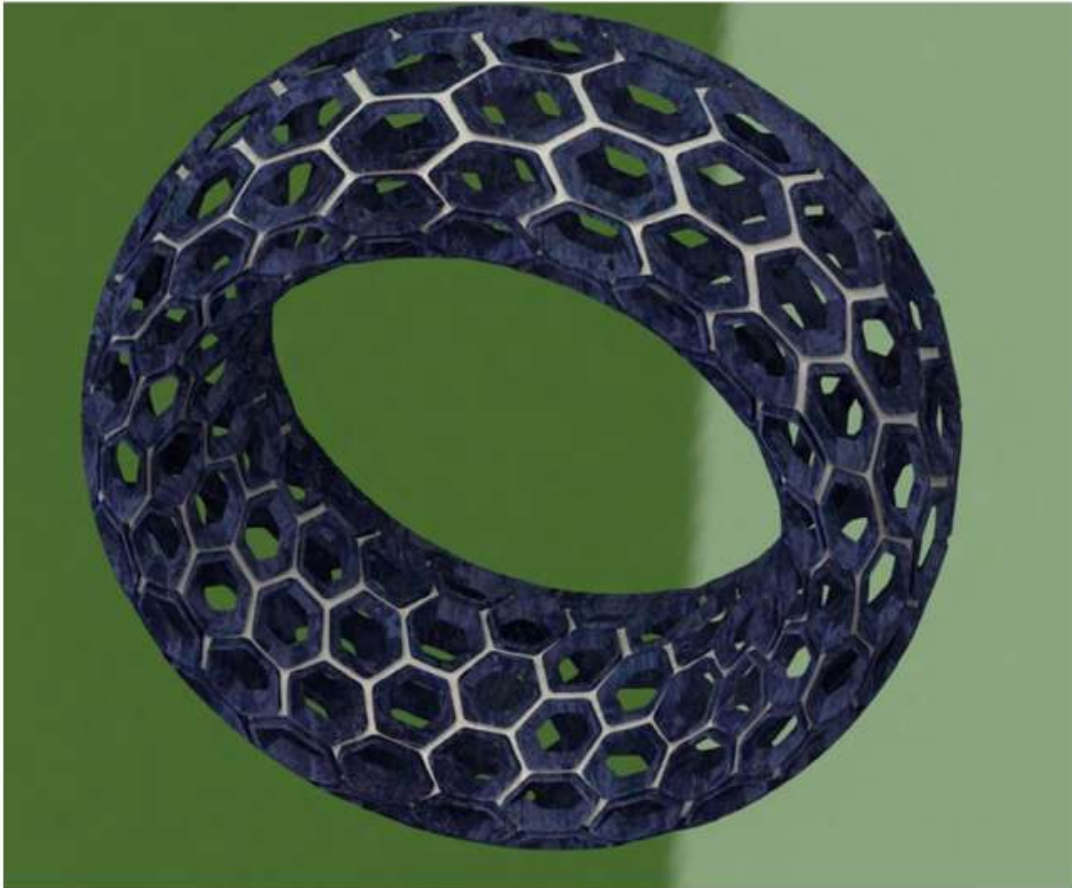
Figura 4.51. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 6.

PRÁCTICA 7: DISEÑO DE UN PRODUCTO MEDIANTE PATRONES,  
MEDIANTE GUÍAS Y ÁNGULOS DE TORSIÓN EN SUPERFICIES

Figura 4.52. *Producto de patrones, mediante guías y ángulos de torsión.  
Realizar render con aplicación de materiales*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 7.

## **Práctica 7: Diseño de un producto mediante patrones, mediante guías y ángulos de torsión en superficies**

### ***Objetivo de la práctica:***

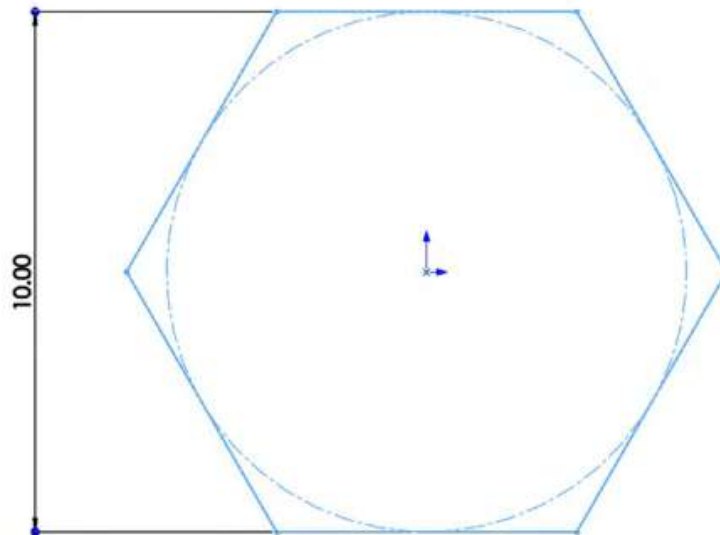
El objetivo de esta práctica es trabajar con patrones y manipularlos en torsión, o mediante guías o ángulos, obteniendo una salida amorfa o ergonómica deseada.

### **Competencias:**

- \* Crear planos y dimensionar sketch.
- \* Extruir superficies.
- \* Rellenar superficies con puntos en el plano.
- \* Coser superficies separadas.
- \* Cortar superficies con sketches creados.
- \* Plasmar curvas o trayectorias en cuerpos no sólidos.
- \* Proyectar texto sobre cuerpos no sólidos.
- \* Realizar operaciones en simetría de cuerpos en superficies.
- \* Manar herramientas de barrido, para conseguir patrones específicos.
- \* Corte / extrucción en ángulo de salida.
- \* Simetrías.
- \* Combinar / copias mediante posición angular.
- \* Flexionar mediante ángulos.
- \* Matriz en combinación de copias mediante posición angular.
- \* Combinar para crear un solo sólido.

1. Realizar en el plano alzado un croquis de forma poligonal de seis lados, con diámetro de 10 mm.

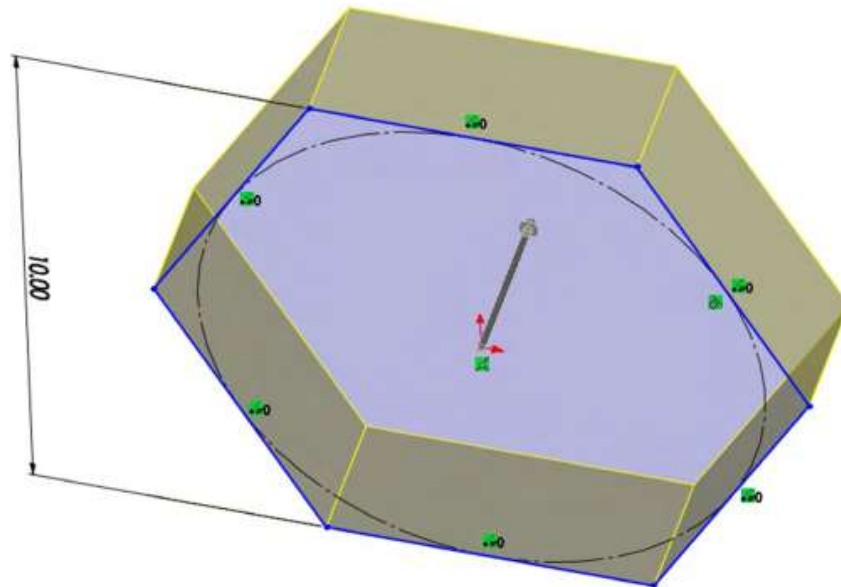
Figura 4.53. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

2. Extruir la forma mediante superficies en 2.5 mm.

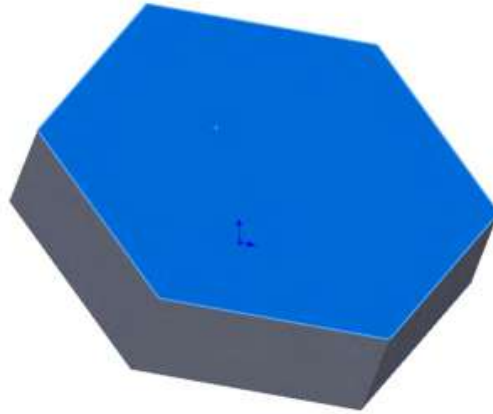
Figura 4.54. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

3. Mediante la operación de “Rellenar por superficies”, tapar en ambos extremos.

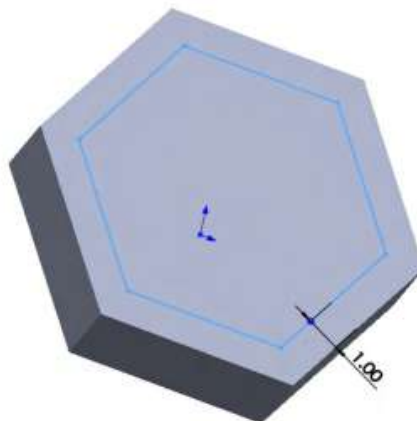
Figura 4.55. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

4. Mediante “Coser”, seleccionar todas las superficies y activar la opción de “Crear sólidos”.
5. Realizar un croquis en la superficie superior, cara azul del paso anterior, un polígono, mediante la operación de “Convertir entidades” del polígono que tenemos en los extremos y una operación de “Equidistancia entidades”, en una distancia de 1 mm, como se muestra en la figura, y poner en línea constructiva el polígono original y dejar solo la equidistancia.

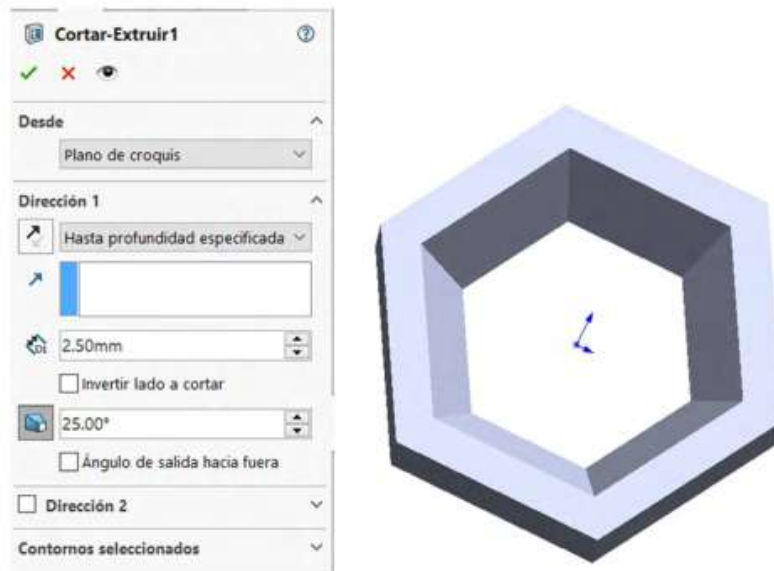
Figura 4.56. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Realizar un corte a la altura de 2.5 mm, que es la misma altura de la extracción, con un ángulo de salida de 25°.

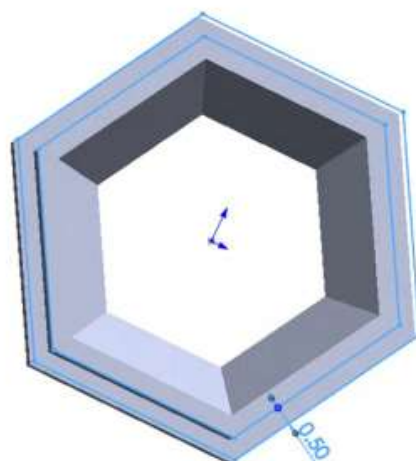
Figura 4.57. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

- Realizar un croquis en la superficie superior, de un polígono de igual dimensión como el exterior, repetir el procedimiento anterior, convertir entidades.

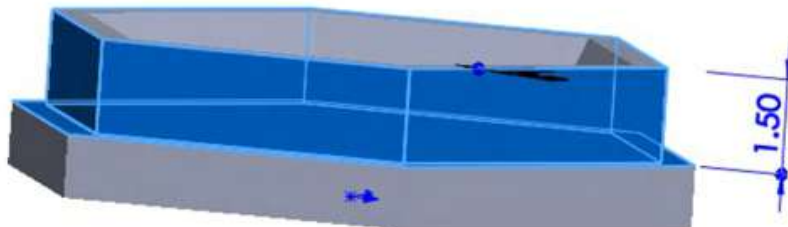
Figura 4.58. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

8. Realizar una equidistancia, ahora en 0.5 mm y realizar un corte recto a 1.5 mm.

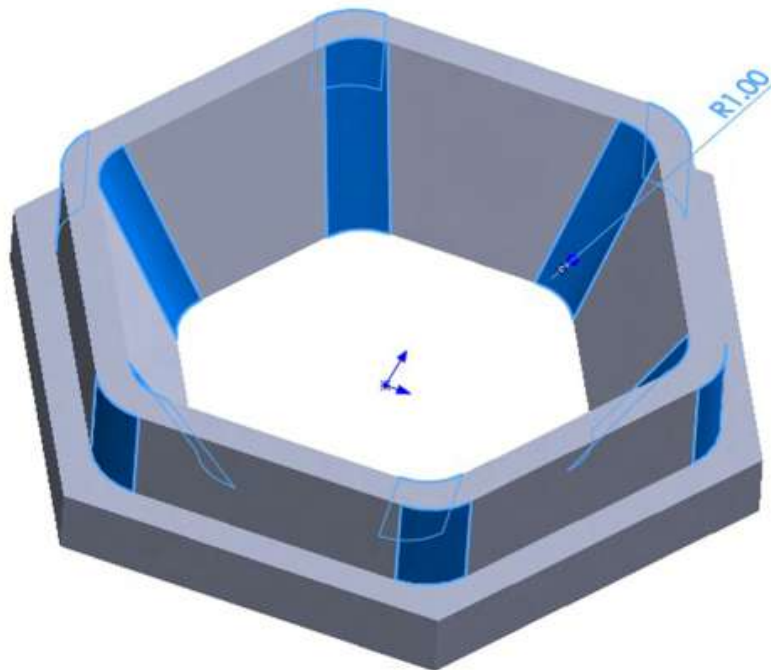
Figura 4.59. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

9. Realizar un redondeo en las aristas por dentro y por fuera del polígono en un radio de 1 mm.

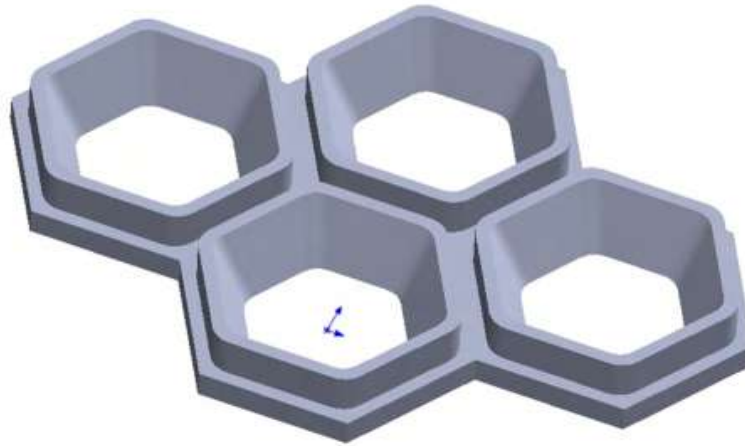
Figura 4.60. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

## 10. Mediante simetrías, realizar cuatro piezas.

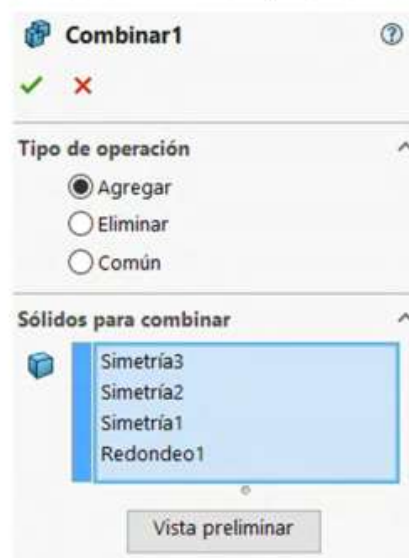
Figura 4.61. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

11. Dentro de la carpeta de instrucciones de operaciones encontramos la técnica de combinar. Dirección (barra de herramientas “Operaciones”) o en “Insertar”, “Operaciones”, “Combinar”. Solo se pueden combinar los sólidos contenidos dentro de un archivo de pieza multicuerpo, visualmente no se verá nada de aplicación.

Figura 4.62. Realizar render con aplicación de materiales

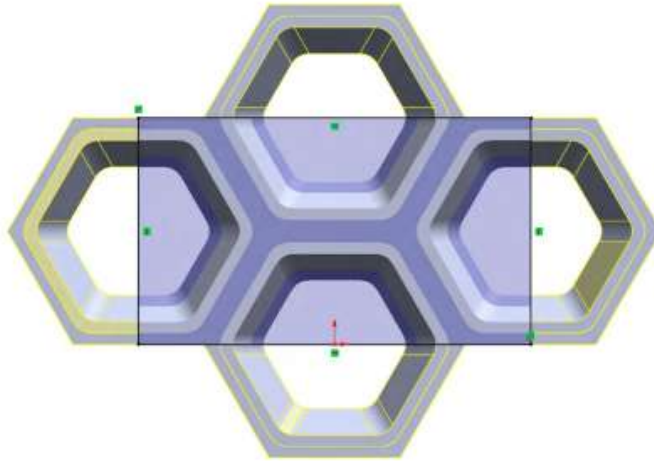


Fuente: Elaboración propia.



12. Acto seguido realizaremos un croquis en el plano alzado con un “Rectángulo”, desde los puntos medios de las aristas que se muestran a continuación.

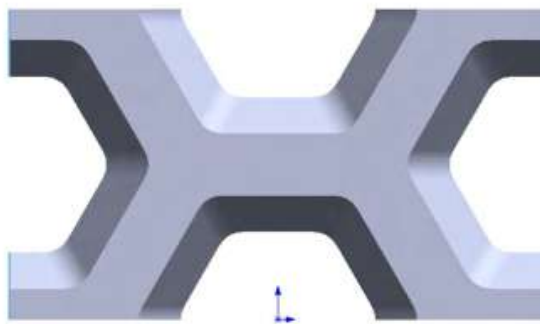
Figura 4.63. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

13. Con ese croquis usaremos la operación “Superficie extruir”, yendo a la pestaña de “Superficies” y seleccionamos la operación “Superficie extruir”, en la sección de “Dirección 1” expandiremos la barra y seleccionaremos “Plano medio”.

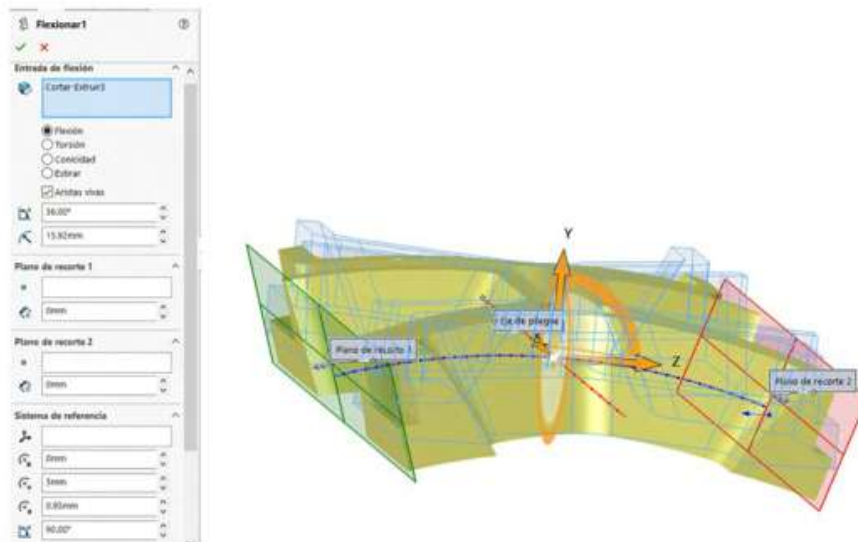
Figura 4.64. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

14. Mediante la técnica de flexionar, en  $36^\circ$  con un radio de 15.92, como se muestra en la figura.

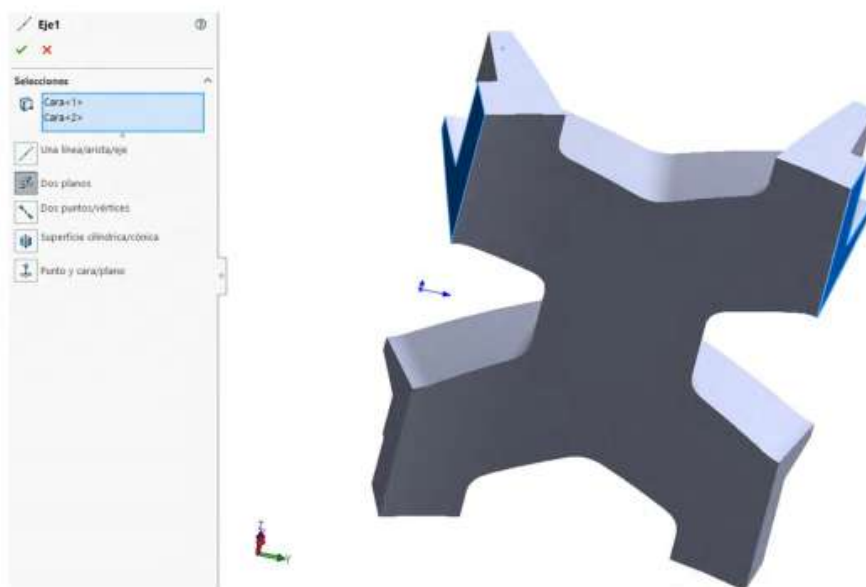
Figura 4.65. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

15. Generar un eje, con la opción de dos caras, como se indica en la figura.

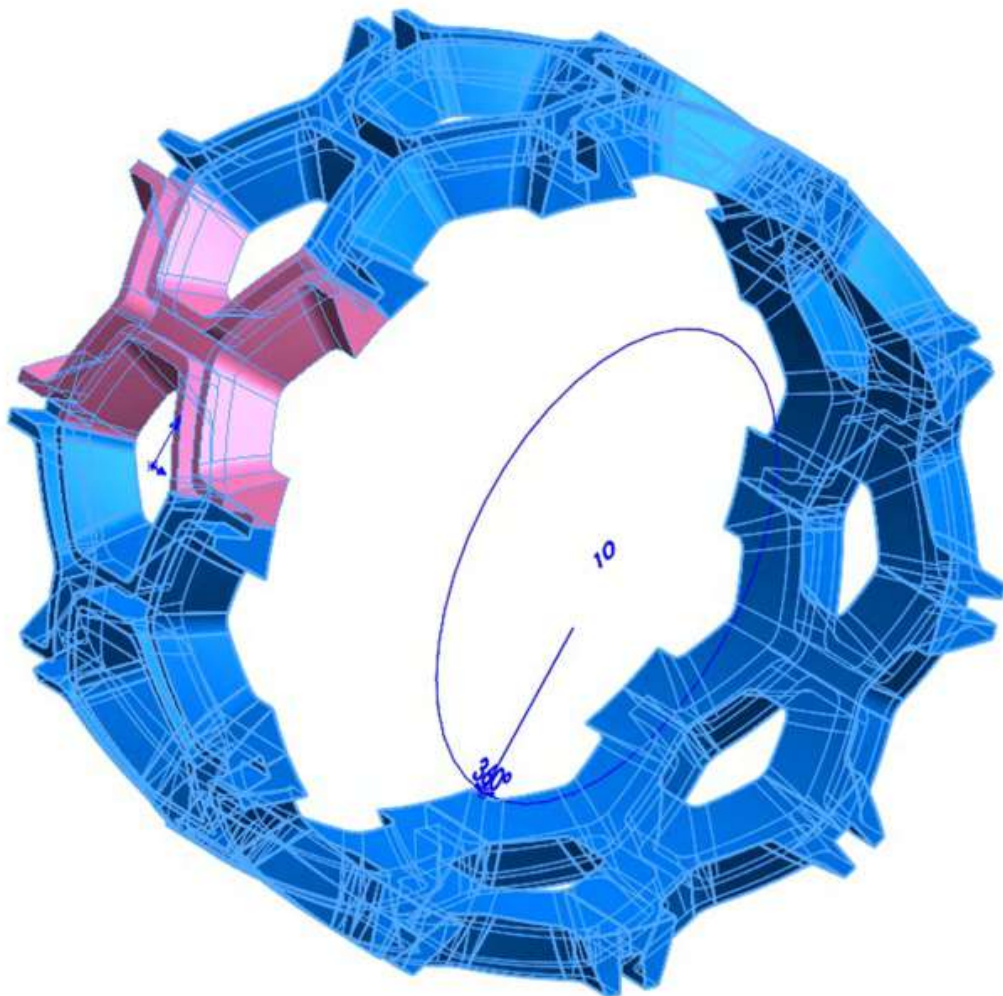
Figura 4.66. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

16. Para generar la matriz, selecciona matriz circular “Operaciones”, despliega “Matriz lineal” y selecciona “Matriz circular”, como dirección toma como referencia el eje 1 anteriormente creado, en sólidos selecciona el cuerpo que se creó, ángulo total  $360^\circ$ , número de instancias 10 y pulsa “Aceptar”. Observa la imagen de los datos reflejados.

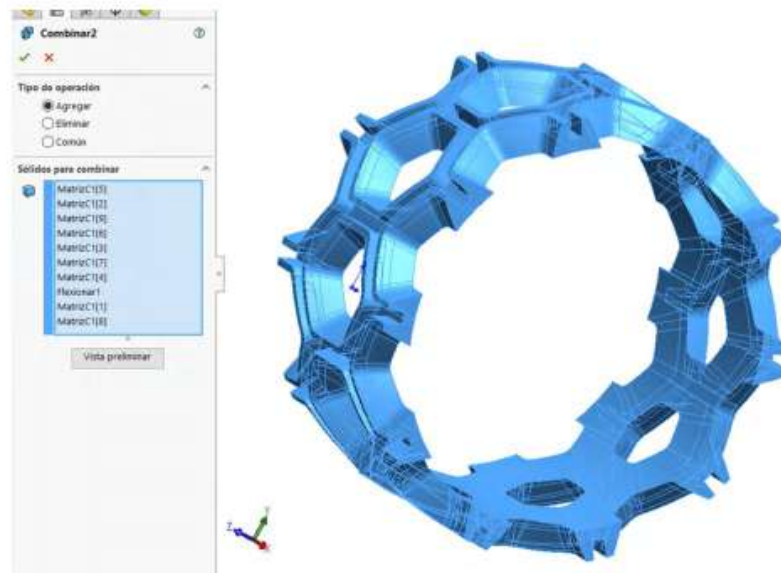
Figura 4.67. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

17. Combina todas las instancias creadas, presiona “Insertar”, “Operaciones”, “Combinar”, selecciona toda la figura y presiona “Aceptar”.

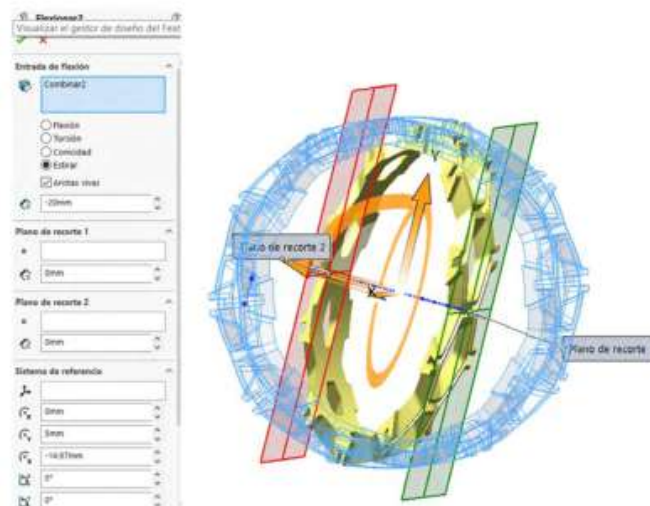
Figura 4.68. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

18. Seguido de eso estira la figura, presiona “Insertar”, “Operaciones”, “Flexionar”, toca la figura, coloca los grados correspondientes, selecciona “Estirar” como se muestra en la imagen y pulsa “Aceptar”.

Figura 4.69. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

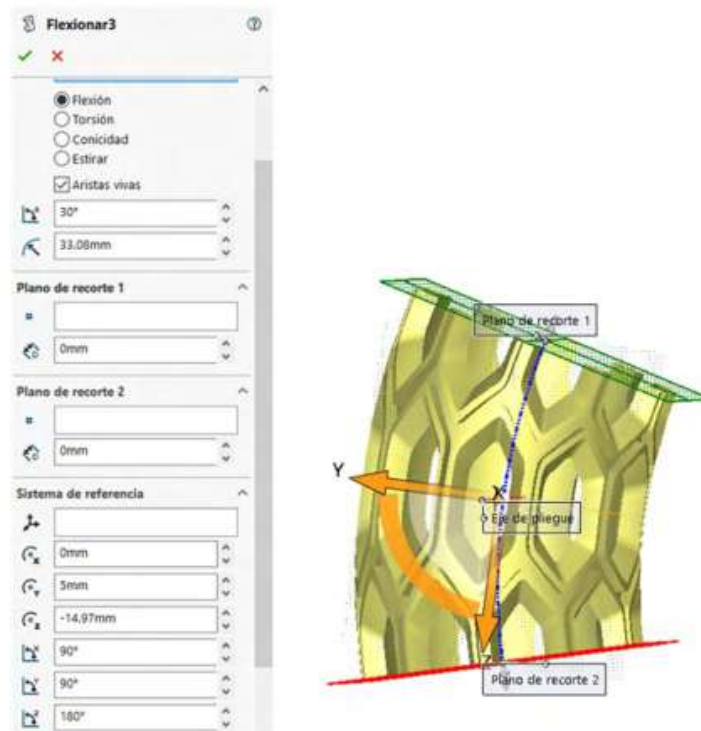
Figura 4.70. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

19. Flexiona nuevamente la figura, presiona “Insertar”, “Operaciones”, “Flexionar”, coloca los datos como aparecen en la imagen y pulsa “Aceptar”.

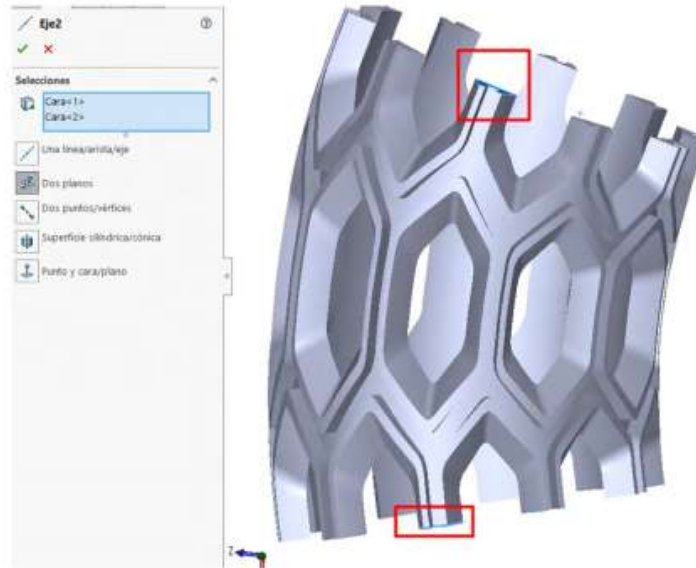
Figura 4.71. Realizar render con aplicación de materials



Fuente: Elaboración propia.

20. Crea un segundo eje de referencia para la nueva matriz circular, presiona “Superficies”, “Geometría de referencia”, “Eje”, selecciona las dos caras que se muestran en la imagen y pulsa “Aceptar”.

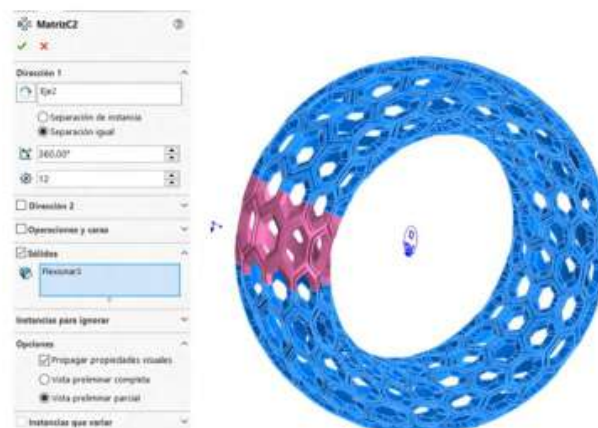
Figura 4.72. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

21. Crea la segunda matriz circular presionando “Operaciones”, despliega la opción “Matriz lineal” y selecciona “Matriz circular”, coloca la información correspondiente como se muestra en la imagen y presiona “Aceptar”.

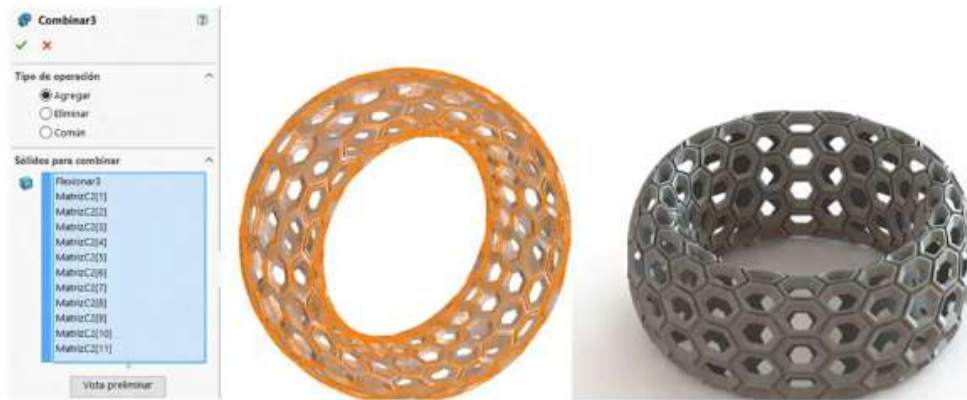
Figura 4.73. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaboración propia.

22. Por último, combina la figura completa, presiona “Insertar, operaciones”, “Combinar”, selecciona toda la figura y pulsa “Aceptar”.

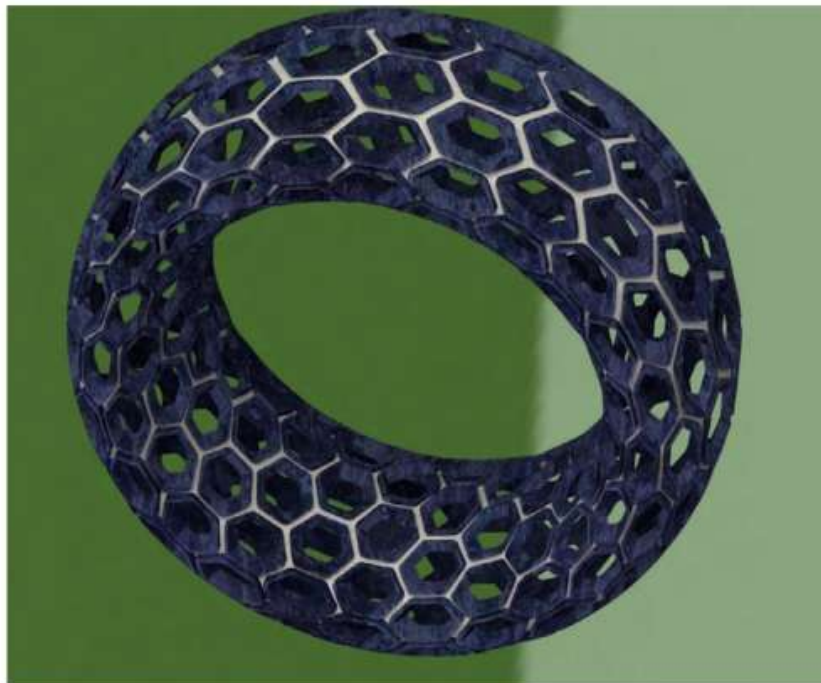
Figura 4.74. Realizar render con aplicación de materiales



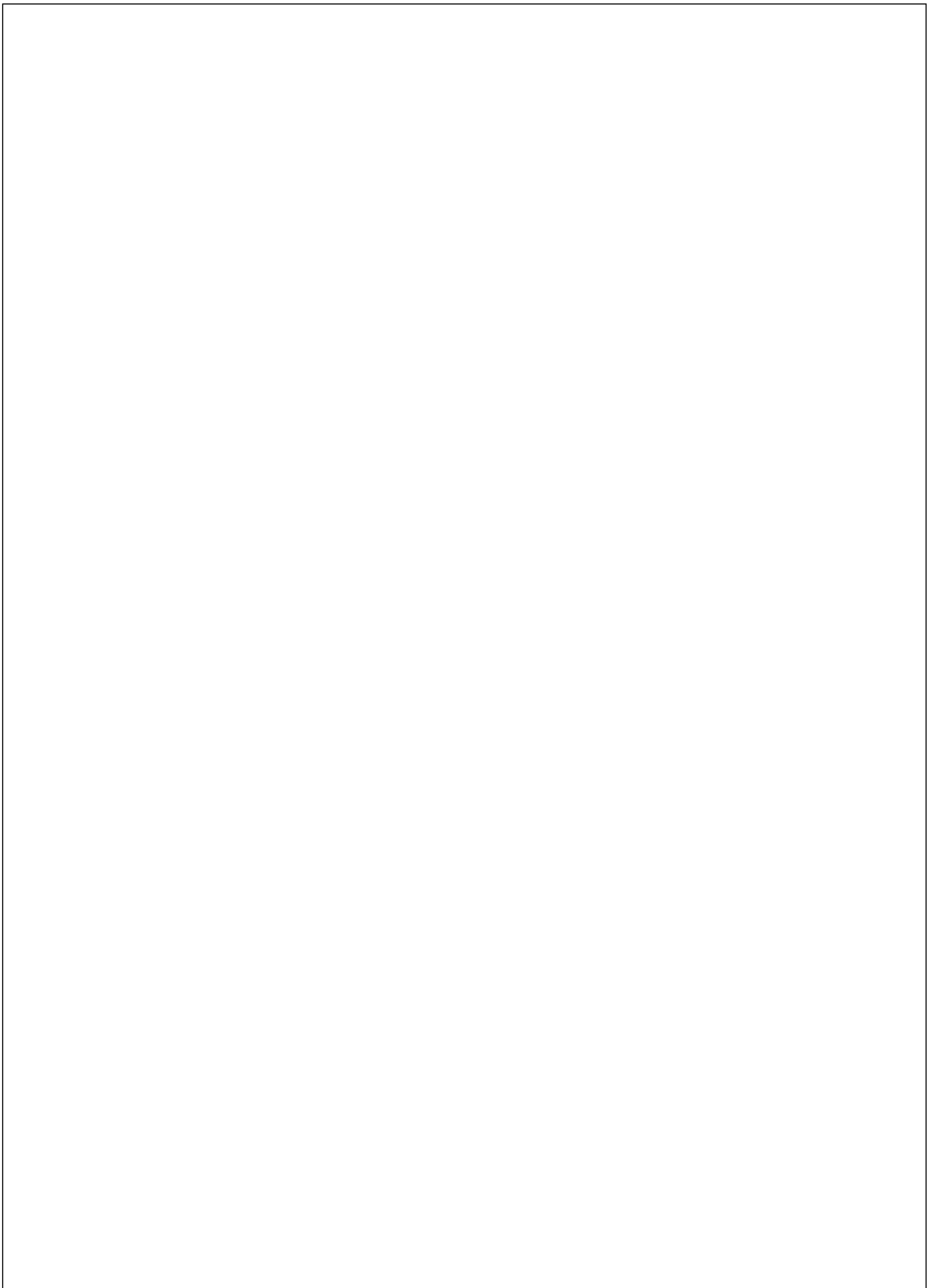
Fuente: Elaboración propia.

23. Aplicar material y obtener unos buenos renders.

Figura 4.75. Realizar render con aplicación de materiales



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 7.





## 5. De sólidos a superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.05>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar en una práctica de producto un cubo con patrones y formas de torsión. Para poder lograr lo anterior se recurre a la técnica de sólidos en torsión con diseños de patrones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar datos como una tabla dinámica, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer las imágenes en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, torsión, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 8: PRODUCTO DE UN CUBO CON PATRONES Y FORMAS DE TORSIÓN

Figura 5.1. Realizar un diseño con patrones y formas de torsión



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 8.

## **Práctica 8: Diseño de un producto como cubo en superficie complejo**

### ***Objetivo de la práctica:***

El objetivo de la práctica del cubo en superficie torcida es que el usuario pueda unificar dos modos de trabajo en piezas sólidas y superficies.

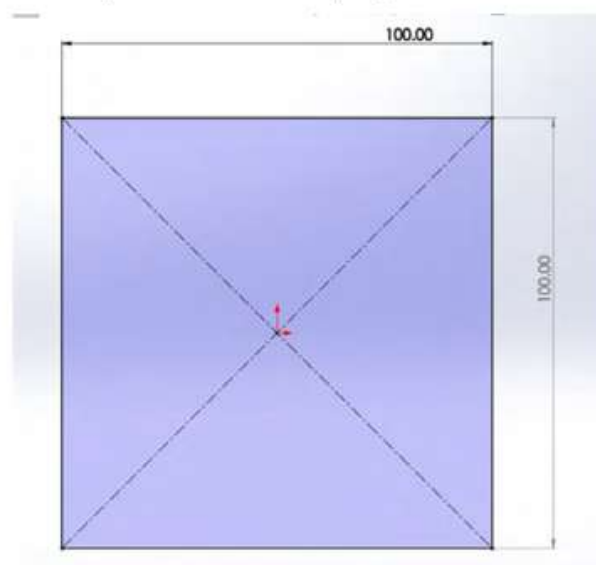
### **Competencias:**

- \* Crear sketches y delimitar.
- \* Extruir sketch a cuerpos sólidos.
- \* Extruir splines en superficies.
- \* Cortar cuerpos.
- \* Realizar redondeos.
- \* Crear planos en origen y rotacionales.
- \* Extruir para eliminar material.
- \* Insertar sólidos y cortar zonas.
- \* Utilizar herramienta Sweep.
- \* Unir y rotar cuerpos en forma libre.
- \* Proyecciones de líneas en caras.
- \* Barridos.
- \* Cortes.
- \* Equidistancia entidades.
- \* Copiar superficies y posicionarlas mediante ángulos.
- \* Copias / simetrías y movimientos de caras.
- \* Espesor.
- \* Materiales.

## Creación del croquis

1. Se realizará el siguiente cuadrado en plano “Planta” en unidades métricas, como se muestra en las imágenes.

Figura 5.2. Realizar croquis y dimensionar

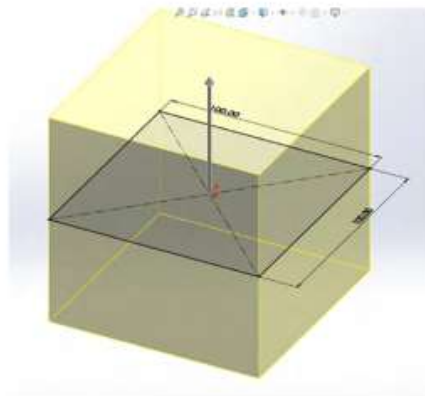


Fuente: Elaboración propia.

2. Presionar plano “Planta” y se verá de la siguiente manera. Nos dirigimos a la barra de herramientas, se escoge el que diga “Croquis, posteriormente nos mostrará todas las herramientas que tenemos y de igual manera seleccionaremos la que diga “Croquis”.
3. Continuando con el cuadrado, en la misma barra de herramientas, seleccionando “Croquis” como en el paso anterior, nos dirigiremos para realizar un rectángulo y dentro de este nos aparecerán más opciones, seleccionaremos la herramienta para la realización de un rectángulo de centro.
4. Posteriormente le asignaremos cotas para darle medidas al cuadrado de 100 mm por lado, para esto seleccionaremos “Cota inteligente” y luego nos colocamos en la arista horizontal y arrastramos hacia arriba, luego nos saldrá el siguiente recuadro y ahí ponemos nuestra medida de 100, seleccionaremos la palomita verde para aceptar y realizaremos lo mismo con la arista vertical para que sea un cuadrado.

5. Realizaremos una extrusión del sólido, para esto nos dirigimos a la barra de herramientas y seleccionamos “Operaciones”, posteriormente seleccionamos “Extruir saliente/base”.
6. Ahora se verá como la imagen, y le daremos una extrusión de 100 mm, como se muestra, además de darle dirección desde “Plano medio” y daremos “Aceptar”.

Figura 5.3. Realizar una operación de extruir



Fuente: Elaboración propia.

7. Dentro del croquis realizaremos un arco de tres puntos, para esto en la barra de herramientas escogemos “Croquis”, posteriormente “Arco 3 puntos”.
8. Para la realización del arco 3 puntos nos colocaremos en un vértice y luego en otro, de lado a lado como se muestra, y arrastraremos hacia abajo para posteriormente con “Cota inteligente” dar un radio de 51 mm, como se muestra, y luego nos salimos del croquis.

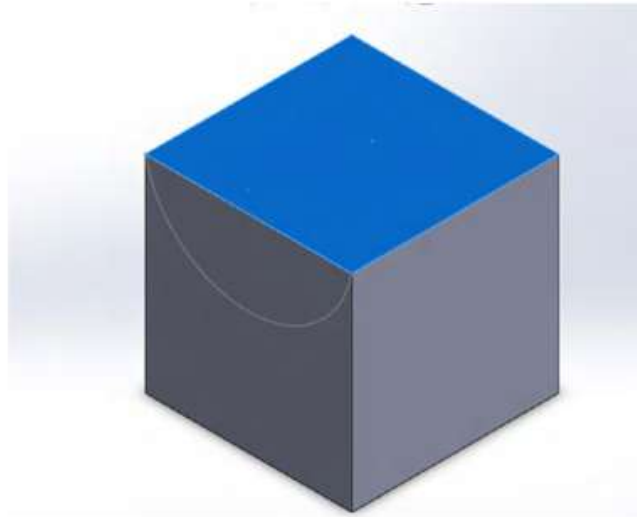
Figura 5.4. Realizar un arco



Fuente: Elaboración propia.

9. Presionaremos CTRL+7 al mismo tiempo, lo que nos dará una vista isométrica y en esa cara que seleccionemos abriremos un croquis nuevo y haremos exactamente lo del punto 4, como se ve en la siguiente imagen.

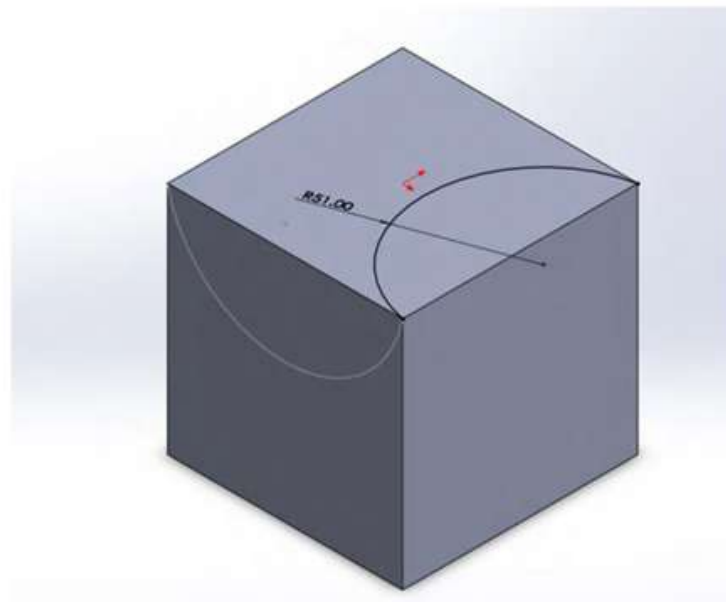
Figura 5.5. Cambio de vista



Fuente: Elaboración propia.

10. Realizamos nuevamente un arco 3 puntos, en la cara color azul.

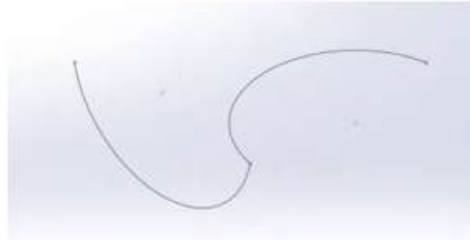
Figura 5.6. Realizar el mismo patrón del arco



Fuente: Elaboración propia.

11. Nos colocaremos en nuestro árbol de trabajo y con clic derecho seleccionaremos “Saliente-extruir1”, que nos abrirá una pequeña barra de herramientas y seleccionaremos el ojito donde dice “Ocultar”.

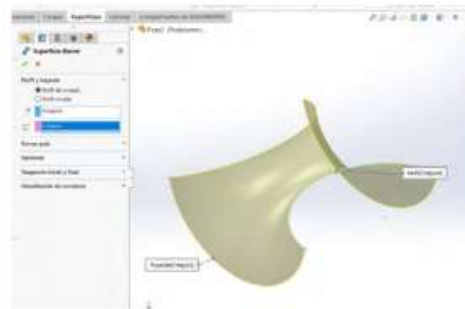
Figura 5.7. Apagar el cubo sólido



Fuente: Elaboración propia.

12. En la barra de herramientas seleccionaremos “Superficies” y posteriormente seleccionaremos la herramienta “Barrer superficie”. Y para la ruta el penúltimo croquis que es el primer arco que hicimos y damos aceptar, deberá quedar como se muestra en la imagen.

Figura 5.8. Realizar un barrido por superficie



Fuente: Elaboración propia.

13. Presionaremos el eje Z, como se muestra, para que se ponga en la siguiente vista.

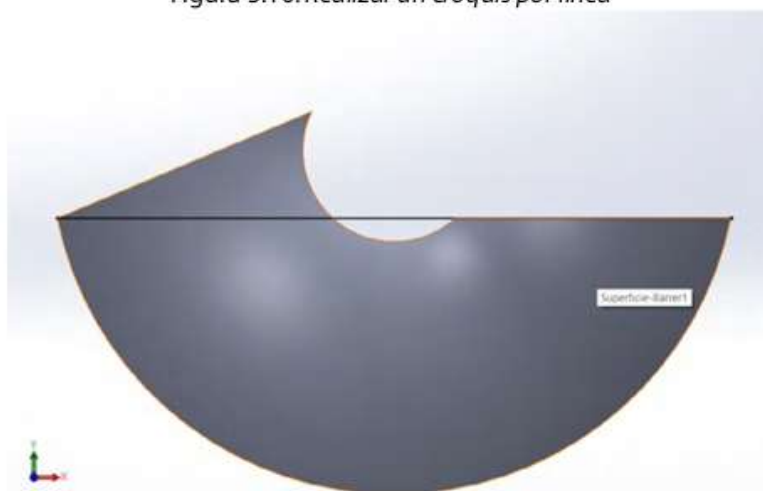
Figura 5.9. Realizar un cambio de eje



Fuente: Elaboración propia.

14. Crear un nuevo croquis en plano alzado, como se muestra en la imagen, y posteriormente crear una línea de vértice a vértice, como se muestra en la imagen, y saldremos del croquis.

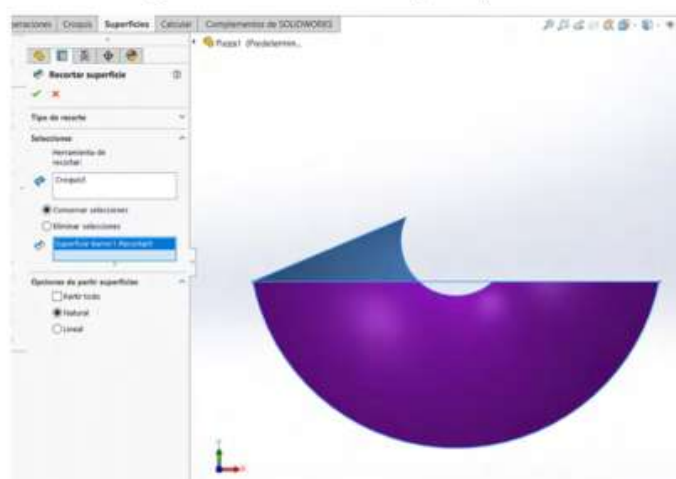
Figura 5.10. Realizar un croquis por línea



Fuente: Elaboración propia.

15. En la barra de herramientas seleccionaremos la herramienta de “Recortar superficies”, posteriormente en la herramienta de “Recortar” seleccionaremos el croquis de la línea que acabamos de realizar y posteriormente en “Pieza a mantener” seleccionaremos la parte que se ve morada en la imagen y daremos aceptar.

Figura 5.11. Realizar corte por superficie



Fuente: Elaboración propia.



16. En ese mismo croquis realizar una línea desde el punto medio de la línea constructiva que acabamos de hacer hasta el vértice izquierdo, como se muestra en la imagen.

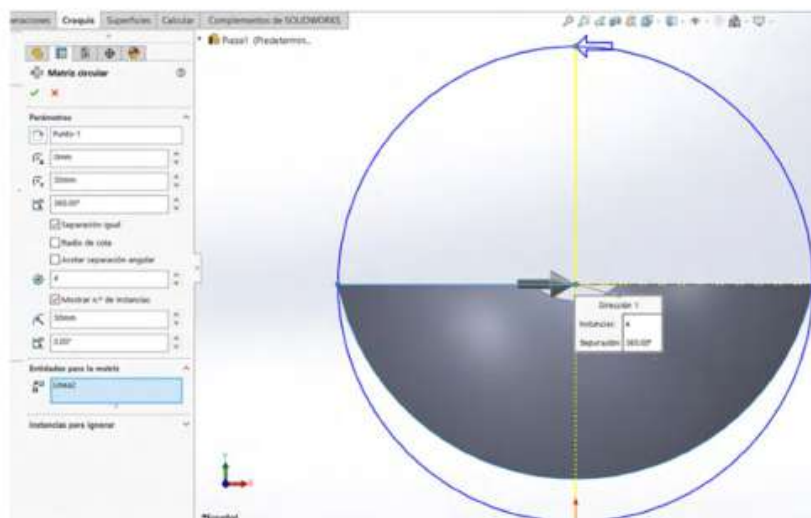
Figura 5.12. Realizar un croquis en media pieza



Fuente: Elaboración propia.

17. En la misma barra de herramientas de croquis nos dirigimos a “Matriz circular” como se muestra en la imagen y lo seleccionamos.
18. Primero seleccionaremos el punto como se muestra en la imagen para los parámetros y posteriormente seleccionaremos la línea para las entidades de la matriz.

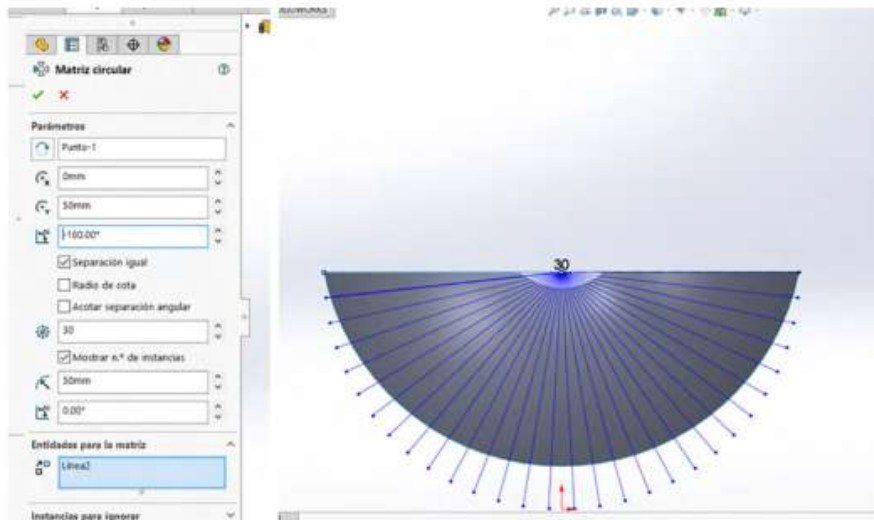
Figura 5.13. Realizar una matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

19. Aplicar los siguientes parámetros como se muestran en la imagen; se verá de la siguiente manera:

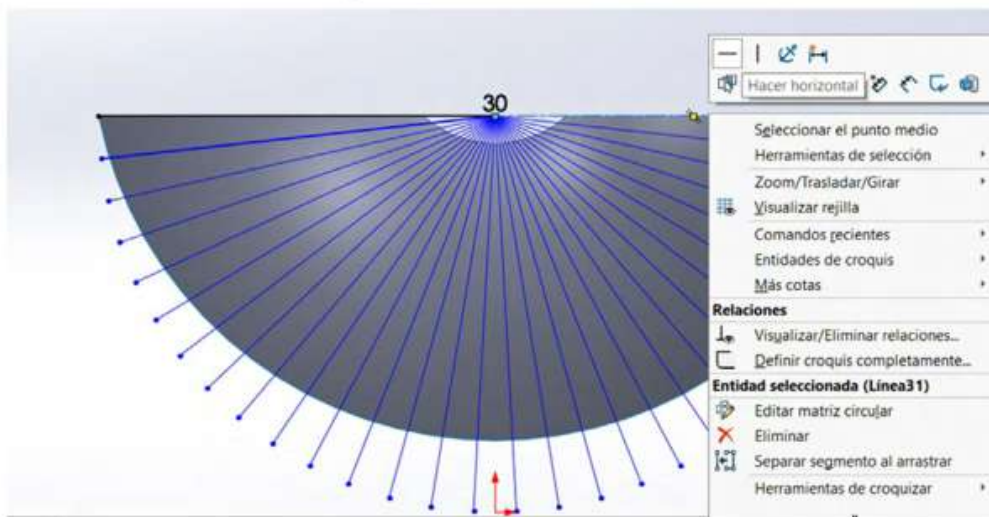
Figura 5.14. Patrones de la matriz



Fuente: Elaboración propia.

20. Seleccionar con clic derecho la línea del lado derecho y seleccionar "Hacer horizontal", como se muestra, para deshabilitarlo.

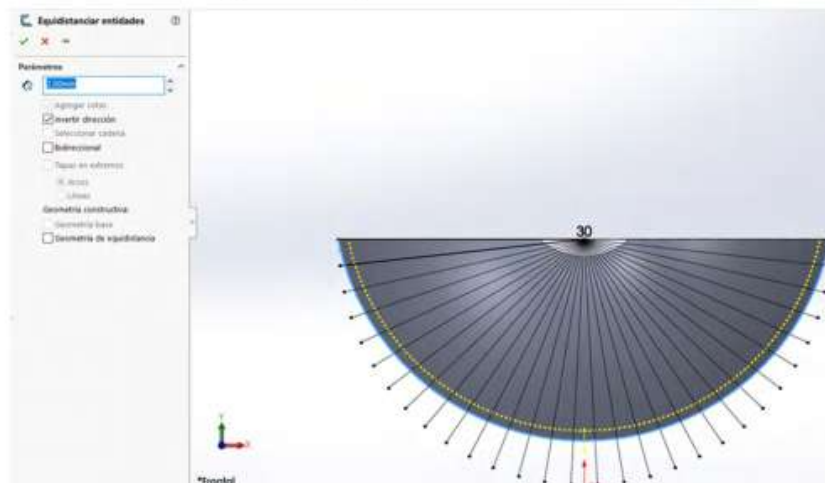
Figura 5.15. Cambio de dirección



Fuente: Elaboración propia.

21. Realizar una equidistancia de entidades. Para ello te diriges a la barra de herramientas, seleccionas “Equidistancia entidades” y eliges la línea del medio círculo grande como se muestra abajo, a una distancia de 2 mm hacia adentro.

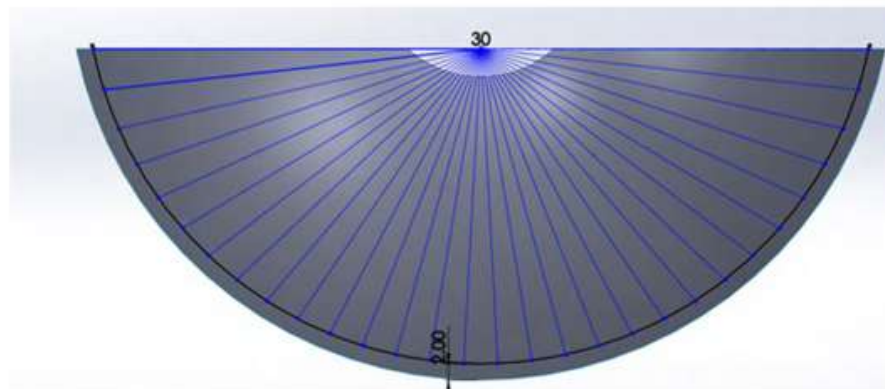
Figura 5.16. *Equidistancia de entidades*



Fuente: Elaboración propia.

22. Nos dirigimos a la barra de herramientas en croquis y seleccionamos “Recortar entidades”, recortaremos todos los sobrantes que quedaron después de la equidistancia, solo con seleccionar cada línea o pasando por los sobrantes oprimiendo el clic izquierdo quedará así y daremos “Aceptar”.

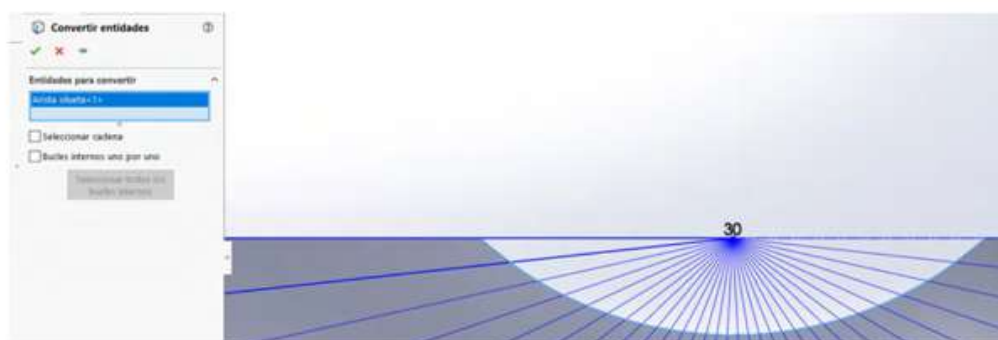
Figura 5.17. *Realizar un recorte de entidades*



Fuente: Elaboración propia.

23. Luego nos dirigimos a la herramienta “Convertir entidades”, la seleccionamos desde la barra de herramienta de croquis como se muestra, esto para seleccionar el medio círculo pequeño como se muestra y damos “Aceptar”.

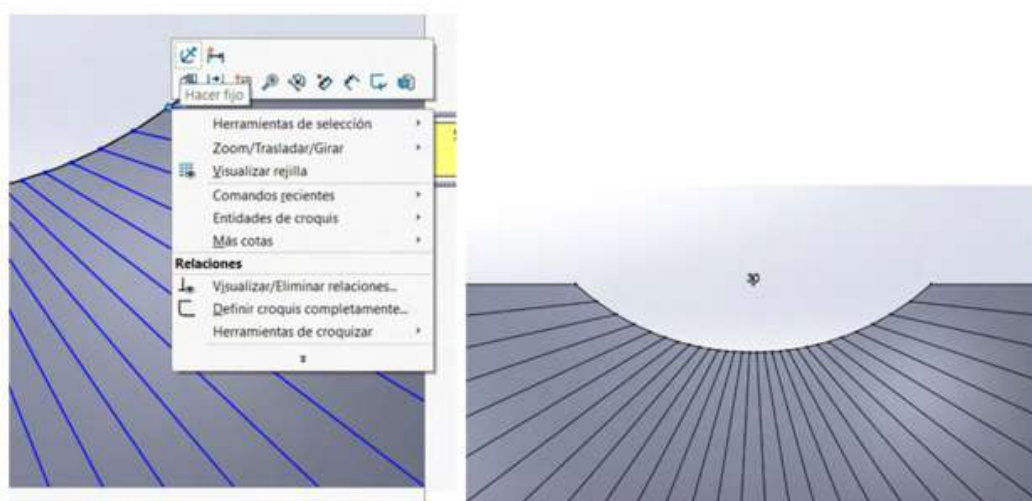
Figura 5.18. *Equidistancia de entidades y convertir entidades*



Fuente: Elaboración propia.

24. Recortas sobrantes como en el paso 16, pero ahora de los sobrantes de la parte de arriba, como se muestra en la figura.
25. Dar clic derecho en el siguiente punto y presionar el ancla que dice “Fijar” automáticamente se fijarán todas las líneas como se muestra; estas cambiarán de azul a negro.

Figura 5.19. *Fijar líneas*



Fuente: Elaboración propia.

26. Con la herramienta que ya hemos utilizado de “Recortar”, seleccionaremos una línea sí y otra no, como se muestra en la siguiente imagen.

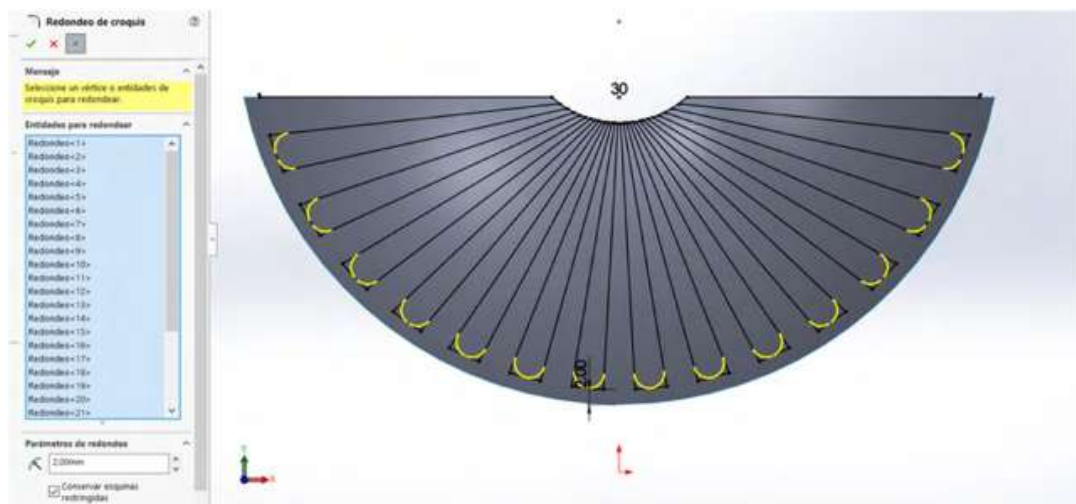
Figura 5.20. Recorte de líneas



Fuente: Elaboración propia.

27. Para finalizar nos dirigimos a la barra de herramientas, luego a “Redondeo de croquis” y le damos un radio de 2 mm, seleccionaremos cada uno de los vértices que quedaron después de recortar, como se muestra en la imagen, estos se pueden hacer todos juntos o uno por uno y cuando esté como se muestra en la imagen daremos “Aceptar”.

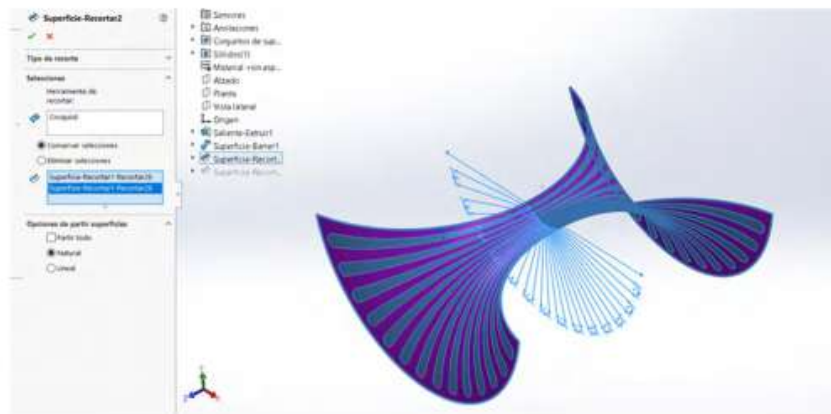
Figura 5.21. Redondear líneas



Fuente: Elaboración propia.

28. Para nuestro último paso solo nos dirigimos a la barra de herramientas, seleccionamos “Superficies” y después “Recortar superficies”. En “Herramientas a recortar” seleccionaremos el croquis que acabamos de realizar y en “Piezas a mantener” seleccionamos la superficie de ambos lados como se muestra y damos “Aceptar”.
29. Realizar una superficie equidistante en 0, es una copia de la misma forma, de la misma dimensión, la ocultamos y continuamos con una de las superficies a perforar, más adelante usaremos la superficie completa y la superficie perforada.

Figura 5.22. Recorte por superficie



Fuente: Elaboración propia.

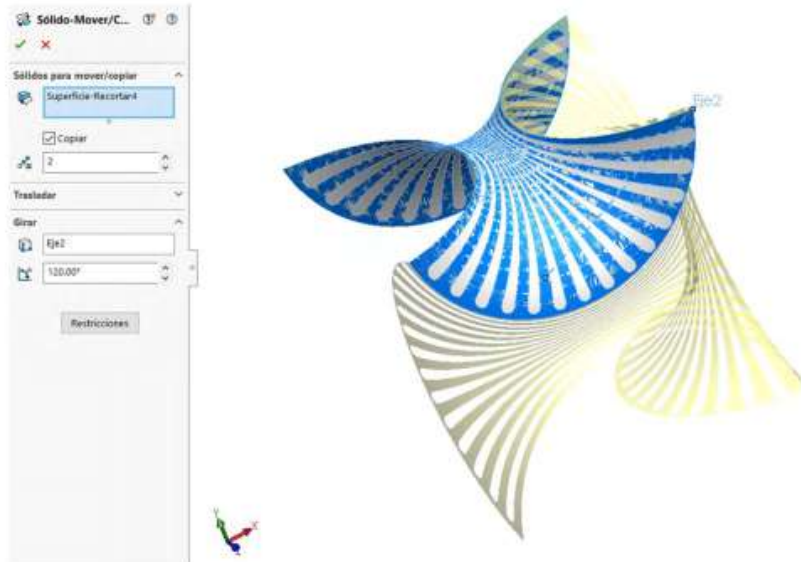
Figura 5.23. Salida del recorte



Fuente: Elaboración propia.

30. Copiar en dos sentidos, para buscar realizar el cubo con esta forma.

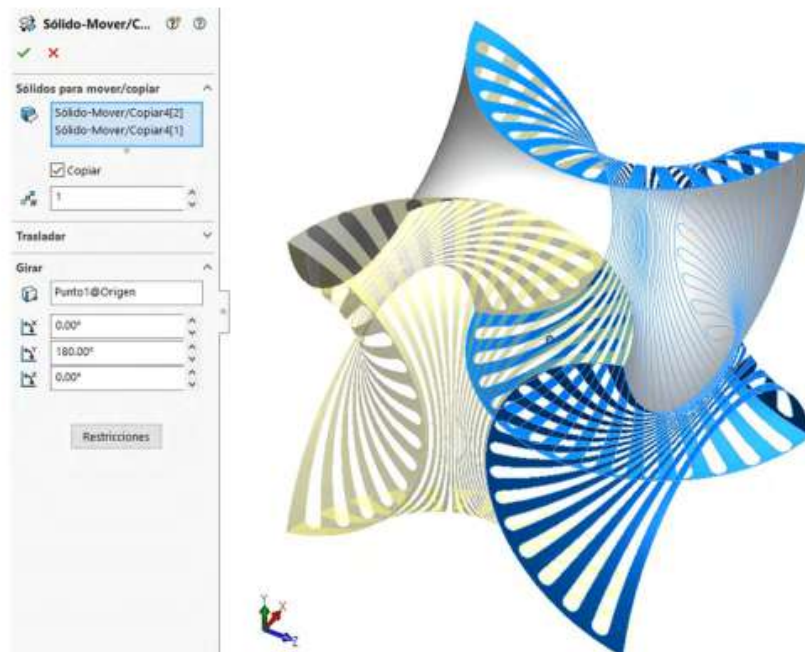
Figura 5.24. Realizar una copia en otra cara



Fuente: Elaboración propia.

31. Realizar nuevamente una copia para otros dos lados.

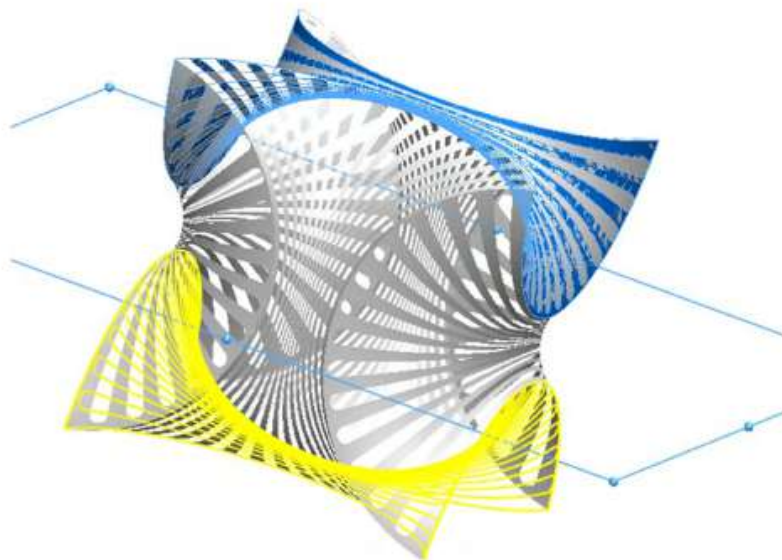
Figura 5.25. Repetir la operación anterior



Fuente: Elaboración propia.

32. Realizar una simetría, para obtener la cara baja o faltante y activar la opción de “Fusionar a sólidos” en este paso.

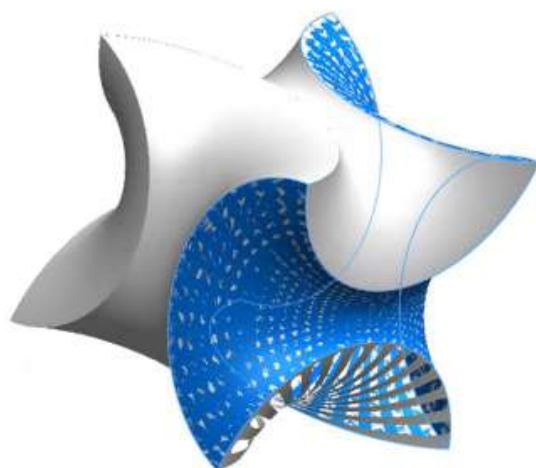
Figura 5.26. Realizar simetría



Fuente: Elaboración propia.

33. Realizar un cosido de las superficies.
34. Repetir los pasos para copiar caras de la superficie equidistante en 0, que dejamos previamente, buscando completar el cubo, ahora con las superficies completas.

Figura 5.27. Realizar coser de las superficies

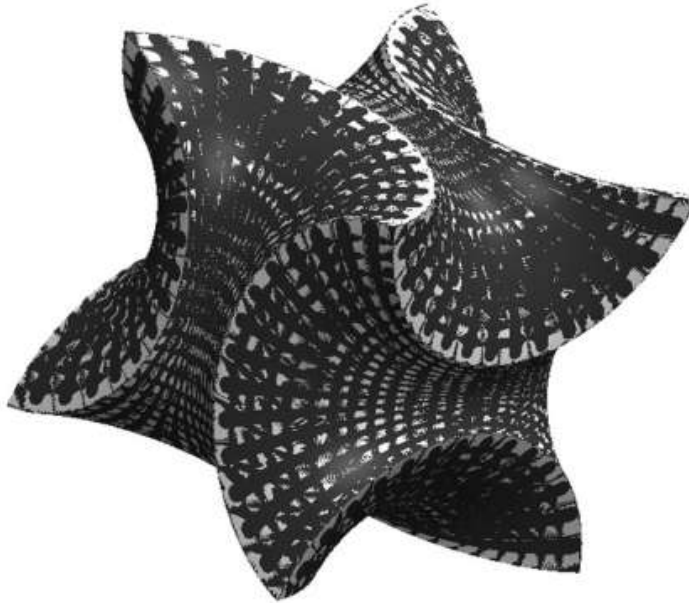


Fuente: Elaboración propia.



35. Realizamos simetría, buscando cubrir todos los lados con las superficies completas y damos coser, de la misma forma del paso anterior a este procedimiento.

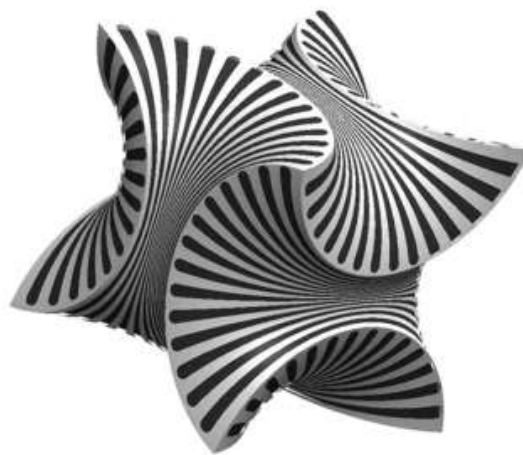
Figura 5.28. Realizar una simetría completa



Fuente: Elaboración propia.

36. Movemos la cara de la superficie perforada y la pasamos a la parte exterior.

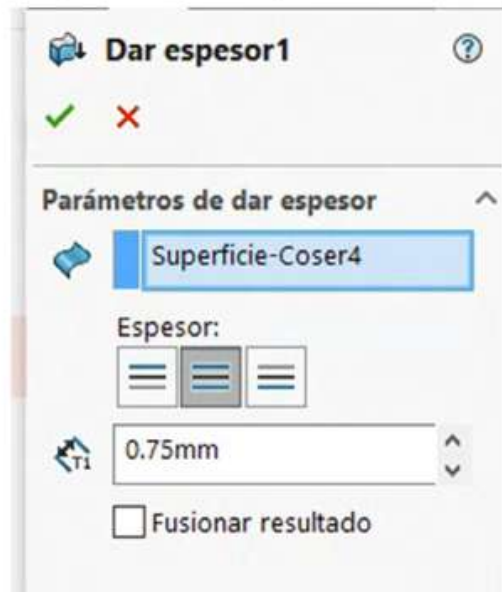
Figura 5.29. Mover caras a la parte superior



Fuente: Elaboración propia.

### 37. Dar espesor a la superficie perforada para dar cuerpo.

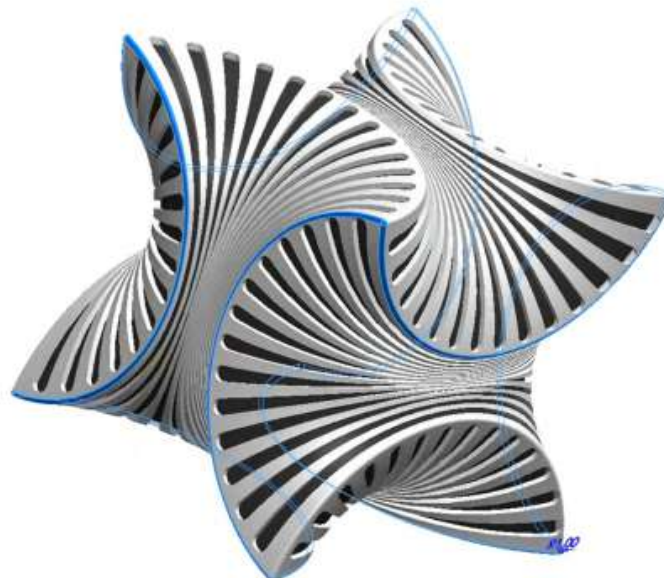
Figura 5.30. Realizar operación de espesor



Fuente: Elaboración propia.

### 38. Dar detalles con redondeos en radio 1.0, aplicadas a las aristas del cubo.

Figura 5.31. Realizar redondeo



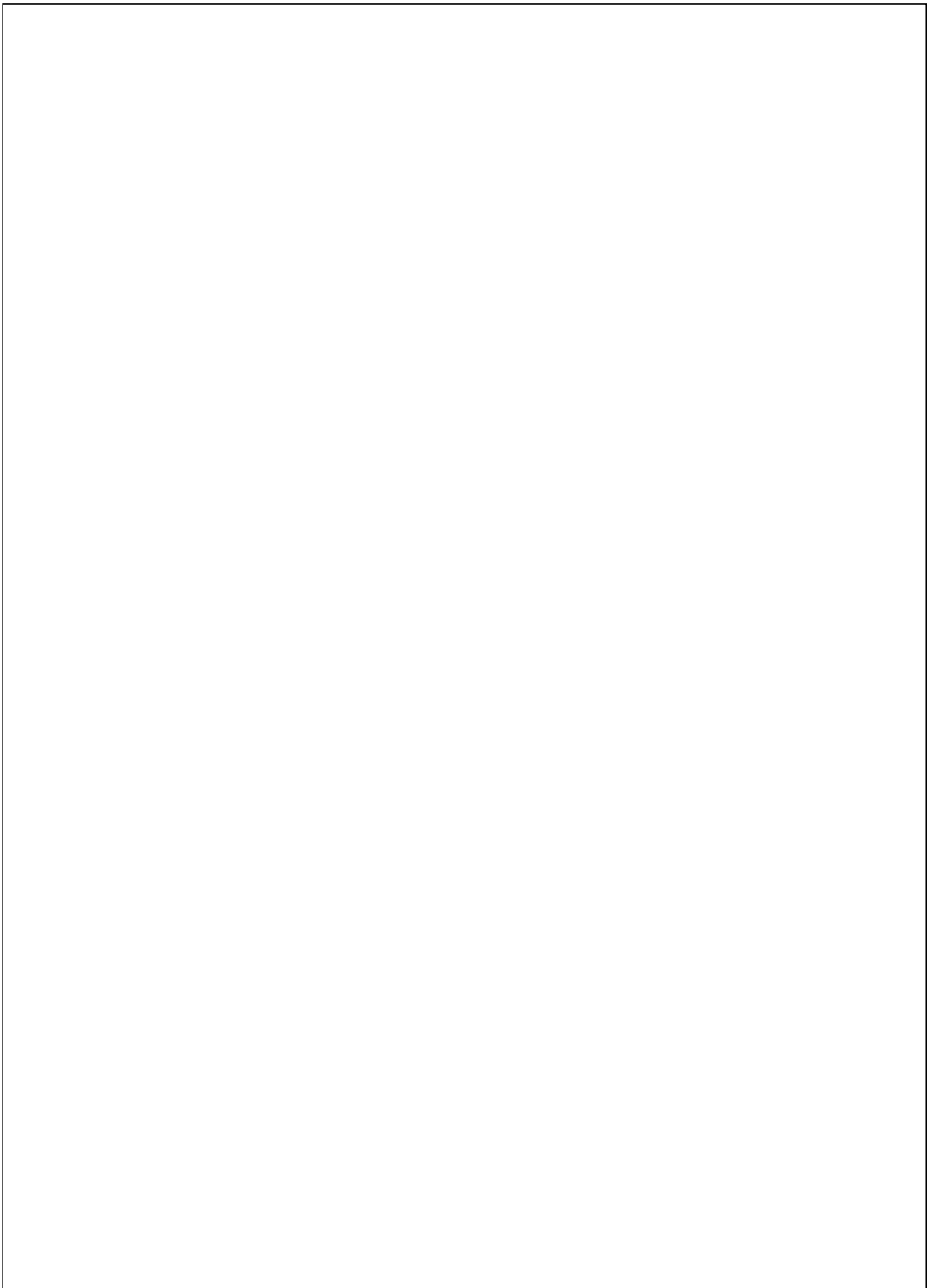
Fuente: Elaboración propia.

39. Aplicar material y obtener unos excelentes renders del diseño.

Figura 5.32. *Obtener render con aplicación de material*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 8.



## 6. Matriz y estructuras entrelazadas en superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.06>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de matriz y estructuras entrelazadas por superficies como el diseño de producto de un macetero entretejido con patrones y formas del producto orgánico. Para poder lograr lo anterior se recurre a la técnica de sólidos en torsión con diseños de patrones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de canasta de material entrecruzado, simple, con una técnica de patrón inteligente, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos x, y, z y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, torsión, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 9: MACETERO ENTRETEJIDO CON PATRONES Y FORMAS DEL PRODUCTO

Figura 6.1. *Obtener un producto entretelado con patrones y formas*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 9.

## **Práctica 9: Diseño de un producto como un cuerpo material flexible entret Tejido**

### ***Objetivo de la práctica:***

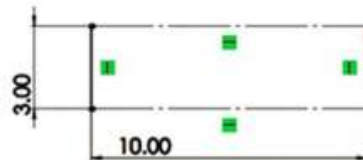
Construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de canasta de material entrecruzado, simple, con una técnica de patrón inteligente. Y es fácil de hacer mediante superficies, usando algunos comandos básicos de manera adecuada. Crear cuerpos por medio de trayectorias en distintos planos. Agregar volumen y rellenar espacios vacíos en el modo de trabajo de superficies.

### **Competencias:**

- \*Técnicas de dibujo.
- \*Extruir/base.
- \*Revolucionar/base.
- \*Combinar (común, agregar).
- \*Filet.
- \*Mover/copiar cuerpos.
- \*Patrón circular.
- \*Sweep/base.
- \*Mover/copiar con opción angular.
- \*Barrido, con opciones de seguir trayecto y torsión por revoluciones.

1. Se creará un nuevo croquis en el plano “Alzado” estamos usando el sistema en milímetros (como normalmente está predeterminado por el sistema) .
2. Dentro de nuestro croquis en la vista alzada crearemos un rectángulo con 10 mm de largo y 3 mm de ancho el cual vamos a hacer con líneas constructivas oprimiendo clic derecho sobre el rectángulo y seleccionando “Hacer constructivas después seleccionamos únicamente la línea de lado izquierdo y la convertiremos a línea normal, nuevamente como se muestra; es importante que seleccionemos el punto medio de la línea de lado derecho + *ctrl*, y sin dejar de presionar seleccionamos el punto de origen y los hagamos coincidentes.

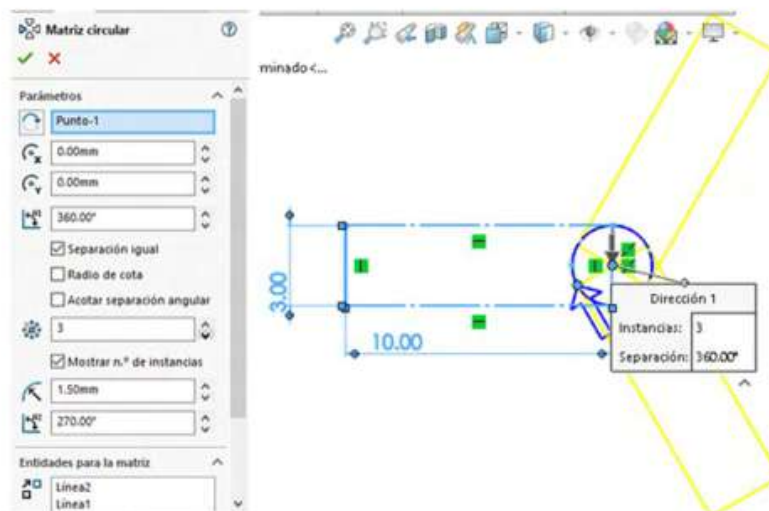
Figura 6.2. Realizar croquis y dimensionar



Fuente: Elaboración propia.

3. En la parte superior de la figura observamos nuestras operaciones, oprimimos la flecha en la parte de “Matriz lineal” y seleccionamos “Matriz circular”, colocando los siguientes datos .

Figura 6.3. Realizar matriz circular

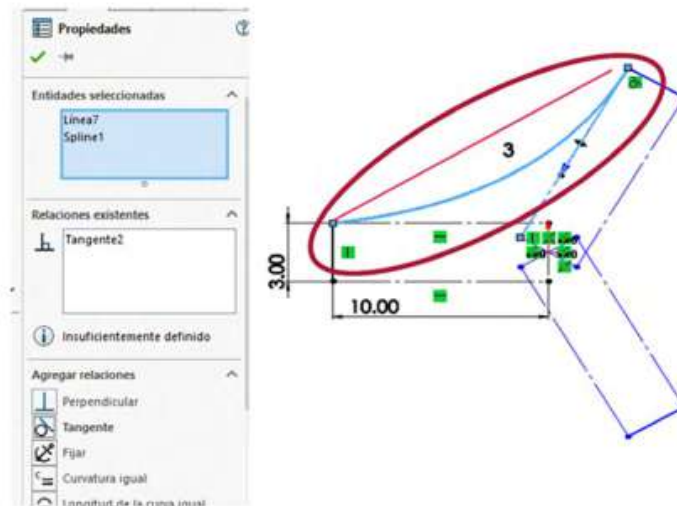


Fuente: Elaboración propia.



4. En el mismo plano se creará una spline desde un punto extremo hasta el otro, posteriormente se seleccionará esa línea diagonal y con *ctrl*, sin dejar de presionar, se toma una línea próxima y se hace tangente, lo mismo se realiza con la línea del otro lado.

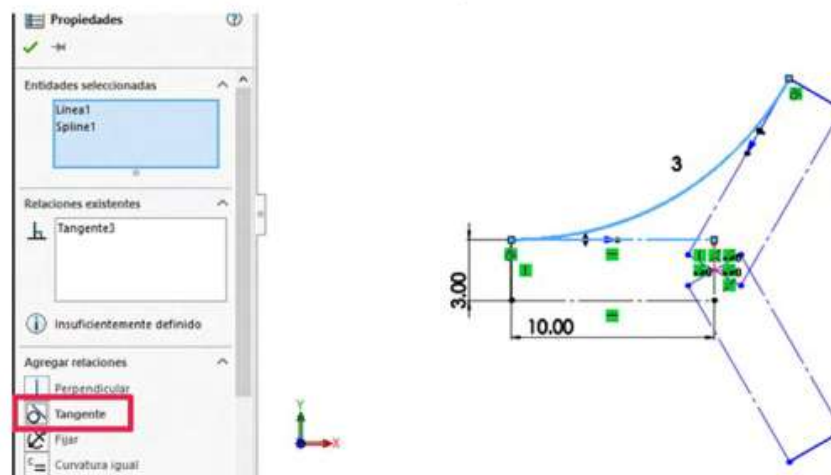
Figura 6.4. Relacionar propiedades inteligentes



Fuente: Elaboración propia.

5. Como se mencionó en el paso anterior, se hace tangente la misma curva, pero ahora con la otra línea, como se muestra en la figura, y se oprime "Aceptar".

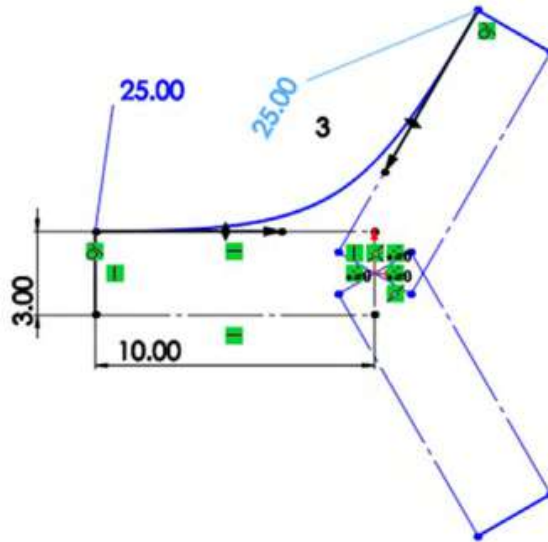
Figura 6.5. Obtener tangente a las líneas



Fuente: Elaboración propia.

6. Con cota inteligente tomamos el puntito exterior de las flechas de la spline line y le damos una medida de 25 mm.

Figura 6.6. Dimensionar croquis



Fuente: Elaboración propia.

7. Realizamos una matriz circular tomando el origen como centro y la curva como objeto para realizar la matriz y seleccionamos tres unidades.

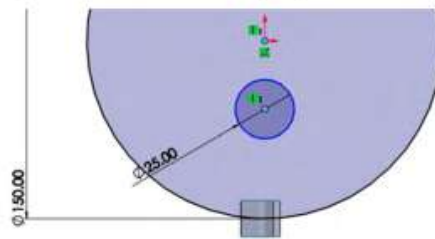
Figura 6.7. Extruir por superficie



Fuente: Elaboración propia.

8. Creamos un nuevo plano en planta y normalizamos.
9. En el croquis vamos a dibujar un círculo con el origen como su centro de diámetro de 150 mm y otro círculo más pequeño de 25 mm al cual le colocaremos una relación vertical con respecto al origen.

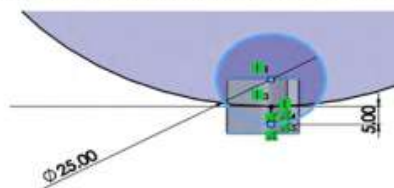
Figura 6.8. Realizar croquis y dimensionar



Fuente: Elaboración propia.

10. A partir del cuadrante inferior del círculo se creará una línea hacia abajo con una distancia de 5 mm y se creará una relación de coincidente del punto de debajo de la línea con el círculo pequeño.

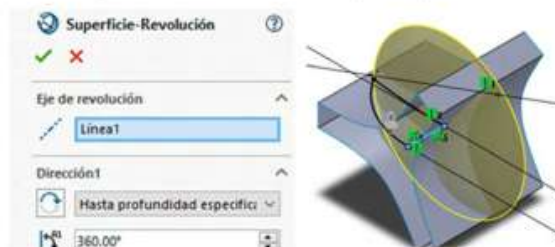
Figura 6.9. Relacionar distancias y puntos en modo coincidente



Fuente: Elaboración propia.

11. En la pestaña “Croquis” seleccionamos “Recortar entidades” y borramos los excedentes hasta dejar una figura como la siguiente, después hacemos la línea recta constructiva, y en la pestaña “Superficies” seleccionamos “Superficie-revolución”.

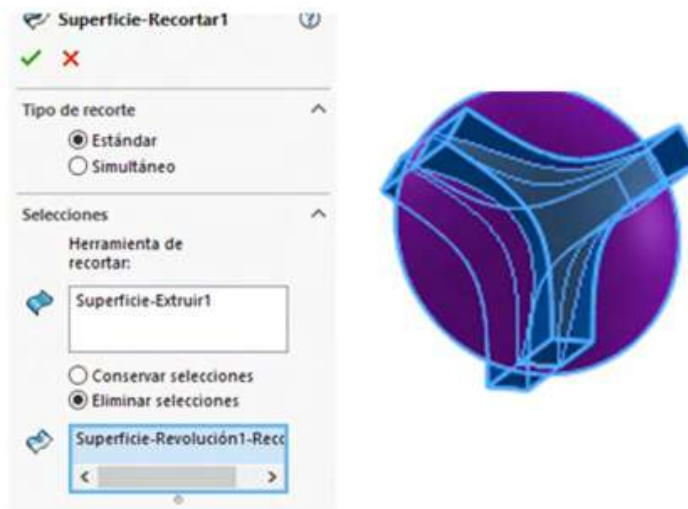
Figura 6.10. Revolucionar por superficies



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez teniendo nuestras superficies extruidas seleccionamos “Superficies”, “Recortar superficies” y seleccionamos las figuras como se muestran a continuación.

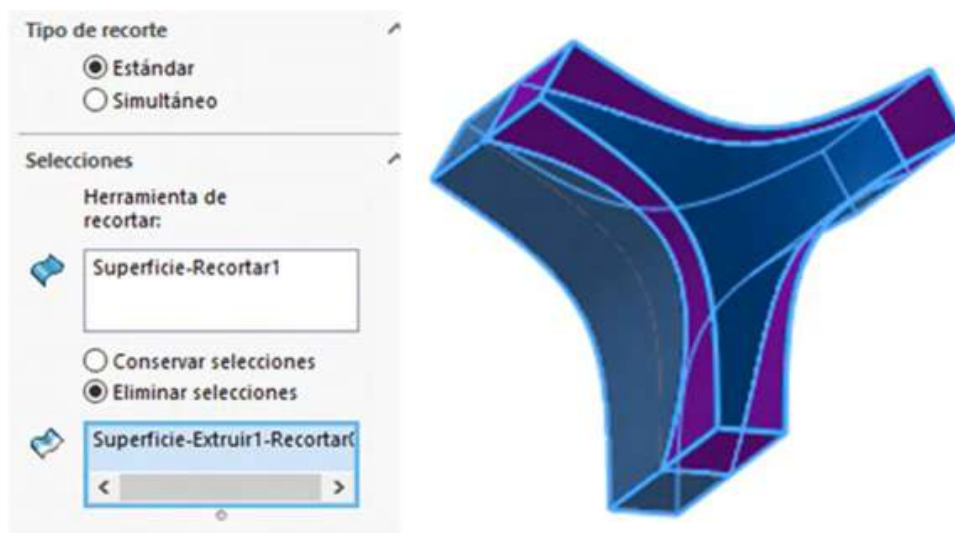
Figura 6.11. *Recortar por superficie*



Fuente: Elaboración propia.

- Realizamos la misma operación (recortar superficies), esta vez con los siguientes parámetros:

Figura 6.12. *Repetir operación anterior mediante parámetros*



Fuente: Elaboración propia.

14. Realizamos un último corte como se muestra a continuación:

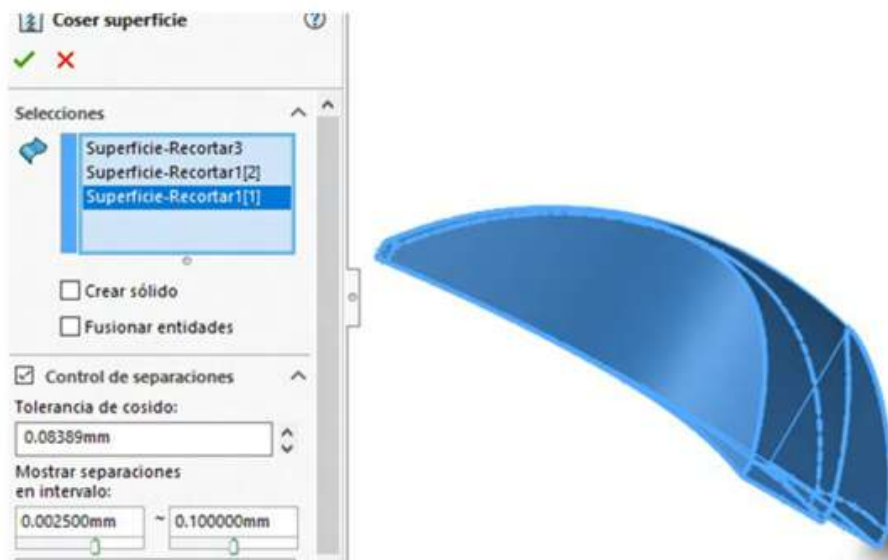
Figura 6.13. Recortar mediante superficie



Fuente: Elaboración propia.

15. Uno de los pasos más importantes es coser nuestras superficies, para ello nos vamos al apartado “Superficies”, “Coser” y seleccionamos todas las partes de nuestra figura creada y aceptamos, esto permitirá realizar el paso siguiente.

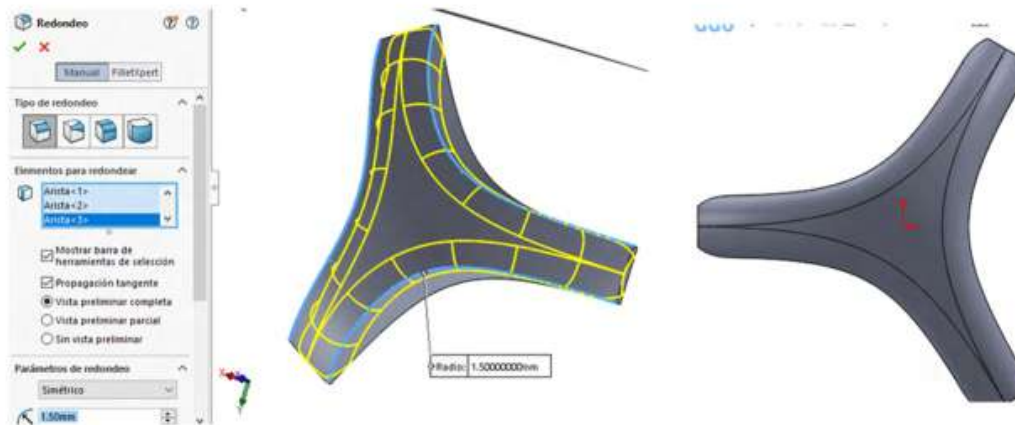
Figura 6.14. Coser superficies



Fuente: Elaboración propia.

16. Abrimos “Operaciones”, “Redondear” y seleccionamos las aristas superiores de la figura colocando un radio de 1.5 mm.

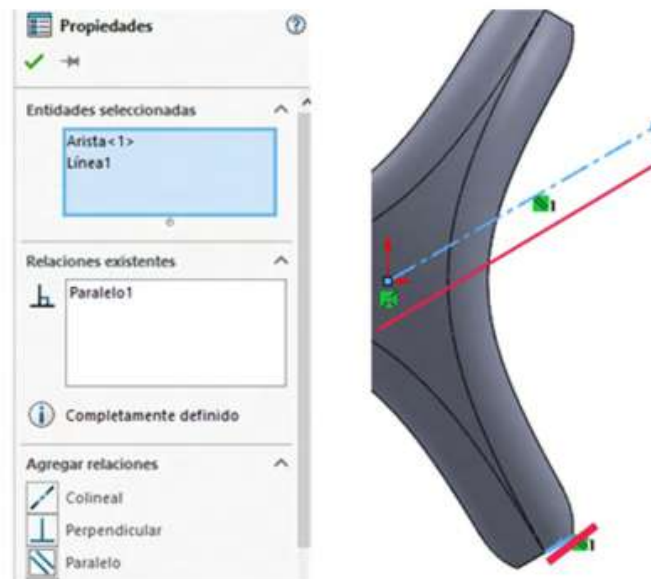
Figura 6.15. Realizar redondeos



Fuente: Elaboración propia.

17. Abrimos un nuevo croquis en el plano alzado, normalizamos el croquis y creamos una línea constructiva en diagonal; posteriormente realizamos una relación de paralelo con una línea recta de nuestra figura como se muestra abajo.

Figura 6.16. Realizar croquis y dar relación inteligente



Fuente: Elaboración propia.

18. Cerramos el croquis anterior, en la parte superior del programa seleccionamos la flecha al lado de SolidWorks y después “Operaciones” “Mover/copiar”.
19. Con la operación “Mover/copiar” activa seleccionamos toda la figura, colocamos seis copias y lo giramos con respecto a la línea creada con anterioridad 7.5 grados.

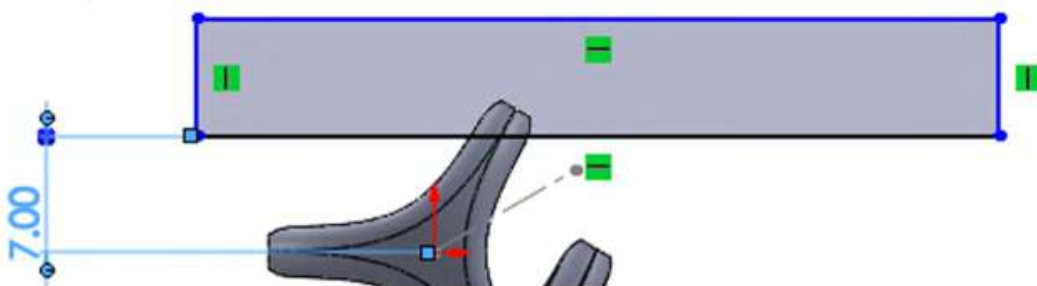
Figura 6.17. Mediante operación de copiar y mover, girar en grados



Fuente: Elaboración propia.

20. Se abre un croquis en el plano alzado y se normaliza, creamos un rectángulo (no importan las dimensiones), la línea inferior debe estar separada del origen 7 mm.

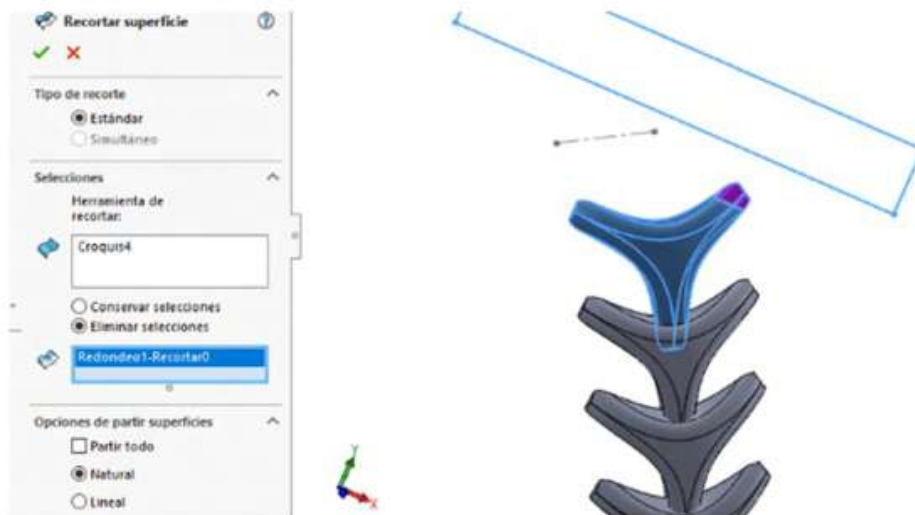
Figura 6.18. Realizar croquis



Fuente: Elaboración propia.

21. Nos vamos a “Superficies” “Recortar superficies”, se selecciona el rectángulo como herramienta de recortar y la esquina de la figura la recortamos.

Figura 6.19. Recortar con el croquis como instrumento de corte



Fuente: Elaboración propia.

22. Para este paso debemos ir a “Operaciones” “Geometría de referencia”, “Eje”, dentro de la operación se selecciona la “Vista lateral”, el plano “Alzado” y aceptamos.

Figura 6.20. Mediante operación de mover/copiar con auxiliar del eje

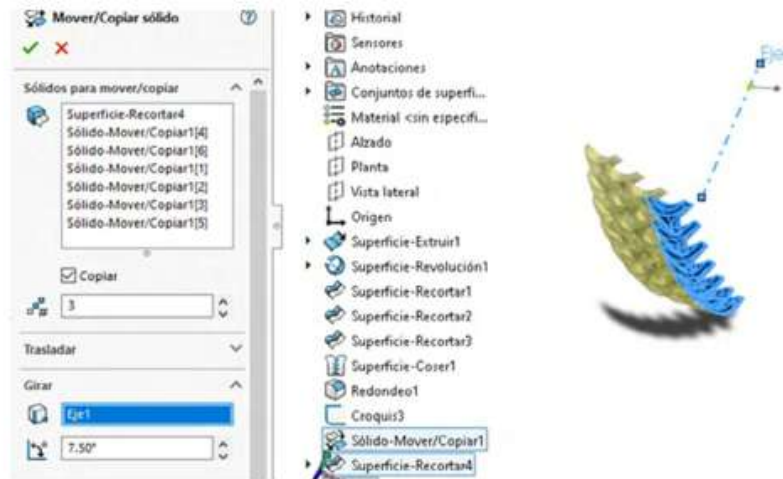


Fuente: Elaboración propia.



23. Volvemos a utilizar la herramienta “Mover/copiar” (flecha de Solid-Works-insertar-operaciones-mover/copiar), ponemos los datos que se muestran en la figura siguiente y se seleccionan todas las superficies.

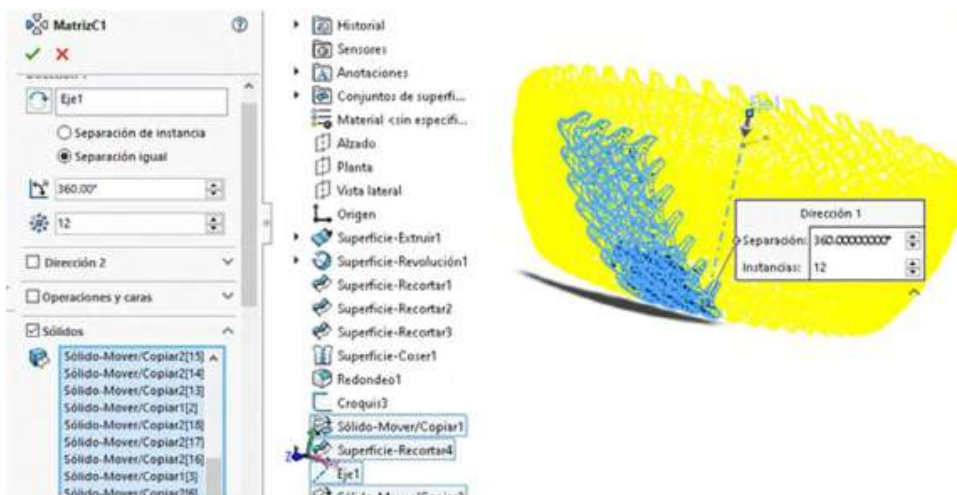
Figura 6.21. Mediante operación de mover/copiar con auxiliar del eje



Fuente: Elaboración propia.

24. Cerramos la operación anterior y nos vamos a “Operaciones”, “Matriz circular”. Dentro de la operación seleccionamos el eje como origen de la revolución con 360° y 12 copias, en el apartado de “Sólidos” seleccionamos todos los sólidos creados.

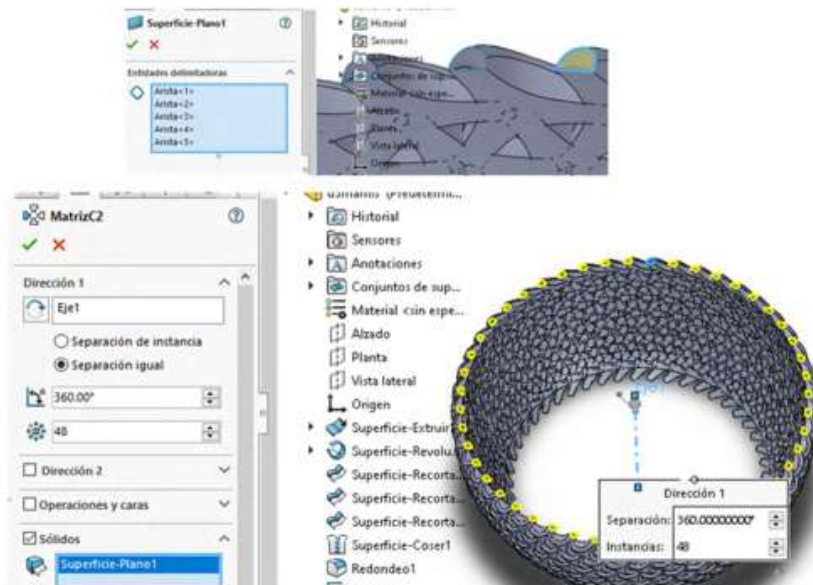
Figura 6.22. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

25. Como se está trabajando con superficies, al momento de recortar queda un espacio vacío; en ese recorte abrimos “Superficies” “Superficie plana” y seleccionamos todas las orillas de la parte superior abierta de una de las figuras y se hace la siguiente matriz circular.

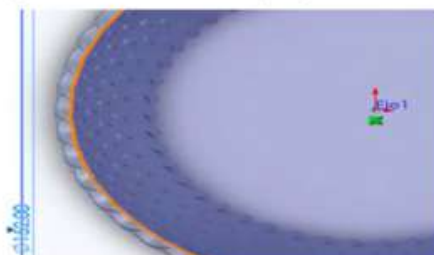
Figura 6.23. Completar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

26. Para mejor vista de la figura seleccionamos la vista sombreada, y el siguiente paso es crear un plano tomando como referencia un punto medio de la línea recta del plano creado anteriormente y como segunda referencia el plano planta.
27. Creamos un croquis en el plano anterior y hacemos un círculo con el origen como el centro con un diámetro de 152 mm.

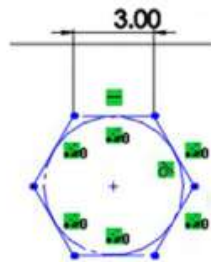
Figura 6.24. Realizar croquis y dimensionar



Fuente: Elaboración propia.

28. Cerramos el croquis y abrimos uno nuevo en alzado, creamos un hexágono como se ve a continuación, la línea superior la hacemos horizontal y hacemos constructivo todo el hexágono con una media de 3 mm por lado.

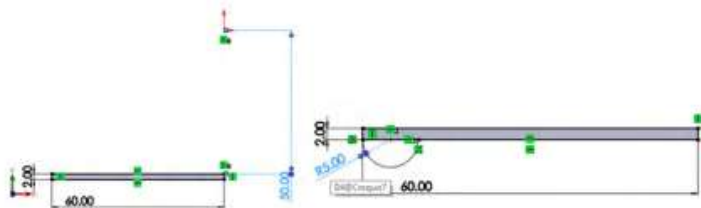
Figura 6.25. Dimensionar polígono



Fuente: Elaboración propia.

29. Creamos una relación del centro del hexágono y la línea del círculo; la relación es perforar.

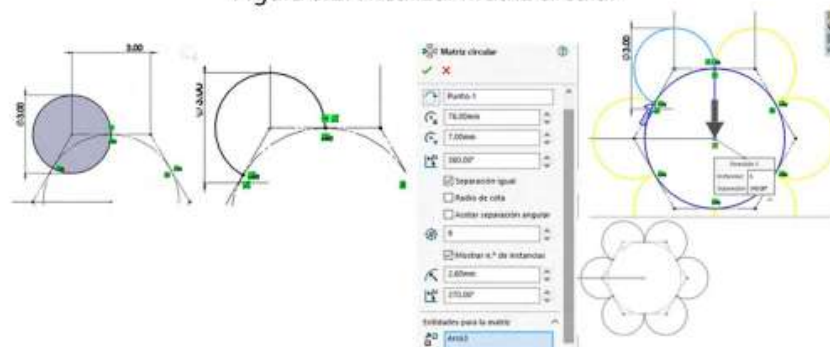
Figura 6.26. Relacionar ambos croquis por perforar



Fuente: Elaboración propia.

30. Creamos un círculo en la esquina del hexágono con diámetro de 3 mm y se recorta la parte dentro del hexágono, posteriormente hacemos una matriz circular con el centro del hexágono de origen y seis copias.

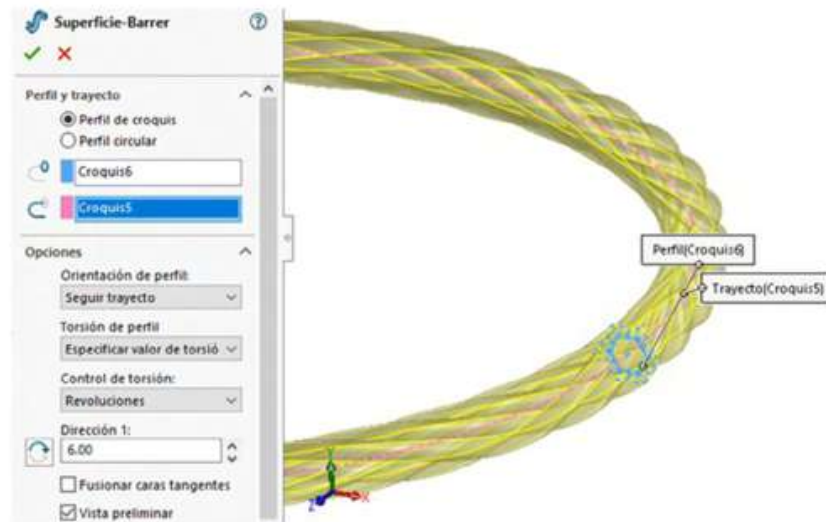
Figura 6.27. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

31. Seleccionamos “Superficies” “Barrer superficie” y colocamos en la primera casilla el hexágono y en la segunda el círculo y colocamos todos los datos que se muestran a continuación.

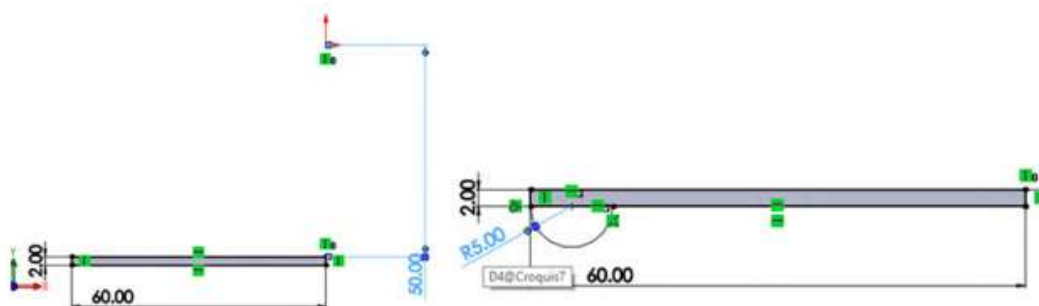
Figura 6.28. Realizar un barrido por superficies



Fuente: Elaboración propia.

32. Para mejor visualización, ocultamos todas las piezas y abrimos un croquis en el plano alzado, creamos un rectángulo con las siguientes dimensiones y posteriormente creamos un arco de 3 puntos con un radio de 5 mm.

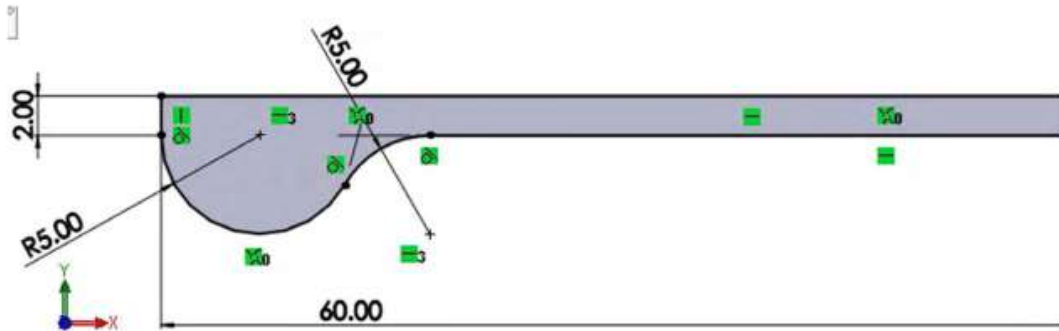
Figura 6.29. Realizar un croquis y dimensionar



Fuente: Elaboración propia.

33. Con la operación “Recortar entidades” recortamos el rectángulo de la siguiente manera y aplicamos un redondeo de 5 mm de la unión del círculo con el rectángulo.

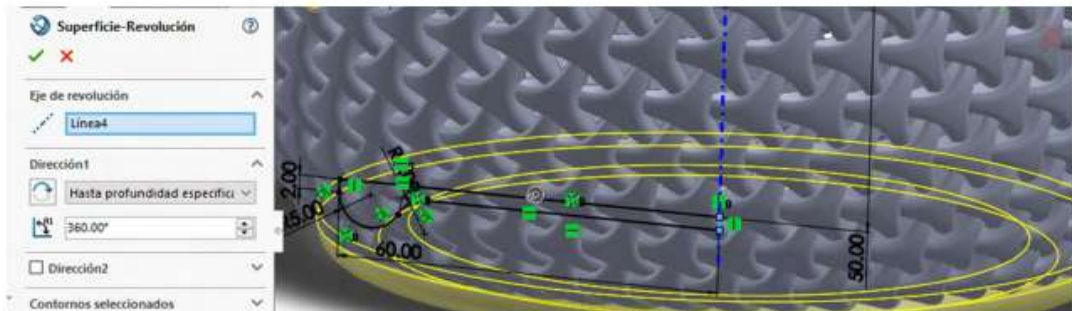
Figura 6.30. Recortar entidades



Fuente: Elaboración propia.

34. Se crea una superficie de revolución del croquis anterior, para este punto es necesario hacer constructiva la línea vertical de la orilla derecha.

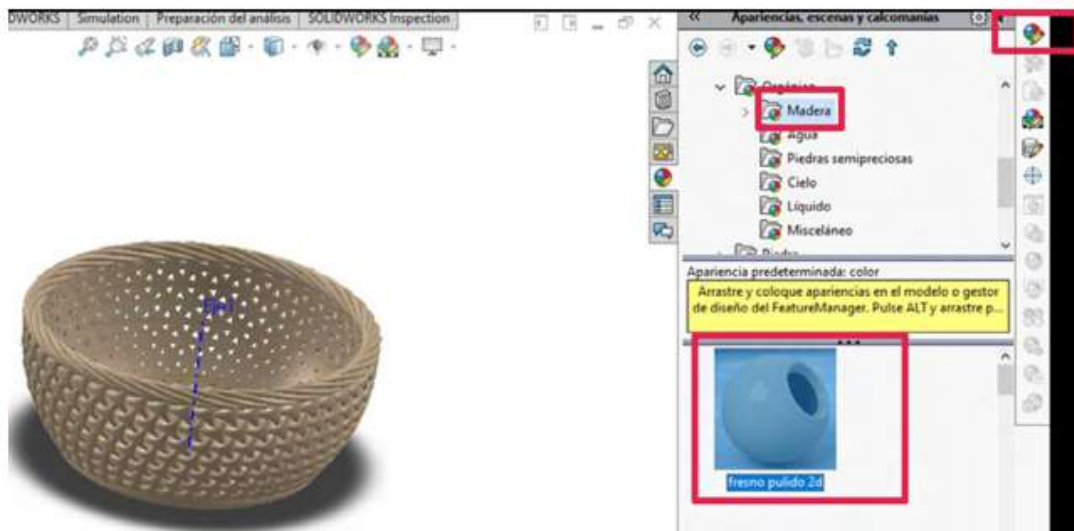
Figura 6.31. Revolucionar por superficie con auxiliar de eje



Fuente: Elaboración propia.

35. Para finalizar el diseño seleccionaremos el apartado de “Apariencia”, buscamos el apartado de “Materiales”, “Orgánico” “Madera”, “Fresno pulido 2d” y lo aplicamos a la pieza.

Figura 6.32. Aplicar material



Fuente: Elaboración propia.

36. Para mejorar la vista seleccionamos “Sombra” en modo sombreado y perspectiva (estos últimos 2 pasos son opcionales) y con este punto concluimos la pieza.

Figura 6.33. Obtener render con aplicación de material



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 9.

## 7. Modelado libre por superficies, mediante patrones y deformaciones

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.07>

### Resumen

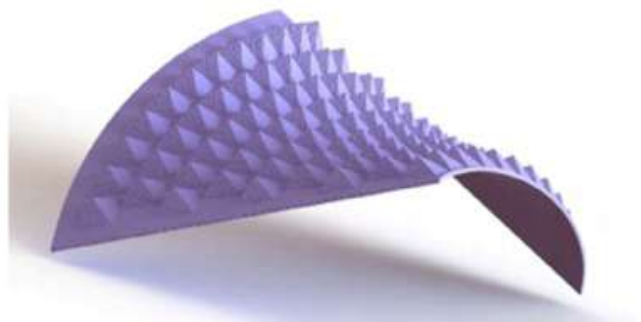
Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de un modelado libre por superficies, mediante patrones y deformaciones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de piezas, objetos o productos con superficies amorfas y patrones estampados de un producto mediante deformaciones, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implican un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permitan la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D, este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, deformaciones, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 10: DISEÑO DE PIEZAS, OBJETOS O PRODUCTOS CON SUPERFICIES AMORFAS  
Y PATRONES ESTAMPADOS

Figura 7.1. *Diseñar productos con superficies amorfas y patrones estampados*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 10.



## **Práctica 10: Diseño de un producto de patrones mediante deformaciones**

### ***Objetivo de la práctica:***

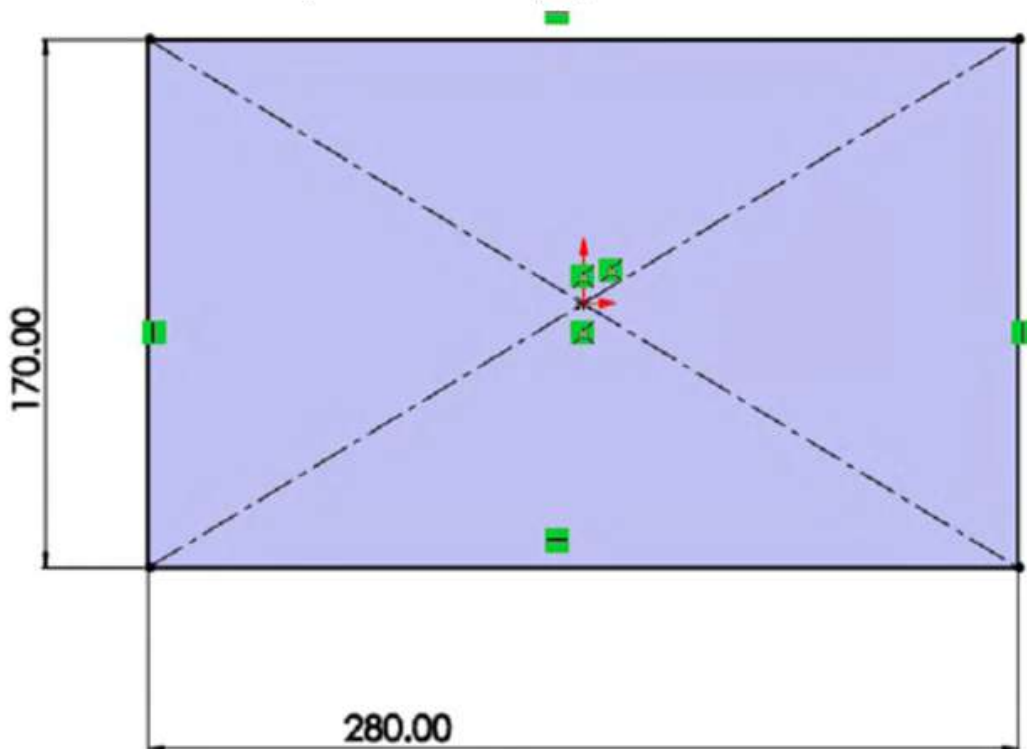
Transformar un cuerpo 3D prediseñado en un molde de forma libre. Convertir un cuerpo sin volumen en un sólido. Crear trayectorias con herramientas de diseño 2D y crear sólidos. Cortar cuerpos sólidos en la creación de nuevos componentes.

### **Competencias:**

- \*Manejar espacio de trabajo de esculturas.
- \*Transformar superficies.
- \*Crear plano, extruir y cortar material.
- \*Crear patrón.
- \*Recortar con plano.
- \*Transformar superficie a sólido.
- \*Proyectar plano a sketch.
- \*Crear plano y extrusión de sketch.
- \*Separar cuerpo.
- \*Realizar sweep en plano medio.
- \*Patrón de trayecto y posición angular.
- \*Deformación por opción a proyectar a una superficie.

1. Abrir SolidWorks, dar clic en “Archivo”, “Nuevo”, “Pieza” y pulsamos “Aceptar”.
2. En la parte inferior derecha de la pantalla del archivo nuevo verificaremos que las unidades se encuentren en MMGS, ya que la pieza se creará en milímetros.
3. Seleccionamos el plano de trabajo “Planta del gestor de diseño” y lo normalizamos.
4. Croquizamos un rectángulo a partir del origen, de dimensiones  $170 \times 280$  mm.

Figura 7.2. Realizar croquis y dimensionar

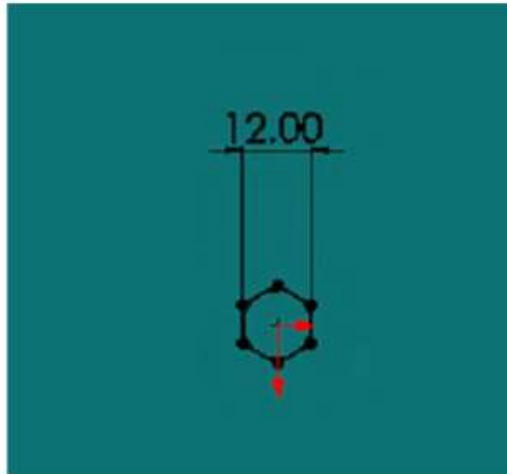


Fuente: Elaboración propia.

5. Con el croquis previamente creado damos clic en la pestaña “Operaciones”, seleccionamos “Extruir”, “Hasta profundidad especificada”, damos 1 mm de grosor y pulsamos “Aceptar”.
6. Seleccionamos la cara superior de la operación hecha previamente y normalizamos la cara para crear un croquis a partir del origen.

7. Seleccionamos la opción Polígono y dibujamos a partir del origen un hexágono de 12 mm, como se muestra en el croquis. Es importante que tenga la misma alineación que se muestra en la imagen.

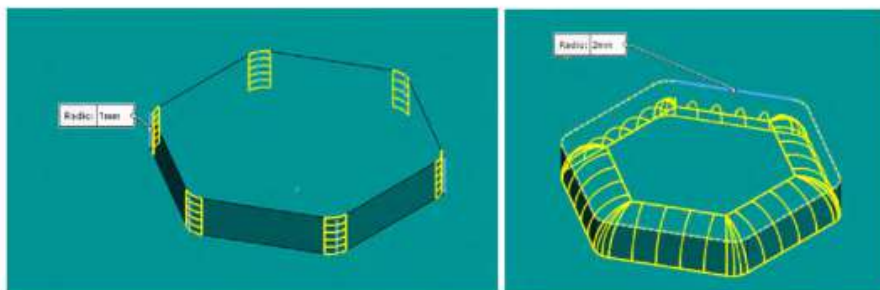
Figura 7.3. Realizar un polígono de seis lados



Fuente: Elaboración propia.

8. Con el croquis previamente creado, damos clic en la pestaña “Operaciones”, seleccionamos “Extruir”, “Hasta profundidad” especificada, damos 2 mm de grosor, desactivamos la opción “Fusionar resultados” y pulsamos aceptar.
9. Ahora abriremos la operación “Redondeo”, seleccionamos todas las aristas del hexágono y le damos un redondeo de 1 mm, pulsamos aceptar. Abrimos nuevamente la operación redondeo, ahora seleccionaremos las aristas de la cara superior del hexágono, dándole un redondeo de 2 mm.

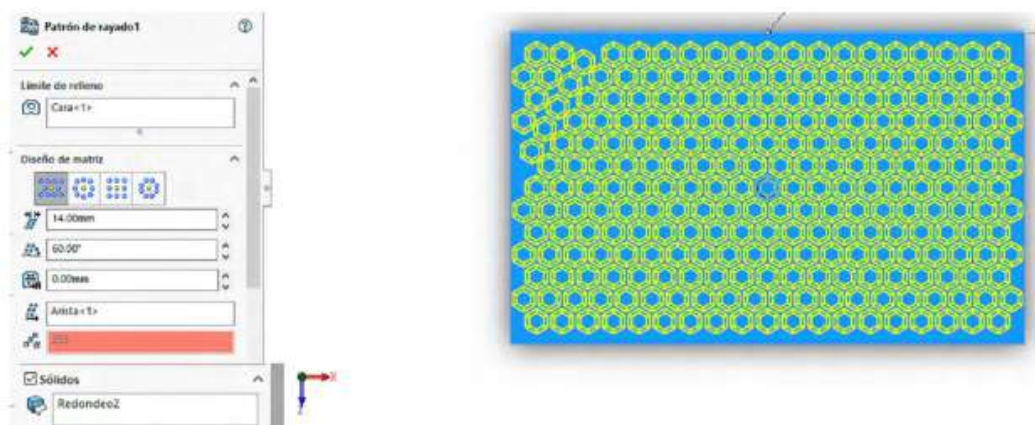
Figura 7.4. Realizar redondeos en aristas



Fuente: Elaboración propia.

10. En la pestaña “Operaciones” desplegaremos el menú de la operación “Matriz” y seleccionaremos “Patrón de rayado”.
11. Una vez abierta la opción “Patrón de rayado”, como “Límite de relleno” seleccionamos la cara superior del rectángulo; en “Separación de instancias” establecemos 14 mm de distancia, activamos la opción “Sólidos” y seleccionamos la operación “Redondeo”, se mostrará una vista preliminar como la de la figura 7.5, y pulsamos aceptar.

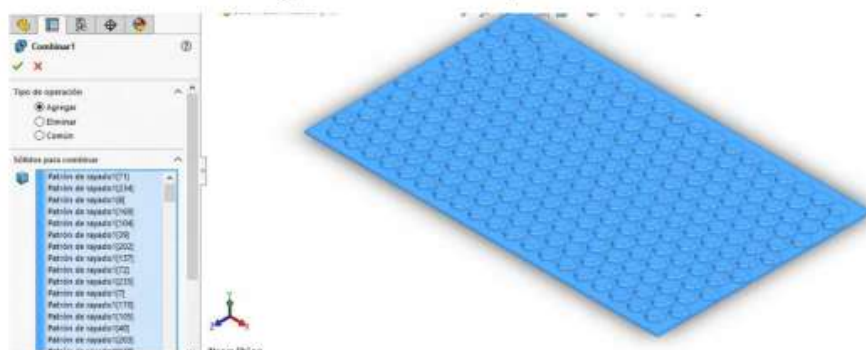
Figura 7.5. Realizar matriz lineal



Fuente: Elaboración propia.

12. Daremos clic en la opción “Insertar” de la barra superior del entorno, desplegamos las “Operaciones” y seleccionamos la opción “Combinar”.
13. Una vez que esté abierta esta operación, en la opción “Sólidos” para combinar seleccionaremos el rectángulo y el patrón de rayado previamente creados y damos clic en “Aceptar”.

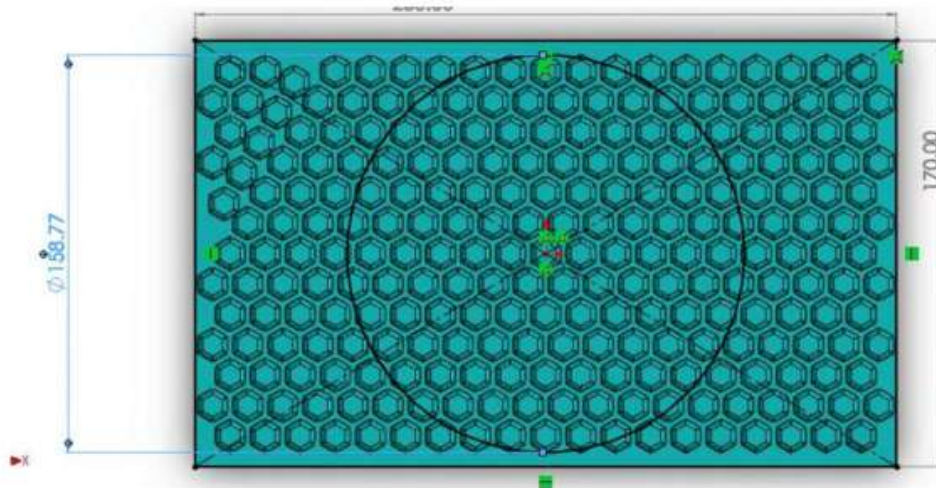
Figura 7.6. Combinar operaciones



Fuente: Elaboración propia.

14. Seleccionamos el plano “Planta”, lo normalizamos y creamos un nuevo croquis. En este a partir del origen crearemos un círculo de 158.77 mm de diámetro, y un rectángulo que abarque la superficie rectangular creada al principio.

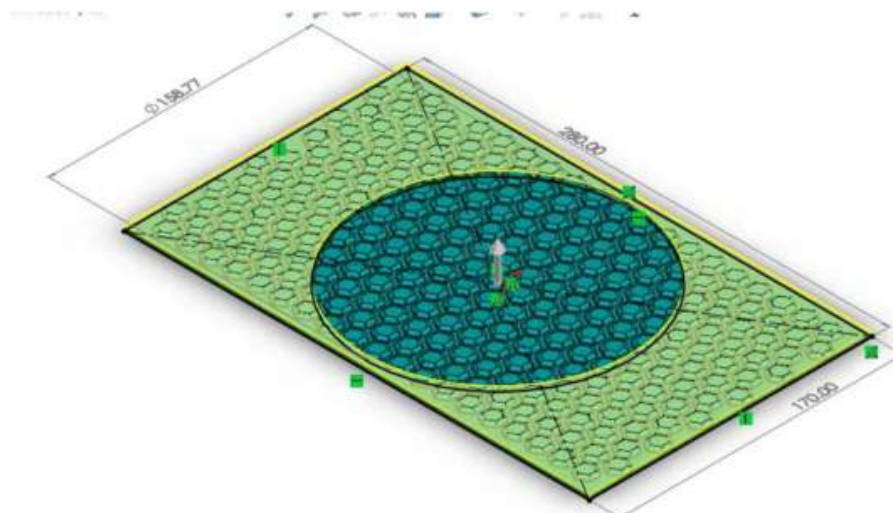
Figura 7.7. Realizar croquis



Fuente: Elaboración propia.

15. En la pestaña “Operaciones”, seleccionamos la opción “Extruir corte”, dejando la parte del centro del círculo, le damos en “Extruir” por todo y pulsamos en “Aceptar”.

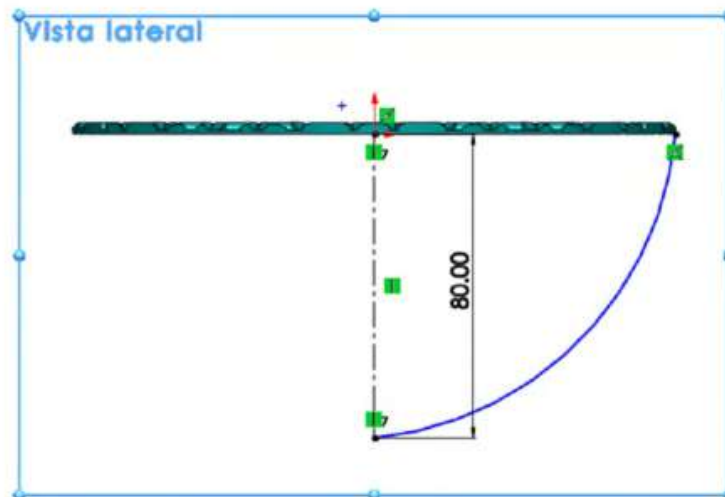
Figura 7.8. Por extruir



Fuente: Elaboración propia.

16. Ahora seleccionaremos el plano de trabajo “Vista Lateral”, lo normalizamos y creamos el perfil que se muestra en la siguiente imagen, para realizar una revolución de superficie.

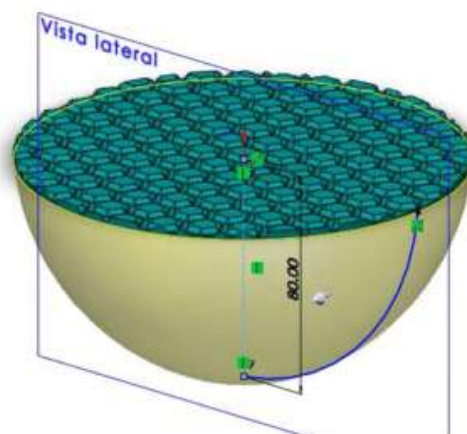
Figura 7.9. Por vista lateral realizar arco



Fuente: Elaboración propia.

17. Una vez que tenemos el croquis, damos clic en la pestaña “Superficies” y abrimos la operación “Revolución de superficies”.
18. Como “Eje de revolución” seleccionamos la línea constructiva de 80 mm del croquis, las demás opciones las dejaremos como están y pulsamos aceptar.

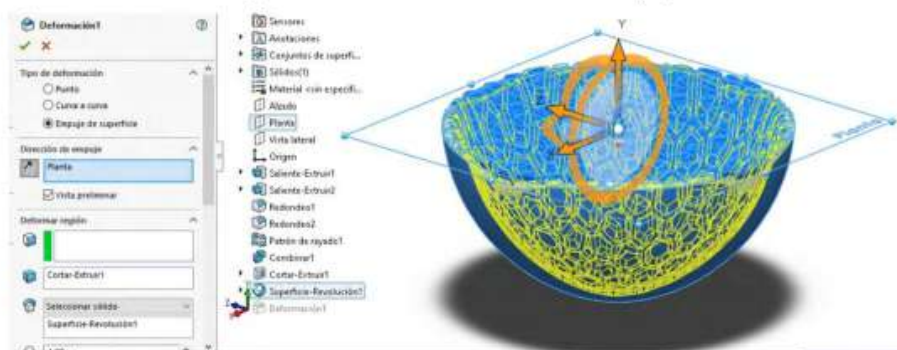
Figura 7.10. Mediante línea constructiva realizar revolución



Fuente: Elaboración propia.

19. Daremos clic en la opción “Insertar” de la barra superior del entorno, desplegamos las “Operaciones” y seleccionamos la opción “Deformar”.
20. Una vez abierta la operación de deformar, en la opción “Dirección de empuje” seleccionamos el “Plano planta” nos aseguraremos de que la dirección de la flecha está en dirección al interior de la superficie creada, en la opción “Sólidos a deformar” seleccionamos el corte circular que tenemos con patrón hexagonal. En “Herramienta sólidos” para empujar, elegimos la opción “Seleccionar sólido” y ahí seleccionamos la “Superficie revolución” que ha sido creada.

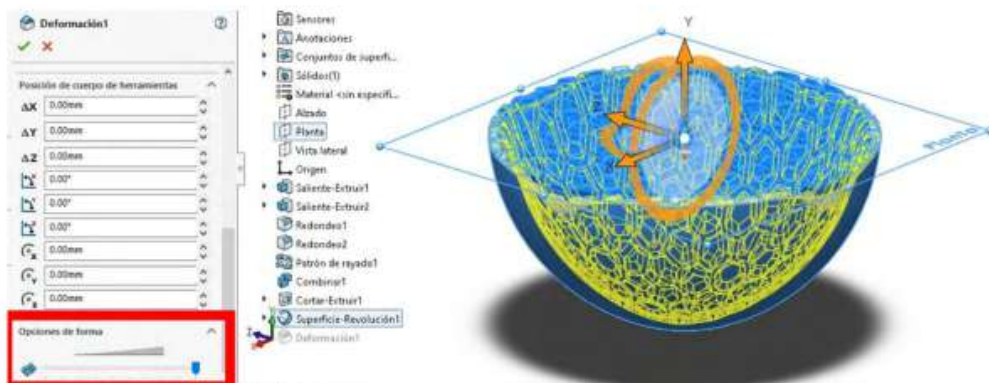
Figura 7.11. Mediante dirección de empuje



Fuente: Elaboración propia.

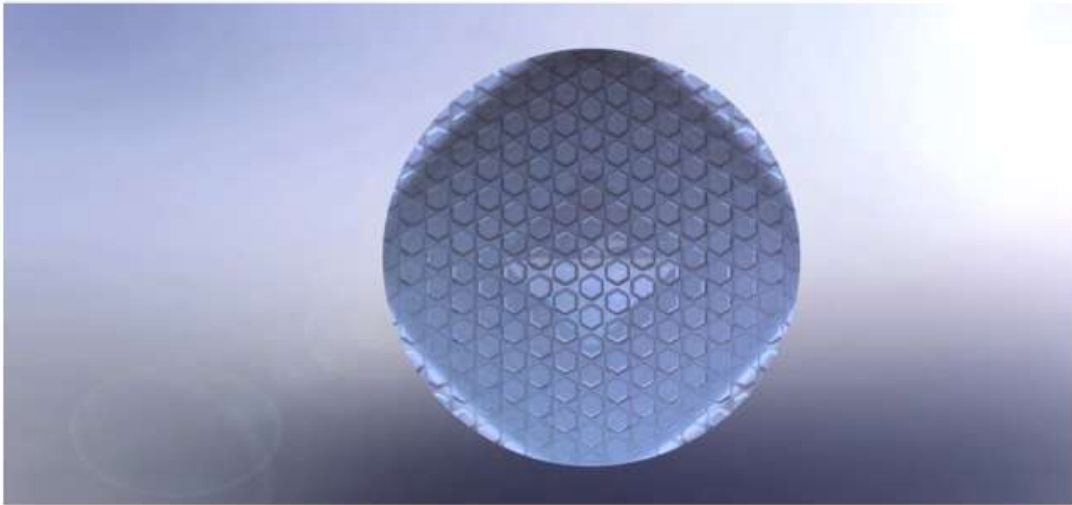
21. En “Desviación de deformación” establecemos 1 mm, y en precisión de forma arrastramos el cursor hasta el final de la barra de precisión y pulsamos aceptar. Esto puede tardar unos minutos dependiendo de la capacidad de tu máquina.

Figura 7.12. Mediante desviación de deformación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.13. *Aplicación de materiales*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 10.

Figura 7.14. *Renderizar producto*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 10.



## 8. Técnicas mediante imagen y proyecciones por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.08>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de técnicas mediante imagen y proyecciones por superficies, mediante imágenes, patrones y deformaciones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de piezas, objetos o productos con superficies amorfas y patrones estampados de un producto de patrones mediante un diseño de un zapato deportivo, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D, este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, imágenes, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA 11: DISEÑO DE UN ZAPATO DEPORTIVO

Figura 8.1. *Diseño de productos deportivos*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Figura 8.2. *Visualizar proyecto*



Fuente: [https://s3images.coroflot.com/user\\_files/individual\\_files/original\\_183835\\_eD9SPHCeupi2L6PeaJF\\_FN4r7.jpg](https://s3images.coroflot.com/user_files/individual_files/original_183835_eD9SPHCeupi2L6PeaJF_FN4r7.jpg)

## **Práctica 11: Diseño de un producto como un zapato deportivo**

### ***Objetivo de la práctica:***

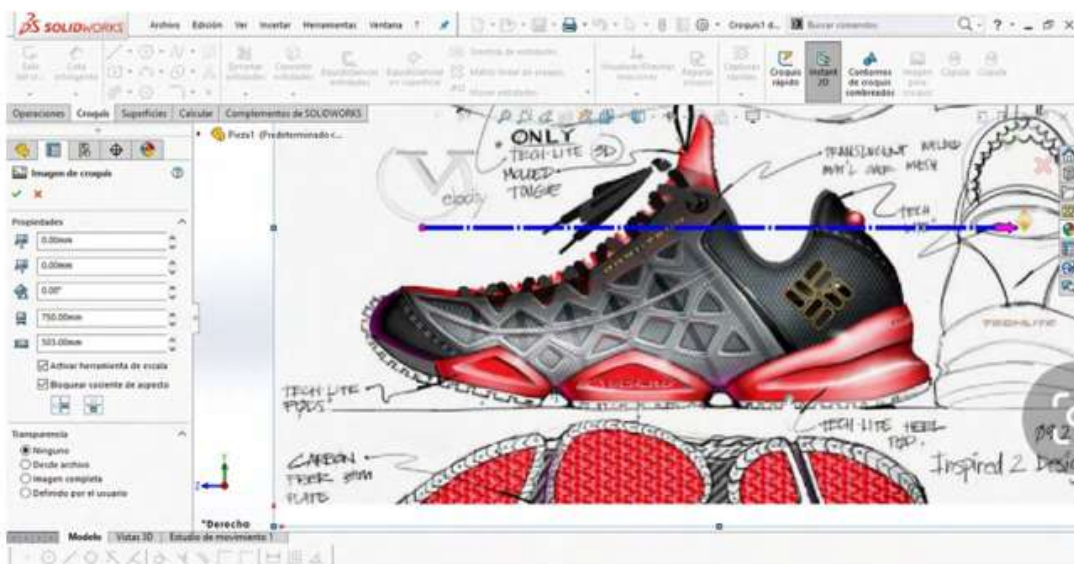
Crear cuerpos sólidos, mediante piezas previamente creadas. Extruir planos 2D en superficies. Coser componentes y transformar a sólidos. Importar formas 3D para eliminar zonas específicas del diseño.

### **Competencias:**

- \*Importar cuerpos sólidos para crear moldes.
- \*Crear croquis en planos de trabajo a partir de un origen de coordenadas.
- \*Aplicar recortes a planos para separar en más componentes libres (planos libres).
- \*Extruir sketches 2D en superficies 3D.
- \*Coser componentes (sketches extruidos) para conversión en sólidos.
- \*Importar formas 3D, incluidas en cuerpos sólidos y eliminarlos.
- \*Crear patrones con sólidos 3D.
- \*Rellenar superficies con trayectorias.

1. Teniendo una vez abierto nuestro programa, seleccionaremos la pestaña mostrada en la imagen y seleccionaremos “Nuevo”. Seleccionamos “Pieza” y damos “Aceptar”. Verificamos que nuestra pieza se esté trabajando en unidades MMGS.
2. Seleccionamos nuestro plano en “Visto lateral”, seleccionamos “Normal” y comenzamos a insertar las imágenes que nos serán de guía para crear la pieza.
3. La siguiente herramienta que necesitaremos es “Imagen para croquis”, la podemos encontrar fácilmente en la barra de herramientas de la sección de “Croquis”.
4. Una vez insertada la imagen deberemos recortar y adecuar de manera que se pueda trabajar cómodamente sin interrupciones.

Figura 8.3. Introducir imagen muestra a plano de trabajo



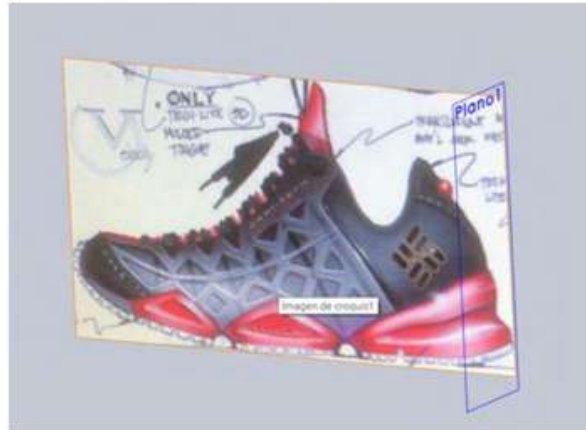
Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

*Nota:* Las medidas de la imagen y el origen de la misma son a consideración de cada usuario.

5. Procederemos a crear un plano alzado tomando como referencia el anterior, con una distancia al origen de 741 mm.

6. Una vez creado nuestro plano a la distancia proporcionada deberá visualizarse de la siguiente manera.

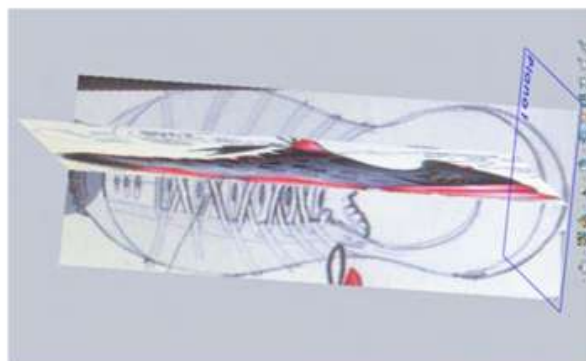
Figura 8.4. Escalar imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

7. Crearemos un plano planta y agregaremos nuestra imagen para tomarla como referencia más adelante.

Figura 8.5. Introducir imagen en planos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

*Nota:* Las medidas de tamaño de cada imagen quedan a consideración del usuario.

8. En el plano alzado creado anteriormente realizaremos el mismo paso: agregar nuestra imagen de dicha vista para que funja como ayuda más adelante en la elaboración de la misma.

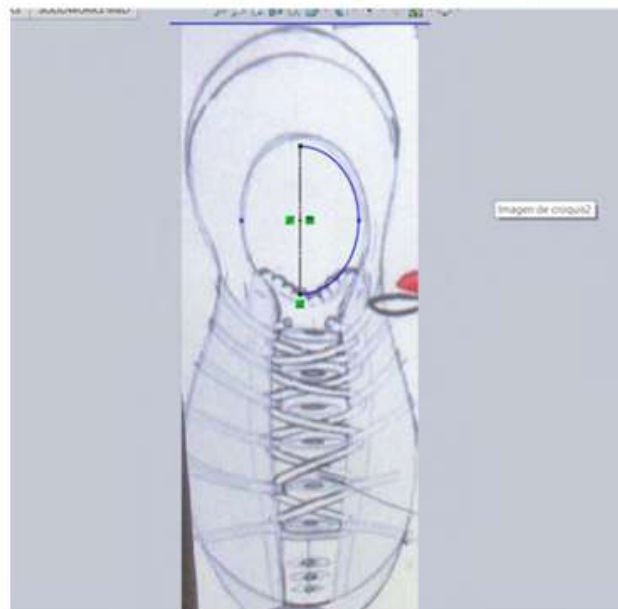
Figura 8.6. *Introducir imagen en vistas*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

9. En un nuevo “Plano planta” crearemos el siguiente croquis con ayuda de la herramienta “Spline”, como se muestra a continuación.

Figura 8.7. *Realizar croquis libre según imagen del producto*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

10. En un plano “Vista lateral” seleccionamos el croquis anteriormente creado y deberemos seleccionar la herramienta “Convertir entidades” y convertir el croquis anterior para tomarlo como referencia en nuestro croquis “Vista lateral”, y deberá visualizarse como se muestra en la imagen a continuación.

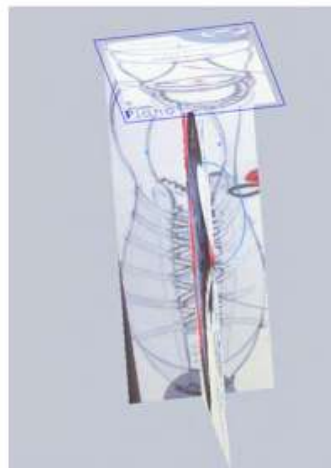
Figura 8.8. Trabajo de croquizar



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

11. Seleccionamos la herramienta “Proyectar curva” y seleccionamos los dos croquis anteriormente creados para su proyección. Deberá visualizarse como se muestra a continuación.

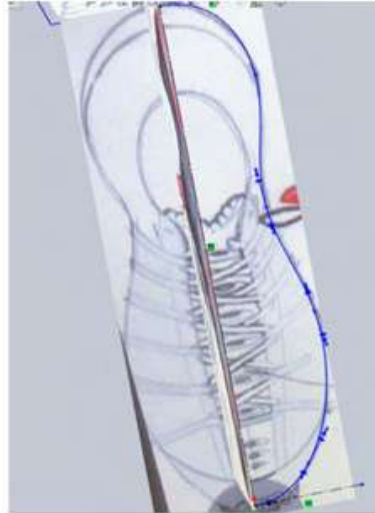
Figura 8.9. Proyección de curvas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

12. Ahora crearemos un nuevo “Plano planta” y seleccionaremos la herramienta “Spline” para crear el siguiente boceto, tomando como referencia la mitad de la imagen insertada como se muestra a continuación.

Figura 8.10. Realizar croquis con spline en contornos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

13. A continuación seleccionaremos un nuevo plano “Vista lateral”, escogemos la herramienta “Spline” y con ayuda de la imagen nos iremos guiando para darle forma, tal como se aprecia en la imagen a continuación.

Figura 8.11. Cambiar perfil y seguir con perfiles



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.



14. Seleccionaremos nuestros dos croquis anteriormente realizados y crearemos nuestra curva proyectada; se tiene que visualizar tal como se muestra en la siguiente imagen.

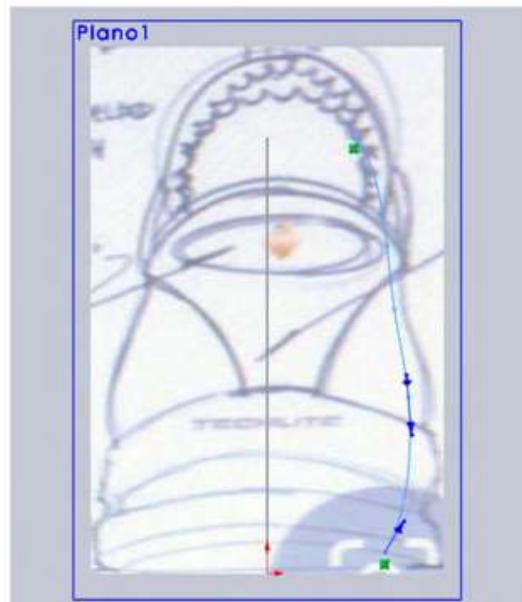
Figura 8.12. Cambios de planos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

15. Procederemos a crear un croquis nuevo en un plano “Alzado”. Elegimos la herramienta spline y poco a poco vamos dando forma como se muestra a continuación, y ahora pulsamos reconstruir.

Figura 8.13. Curvas libres para perfiles



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

16. En seguida, en un plano “Vista lateral” procederemos a crear un croquis nuevo, seleccionamos la herramienta “Spline”, y damos forma poco a poco hasta que se asemeje a la de la imagen proporcionada, pulsamos reconstruir y procedemos a lo que sigue.

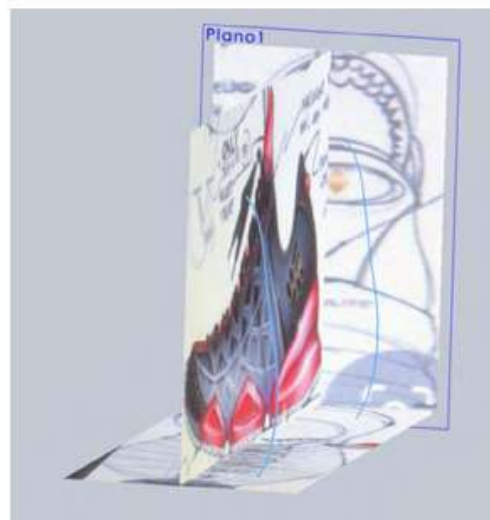
Figura 8.14. Cambios de planos y curvas libres



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

17. Con los dos croquis anteriores procederemos a crear una curva proyectada seleccionando el croquis 9 y croquis 10, y se tendrá que visualizar de la siguiente manera nuestra curva proyectada.

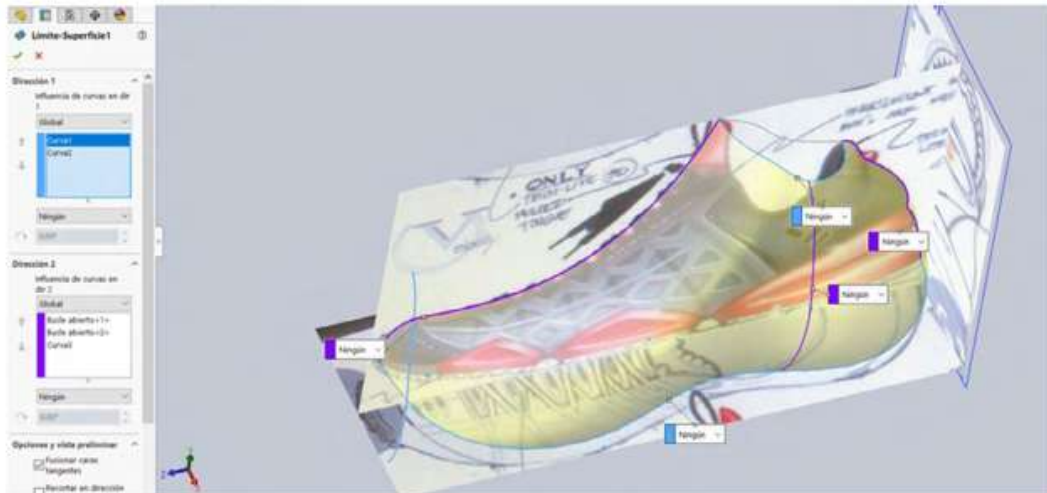
Figura 8.15. Realizar formas para ir dando cuerpo al producto



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

18. Lo siguiente es seleccionar la herramienta “Limite-Superficie”, y seleccionamos los croquis creados anteriormente, así como también nuestras curvas guía. Toma en cuenta seleccionarlo como “Bucle abierto”.

Figura 8.16. Realizar operación limite por superficie, mediante curvas guías



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

19. En esta imagen se muestra cómo debería de haber quedado nuestra pieza después del paso anterior.

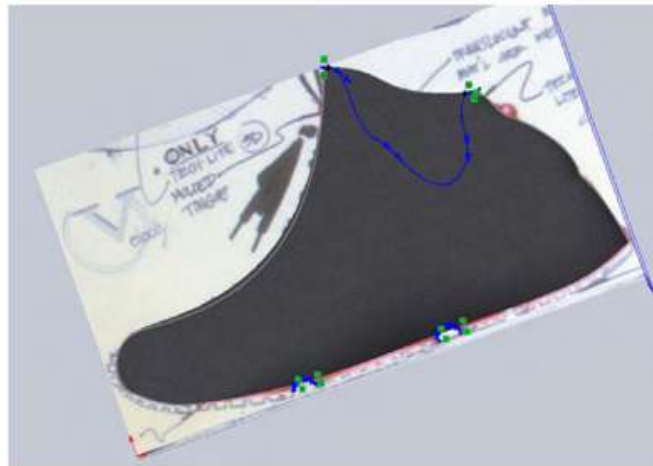
Figura 8.17. Muestra de salida de operación



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

20. En un plano nuevo “Vista lateral” crearemos una serie de bocetos para después poder usarlos como referencia de corte, para ello tomamos la herramienta “Spline” y damos forma como se muestra en la imagen a continuación, y una vez creada la silueta procedemos a reconstruir.

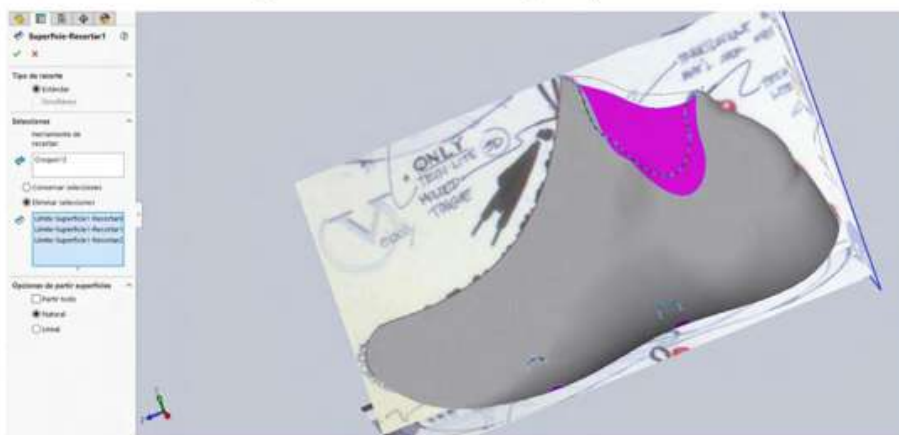
Figura 8.18. Croquis auxiliar para corte



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

21. El croquis anterior servirá de guía para proceder con la herramienta “Superficie-Recortar”, seleccionamos tipo de recorte “Estándar” en herramienta de “Recortar” seleccionamos el croquis número 13 y en “Caras a eliminar” seleccionamos lo que se muestra en color morado.

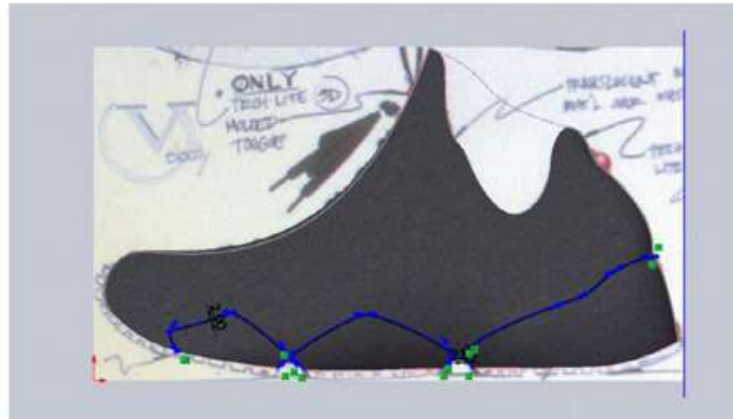
Figura 8.19. Realizar corte por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

22. La pieza se tendría que visualizar de la siguiente manera. Ahora procedemos a elegir un nuevo croquis “Vista lateral” y crearemos nuevamente un croquis como boceto para ayudarnos como herramientas de corte más adelante; una vez tengamos la forma deseada procederemos a reconstruir.

Figura 8.20. Realizar croquis para recortes según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

23. En este paso seleccionaremos la herramienta “Línea de partición” y escogeremos primero el croquis anteriormente creado y en “Caras” seleccionaremos el sólido a donde queremos que se proyecte nuestra silueta, tal como se muestra a continuación.

Figura 8.21. Proyección de curvas mediante líneas de partición



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

24. Con lo anterior realizado correctamente procederemos a seleccionar la herramienta “Eliminar cara” y seleccionamos las caras que se desean eliminar.

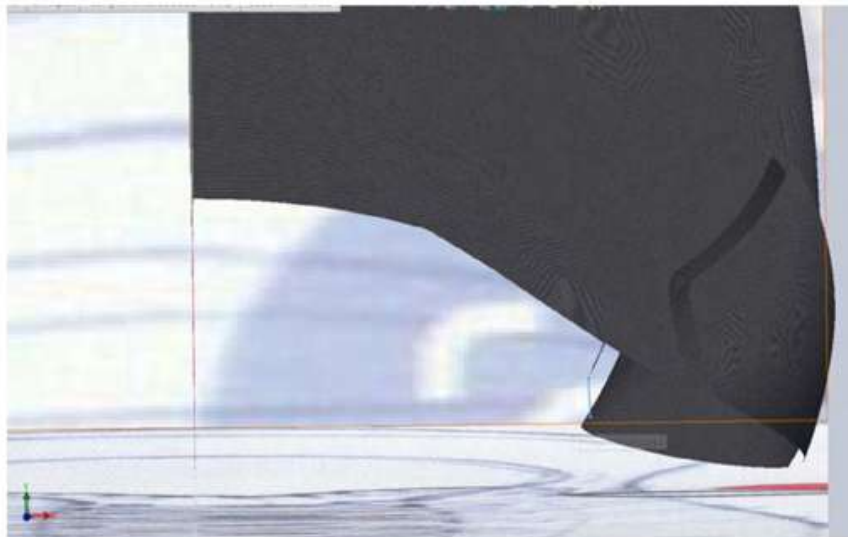
Figura 8.22. Eliminar caras y equidistancia de las mismas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

25. Ahora tendremos que seleccionar un “Croquis 3D” y cerrar las aristas de la parte inferior; este paso se tendrá que realizar varias veces para lograr mantener nuestra superficie totalmente cerrada y poder aplicar nuevas herramientas más tarde.

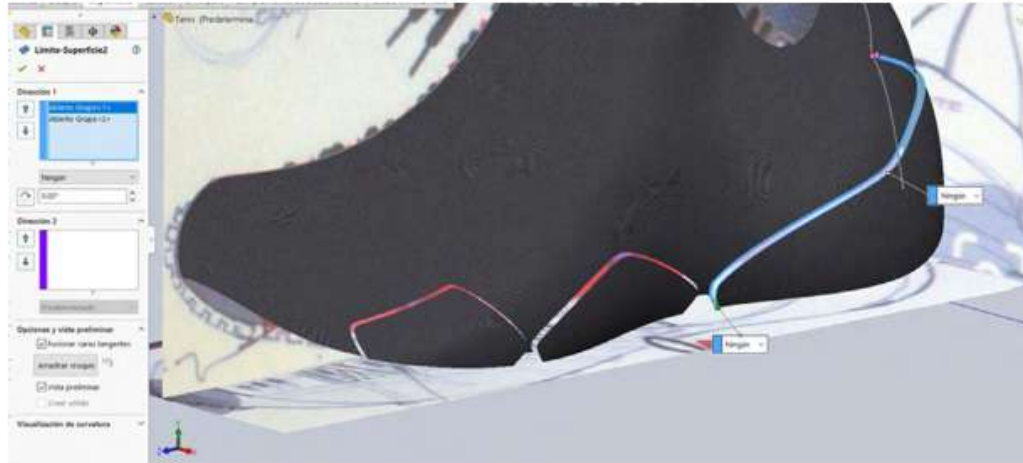
Figura 8.23. Trabajo de cierre de caras



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

26. Ahora seleccionaremos la herramienta “Límite-superficie” y seleccionaremos las aristas tal como se muestra en el *property manager*.

Figura 8.24. Recubrir caras mediante límite por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

27. Nuestros croquis 3D anteriormente creados se tendrán que visualizar de la siguiente manera.

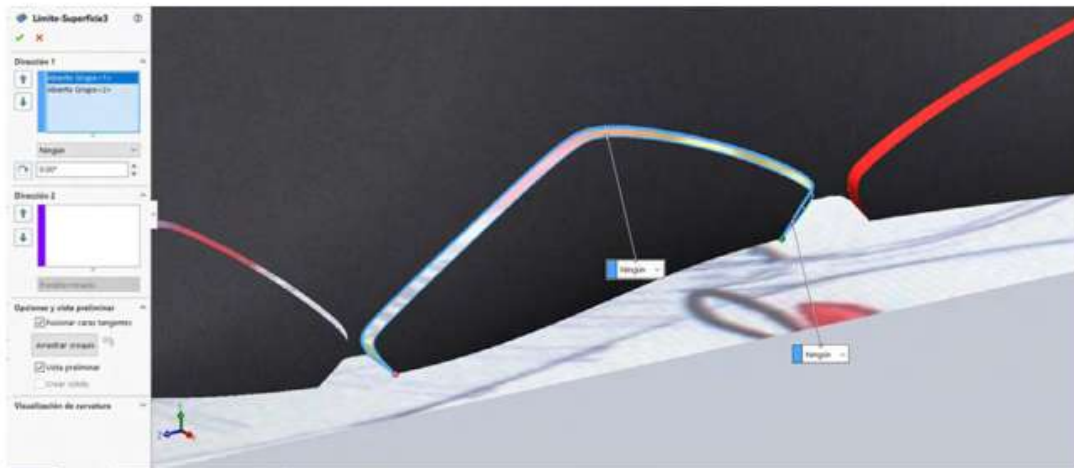
Figura 8.25. Línea auxiliar para cerrar cuerpos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

28. Ahora seleccionaremos la herramienta “Límite-superficie”, y seleccionaremos nuestros croquis 3D como grupos abiertos en la opción “Dirección 1”.

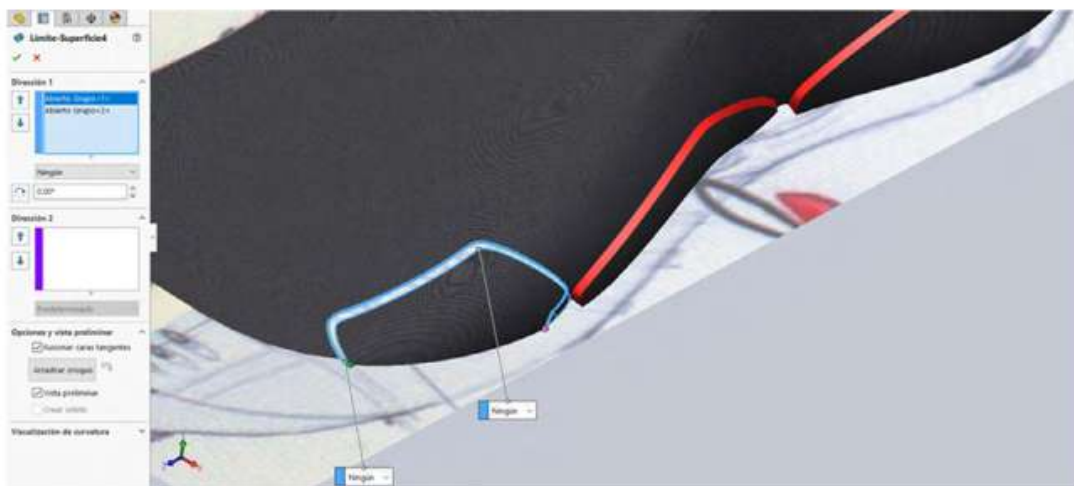
Figura 8.26. *Recubrir caras abiertas mediante límite de superficie*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

*Nota:* A continuación repetimos los mismos pasos.

Figura 8.27. *Repetir operación anterior*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.



29. En un nuevo plano “Vista lateral” realizar el siguiente croquis como guía para realizar los cortes correspondientes más adelante.

Figura 8.28. Realizar croquis según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

30. Elegimos la herramienta “Línea de partición” y seleccionaremos el croquis anteriormente creado como referencia hacia el sólido, y seleccionamos las caras en donde se va a proyectar nuestro croquis, tal como se muestra en el *property manager* y la imagen a continuación.

Figura 8.29. Proyección de curvas mediante línea de partición



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

31. Procederemos a usar la herramienta “Superficie-equidistanciar” y seleccionaremos las caras mostradas en el *property manager* a una distancia hacia adentro de 3 mm.

Figura 8.30. Realizar equidistancia de caras



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

32. Seleccionaremos la herramienta “Eliminar cara” y seleccionaremos las caras mostradas a continuación en el *property manager*.

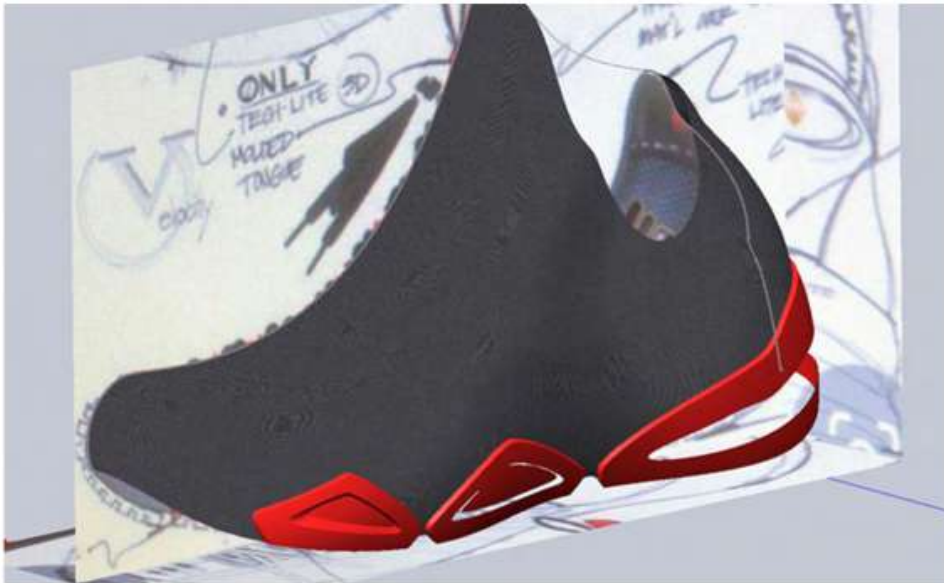
Figura 8.31. Eliminación de caras y cuerpos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

*Nota:* Deberá visualizarse de la siguiente manera.

Figura 8.32. Visualizar paso anterior



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

33. Ahora seleccionaremos la herramienta “Superficie-Rellenar”, y procederemos a seleccionar las aristas tanto de la superficie equidistante como de la superficie anterior recortada para poder cerrarla como se visualiza en la siguiente imagen.

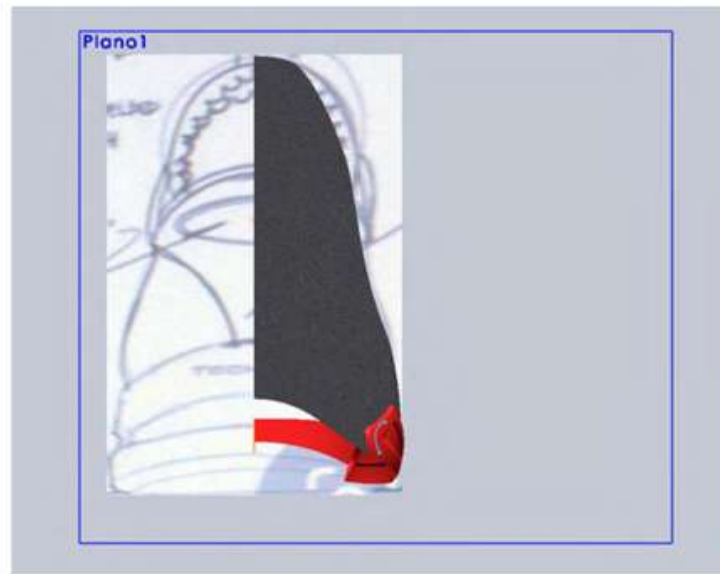
Figura 8.33. Rellenar mediante superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

34. En un plano nuevo “Alzado” seleccionaremos la herramienta “Spline” y crearemos el siguiente croquis como se muestra a continuación, que nos servirá más tarde para crear nuestra curva proyectada.

Figura 8.34. Realizar croquis mediante spline



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

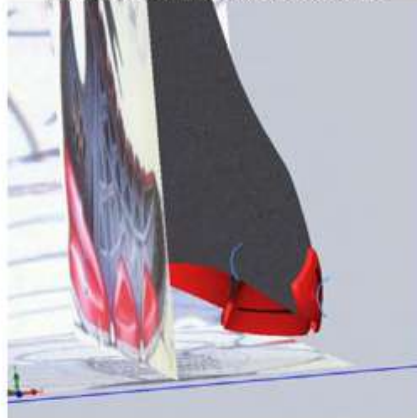
Ahora seleccionaremos un nuevo croquis “Vista lateral” y procederemos a realizar el croquis propuesto para poder realizar la curva proyectada satisfactoriamente. Para la realización de este boceto utilizaremos una vez la herramienta “Spline”.

Figura 8.35. Proyección de línea auxiliar



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Figura 8.36. Trabajo de croquis



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

35. Seleccionaremos la herramienta “Superficie-Rellenar”, seleccionando las aristas superior e inferior correspondientes y tomando como “Curva de restricción” utilizaremos nuestra curva proyectada anteriormente.

Figura 8.37. Rellenar por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Deberá visualizarse de la siguiente manera.

Figura 8.38. Visualizar operación anterior



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

36. Realizaremos el siguiente croquis en un plano nuevo “Vista lateral”, y daremos la forma adecuada tal y como se muestra a continuación.

Figura 8.39. Realizar croquis en vista lateral



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

37. Procederemos a proyectar nuestro croquis anterior con ayuda de la herramienta “Línea de partición”, como se muestra a continuación.

Figura 8.40. Mediante línea de partición



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Procederemos a crear una “Superficie-equidistancia” de la cara visualizada en la imagen a una distancia de 2 mm.

*Nota:* Esta herramienta se encuentra fácilmente en la sección de superficies como “Equidistanciar superficies”.

Figura 8.41. *Equidistancia de cara*

Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

38. Enseguida procederemos a escoger la herramienta “Eliminar cara” y seleccionamos las caras que se quieren eliminar como se muestra en el *property manager*.

Figura 8.42. *Eliminar caras*

Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

39. Aplicaremos la herramienta “Superficie coser” y coseremos todas las entidades creadas anteriormente para sellarlas en una sola pieza, tal como se muestra a continuación.

Figura 8.43. *Coser caras y cerrar entidades*

Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

40. Procederemos a seleccionar la herramienta “Límite-superficie” y seleccionamos las aristas en dirección 1 como “Bucle abierto” y en dirección 2 colocamos las curvas como “Abierto grupo”. Y se debe visualizar como en el *property manager* de la imagen propuesta.

Figura 8.44. Cerrar superficie mediante límite



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

41. Seleccionaremos un croquis con vista lateral y realizaremos el siguiente croquis para después proceder a recortar.

Figura 8.45. Realizar croquis según modelo

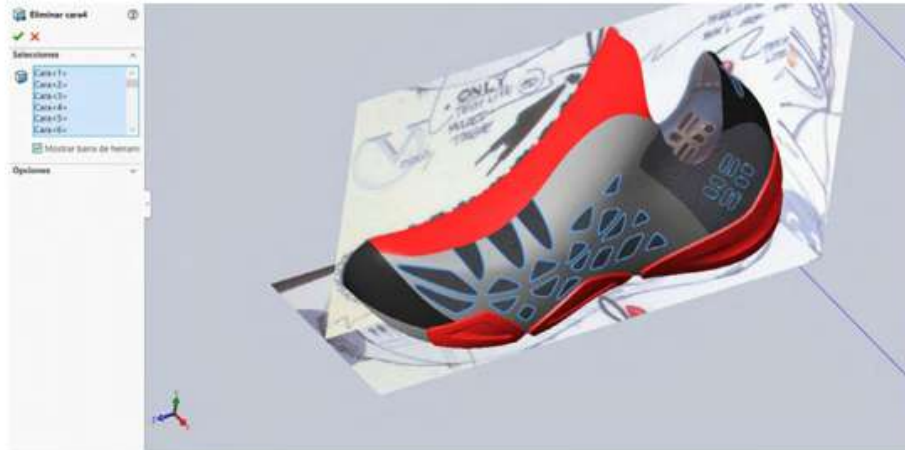


Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.



42. Una vez tengamos el croquis anterior realizado procederemos a utilizar la herramienta “Eliminar cara” y seleccionamos las superficies a eliminar.

Figura 8.46. Eliminar caras y recorte



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

43. Deberá visualizarse de la siguiente manera, ahora procederemos a usar la herramienta “Superficie-Equidistancia” y seleccionaremos todas las caras mostradas en la imagen a una distancia de 2 mm. y las introduciremos en nuestro *property manager*.

Figura 8.47. Realizar equidistancia



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

44. Procederemos a usar la herramienta “Sólido-Eliminar” y eliminamos las caras que fueron de ayuda para crear la superficie equidistancia, como se muestra en la imagen.

Figura 8.48. Eliminar caras

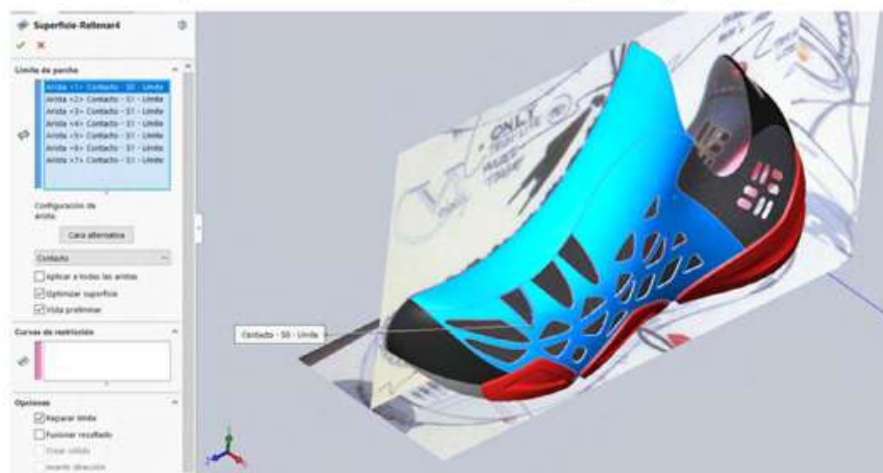


Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

45. Procederemos a utilizar la herramienta “Superficie-Rellenar” para rellenar todas las superficies que estén a la vista.

*Nota:* Este paso es muy repetitivo, se deberá realizar exactamente lo mismo hasta que cada una de las superficies quede totalmente cerrada.

Figura 8.49. Realizar un relleno de cuerpo en superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

46. Una vez que hayamos realizado las operaciones anteriores cada superficie deberá quedar recubierta, como se muestra a continuación.

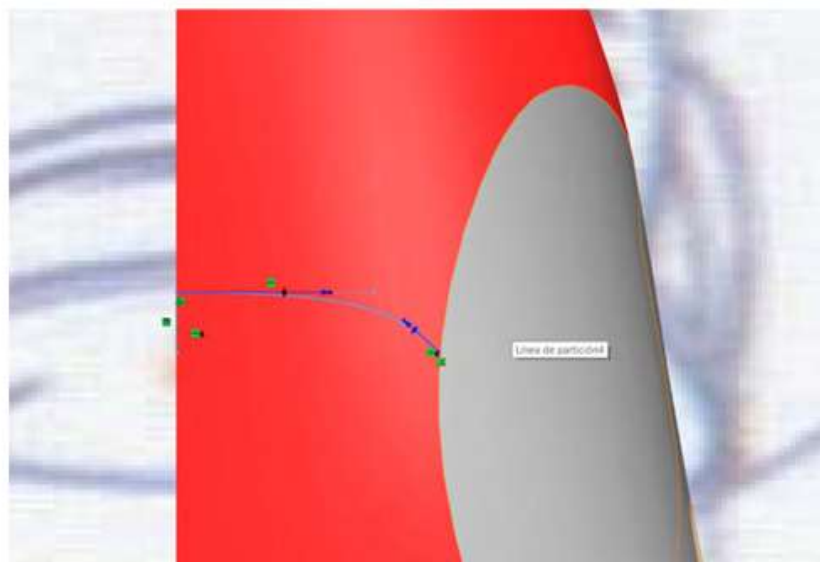
Figura 8.50. Rellenar por superficie partes abiertas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

47. Ahora seleccionaremos un croquis nuevo “Alzado” y con ayuda de la herramienta “Spline” realizaremos el siguiente croquis, siendo coincidente y paralelo con cada arista como se muestra a continuación.

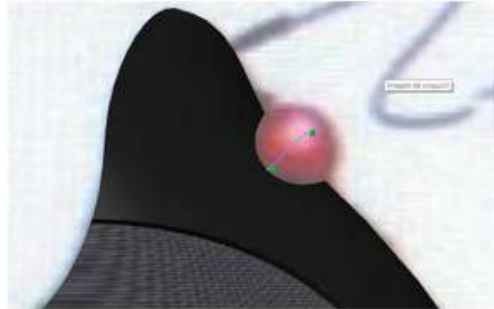
Figura 8.51. Realizar croquis en plano alzado



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

48. En un nuevo croquis realizaremos el siguiente boceto con la herramienta “Spline” para ayudarnos a crear más adelante nuestra curva proyectada.

Figura 8.52. Realizar croquis según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Nuestra curva tendrá que visualizarse de la siguiente manera si se ejecutó de manera correcta.

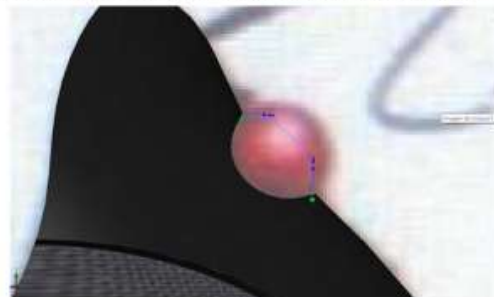
Figura 8.53. Visualizar paso anterior



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

49. Realizaremos el siguiente croquis coincidente con cada punto del sólido y damos forma libre como se muestra en la siguiente imagen.

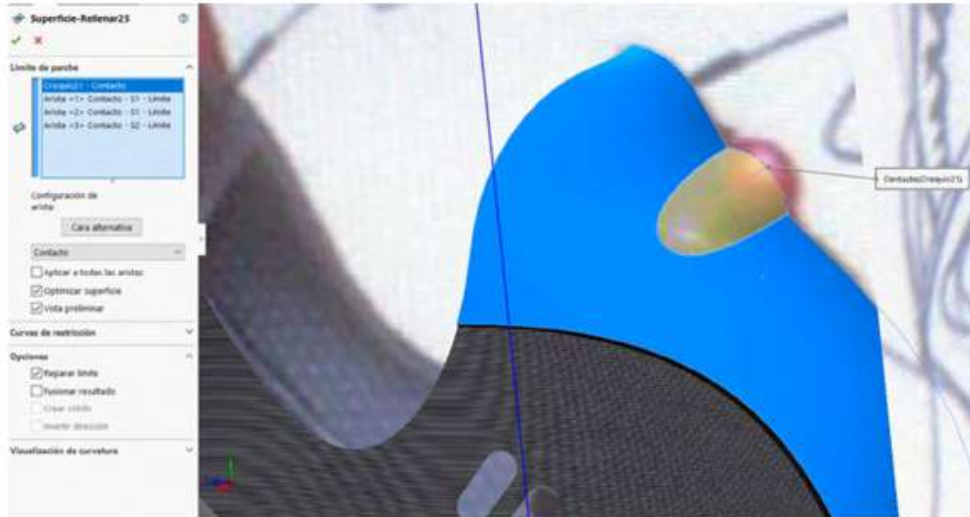
Figura 8.54. Realizar coincidencias inteligentes



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

50. Ahora procederemos a utilizar la herramienta “Superficie-Rellenar” y seleccionaremos las aristas tal y como se muestra en el *property manager*, tomando como contacto el croquis realizado en el paso anterior.

Figura 8.55. Rellenar mediante superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

51. En un nuevo plano vista lateral procederemos a seleccionar la herramienta “Spline” y daremos la forma adecuada tal y como se adecue a la imagen propuesta que tomamos como referencia.

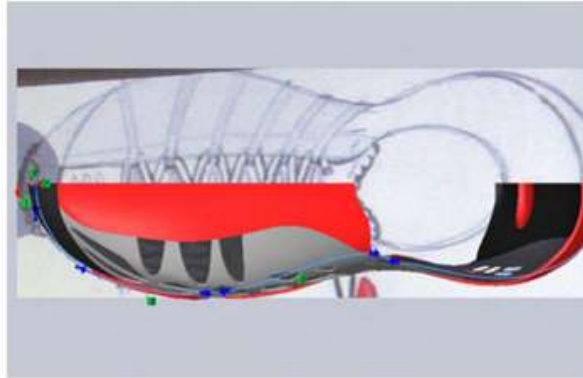
Figura 8.56. Realizar croquis mediante spline según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

52. Seleccionaremos un nuevo croquis “Vista planta” y crearemos un nuevo boceto con ayuda de la herramienta “Spline”, y la adecuaremos de manera que coincida con nuestra imagen proyectada.

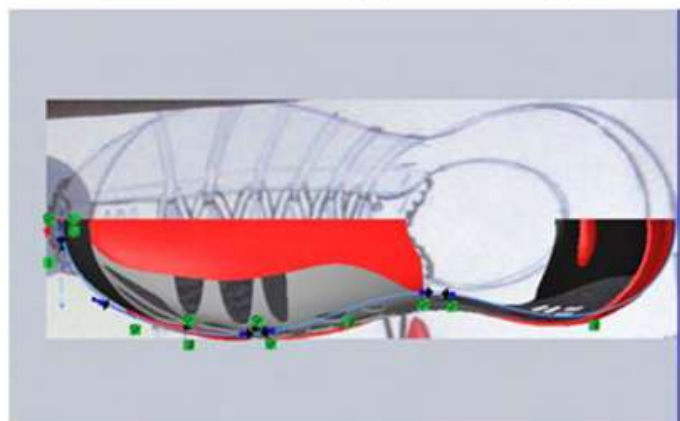
Figura 8.57. Cambiar de plano y realizar la operación anterior



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

53. Con ayuda de la herramienta “Curva” procederemos a seleccionar los croquis anteriormente realizados y realizaremos la curva con ayuda de nuestra herramienta que deberá visualizarse como en la siguiente imagen si se proyectó de manera correcta.
54. Seleccionaremos nuevamente un plano “planta” y con ayuda de la herramienta “Spline” haremos un boceto adecuándose a la imagen que tenemos como referencia proyectada en la parte inferior.

Figura 8.58. Realizar una proyección de croquis



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

55. Seleccionaremos un nuevo plano “Vista lateral” y con ayuda de la herramienta “Spline” crearemos el siguiente boceto adecuándose a la parte inferior del tenis, siendo coincidente entre el sólido y la imagen lateral proyectada.

Figura 8.59. Realizar croquis según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

56. Teniendo los dos croquis anteriores realizados procederemos a crear una nueva “Curva proyectada”, seleccionando los mismos, y deberá visualizarse en la figura 8.59.
57. En un nuevo croquis “Vista lateral” realizaremos el siguiente boceto con ayuda de “Splines” para cerrar el boceto propuesto para proceder a recubrir, los “Splines” tienen que tocar tanto el sólido de la parte inferior como las aristas de las curvas proyectadas.

Figura 8.60. Preparar para recubrir mediante superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

58. Seleccionaremos la herramienta “Límite por superficie” y seleccionaremos los croquis anteriormente realizados como dirección 1 y tomando como referencia de “Dirección 2” o “Curvas guía” los “Spline” creados de manera lateral, tal como se muestra en el *property manager*.

Figura 8.61. Recubrir por límite por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

59. Procederemos a usar la herramienta “Límite por superficie” para cerrar las uniones faltantes del sólido como se muestra a continuación.

Figura 8.62. Cerrar uniones mediante límite por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.



Procederemos a cerrar el siguiente croquis para ayudarnos a cerrar la pieza completamente de la parte inferior.

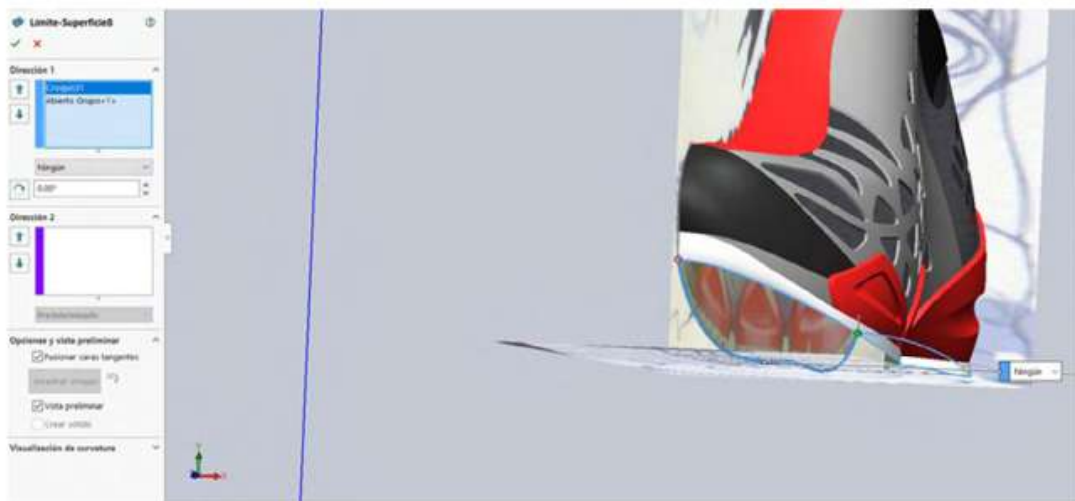
Figura 8.63. *Terminar de cerrar la parte inferior*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

60. Seleccionamos la herramienta “Límite superficie” y procederemos a seleccionar dirección 1, el croquis anteriormente creado, y seleccionaremos como grupo abierto la arista paralela al croquis y damos “Aceptar” para generar nuestra superficie.

Figura 8.64. *Rellenar mediante límite por superficie*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Ahora escogemos un plano “Vista lateral”, para proceder a crear el croquis que se muestra a continuación, este nos servirá más adelante como referencia de corte.

*Nota:* Tomen como referencia la imagen proyectada que nos está sirviendo como guía.

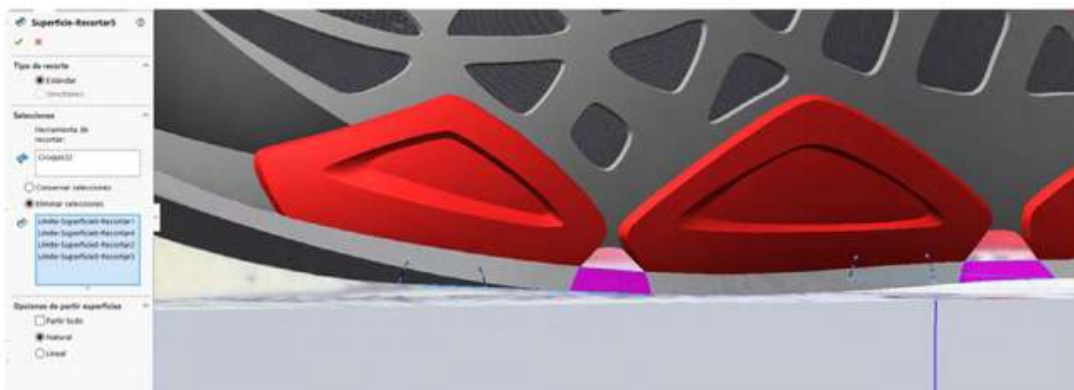
Figura 8.65. Realizar croquis para preparación de corte



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

61. Procederemos a seleccionar la herramienta “Superficie-Recortar”, escogemos la opción “Estándar” y seleccionaremos las caras mostradas tanto en la imagen como en el *property manager* para generar de manera correcta nuestro corte.

Figura 8.66. Realizar recorte mediante superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

Procederemos a aplicar la herramienta de “Superficie Coser” encontrada en la barra de herramientas dentro de “Superficies”, y procederemos a coser todas las partes de la pieza creada. Deberá visualizarse como el *property manager* de la imagen.

Figura 8.67. Coser superficies y fusionar entidades



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

De nuevo procederemos a aplicar la herramienta de “Superficie-Coser” y seleccionamos todas las caras restantes, como se muestra en la imagen.

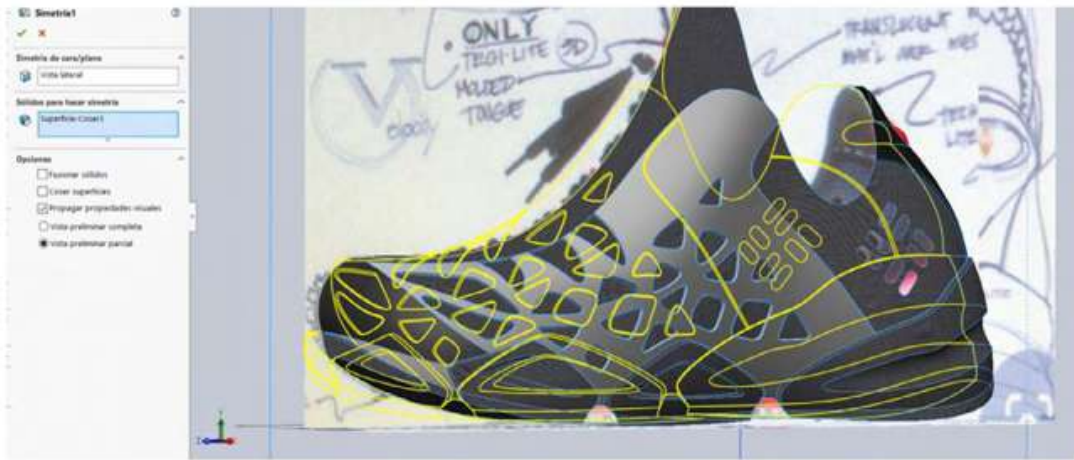
*Nota:* Se hicieron dos operaciones coser para no sobrecargar la herramienta con una sola operación.

62. Enseguida procederemos a aplicar la herramienta “Simetría” está la podremos encontrar en la barra de herramientas tal como se nos muestra en la siguiente imagen.

*Nota:* Ahí también podremos encontrar cualquier comando que necesitemos y no esté a la vista.

63. Con la herramienta “Simetría” seleccionada procederemos a seleccionar en “Simetría cara/plano” y seleccionamos “Plano vista lateral” como primera referencia para hacer la simetría, después seleccionamos la opción dentro del *manager* llamada “Sólidos para hacer simetría” y seleccionamos la superficie anteriormente cosida.

Figura 8.68. Realizar simetría de las operaciones anteriores



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.

64. Ahora utilizaremos la herramienta “Curva compuesta” para crear curvas en los extremos del sólido, para ello seleccionaremos todas las aristas tal y como se nos muestra en el *property manager*.

Figura 8.69. Seleccionar aristas por curva compuesta



Fuente: Elaboración propia.

65. Nuestras curvas compuestas deberán visualizarse de la siguiente manera si se ejecutó el comando correctamente.

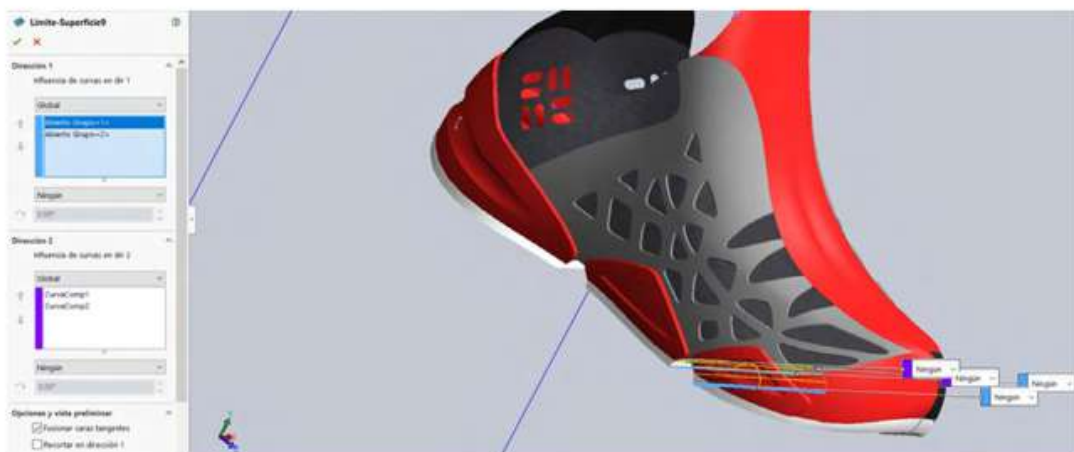
Figura 8.70. Repetir instrucción de operación de curva compuesta



Fuente: Elaboración propia.

66. Procederemos a seleccionar la herramienta “Límite superficie” y procederemos a seleccionar las aristas de la parte inferior del tenis tal como se muestra en la imagen y el *property manager*.

Figura 8.71. Rellenar por límite de superficie



Fuente: Elaboración propia.

Ahora procederemos a seleccionar la herramienta “Límite por superficie”, y seleccionaremos las aristas de la parte inferior del tenis, como se muestra en el *property manager*.

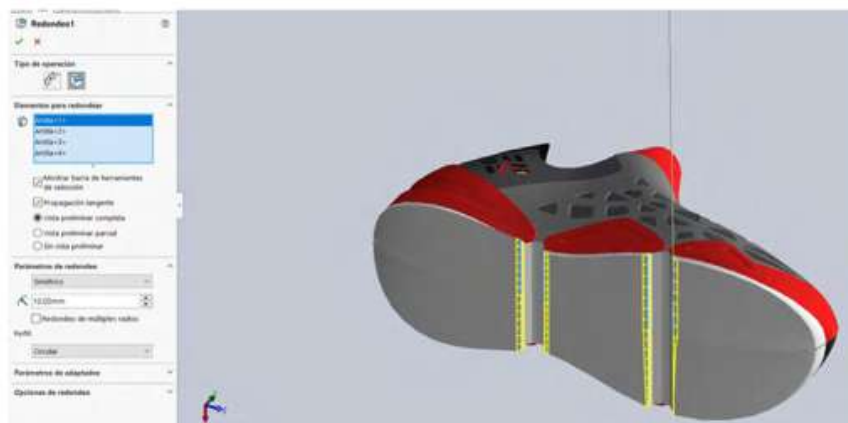
Figura 8.72. *Recubrir por superficie*



Fuente: Elaboración propia.

67. Enseguida coseremos nuestra pieza de nuevo para sellarla y proceder con los pasos siguientes. Seleccionaremos todas las caras de la pieza para dar un sellado correcto a nuestra pieza.
68. Seleccionaremos el comando “Redondeo”, el cual podremos encontrar en la sección de “Superficies” o de “Sólidos” y aplicaremos un redondeo de 10 mm en las aristas inferiores de la suela del tenis, como se muestra en la imagen.

Figura 8.73. *Realizar redondeos en aristas*

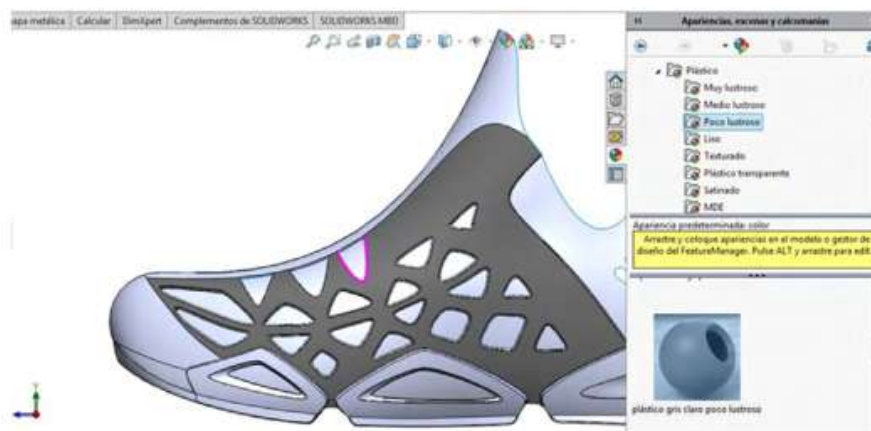


Fuente: Elaboración propia.

69. Lo siguiente que haremos será darle materiales a nuestra pieza; para ello seleccionamos el apartado de “Editar la apariencia”, que podemos encontrar fácilmente dentro de nuestro programa SolidWorks.

Ahora procederemos a darle materiales adecuados a nuestra pieza, en nuestro caso aplicaremos un material “Poco lustroso” y seleccionaremos dentro de sus opciones la apariencia cuyo nombre es “Plástico gris poco lustroso” y aceptamos.

Figura 8.74. Aplicar materiales

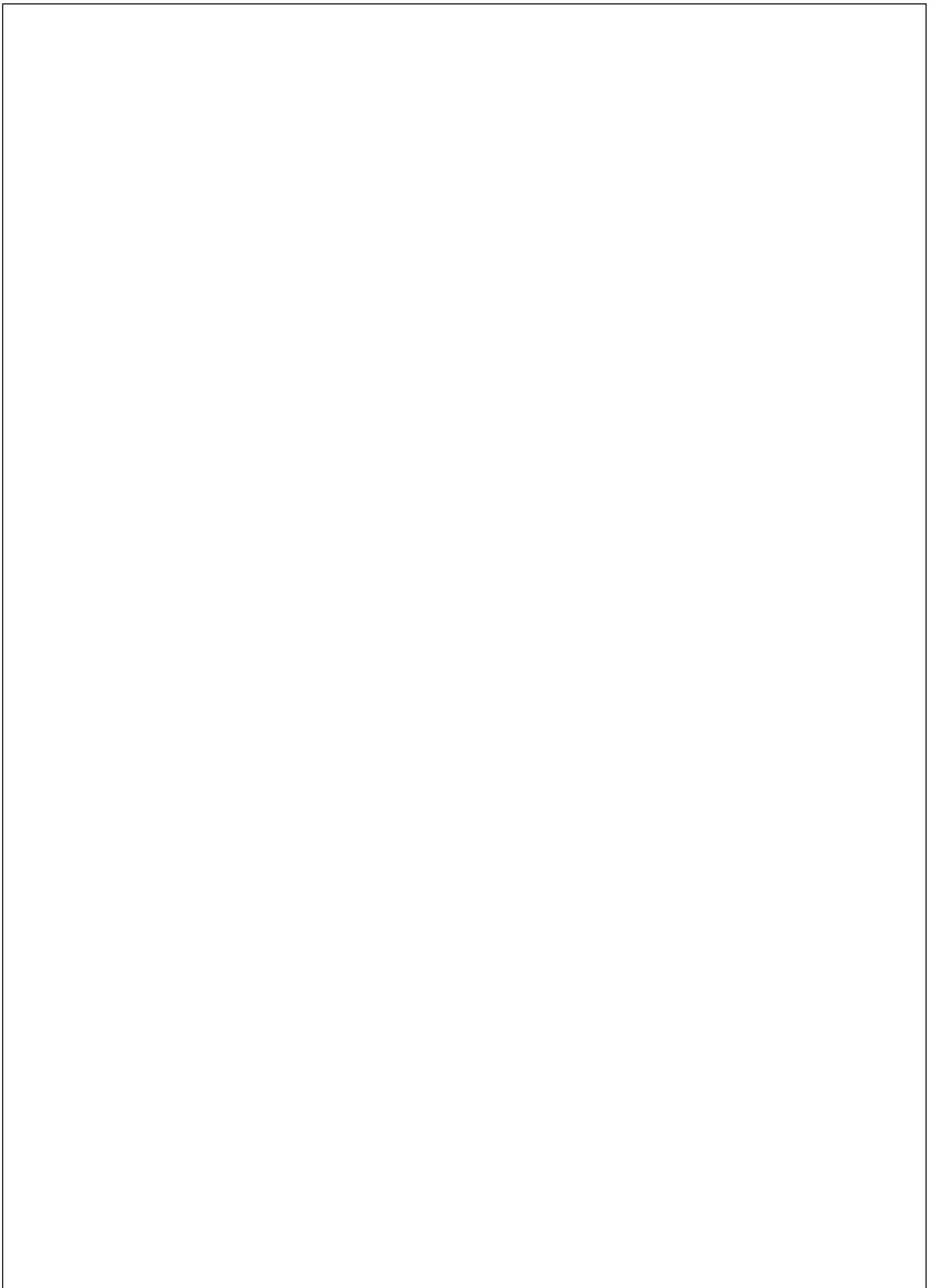


Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.75. Renderizar producto



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 11.





## 9. Aplicación de materiales y técnicas de recubrir en superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

ENRIQUE ROCHA RANGEL\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.09>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de técnicas mediante el diseño de pieza entrelazada con patrones, mediante imágenes, patrones y deformaciones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de piezas, objetos o productos con superficies amorfas y patrones estampados de un producto de patrones y simetrías, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, materiales, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

\*\* Doctor en Materiales. Profesor investigador y titular del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-2, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8654-3679>

PRÁCTICA 12: DISEÑO DE PIEZA ENTRELAZADA CON PATRONES

Figura 9.1. *Práctica por patrones y secuencias*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 12.

## Práctica 12: Diseño de un producto de patrones

### *Objetivo de la práctica:*

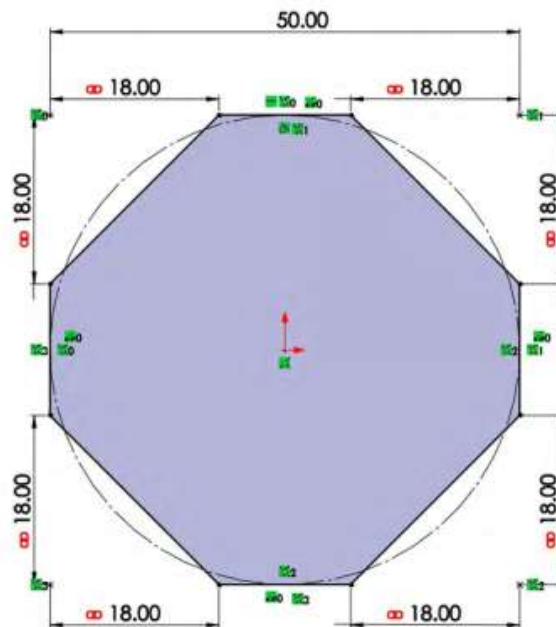
Transformar un cuerpo 3D prediseñado en un molde de forma libre. Convertir un cuerpo sin volumen en un sólido. Crear trayectorias con herramientas de diseño 2D y crear sólidos. Cortar cuerpos sólidos en la creación de nuevos componentes.

### **Competencias:**

- \*Importar cuerpos sólidos para crear moldes.
- \*Crear croquis en planos de trabajo a partir de un origen de coordenadas.
- \*Aplicar recortes a planos para separar en más componentes libres (planos libres).
- \*Extruir sketches 2D en superficies 3D.
- \*Coser componentes (sketches extruidos) para conversión en sólidos.
- \*Importar formas 3D incluidas en cuerpos sólidos y eliminarlos.
- \*Crear patrones con sólidos 3D.
- \*Rellenar superficies con trayectorias.

1. Antes de comenzar, verifica que las unidades estén en milímetros.
2. Para iniciar, realizaremos un croquis en plano planta.

Figura 9.2. Realizar croquis y dimensiones



Fuente: Elaboración propia.

3. Realizar una extracción en 5 mm, con una distancia de por medio de 70 mm.

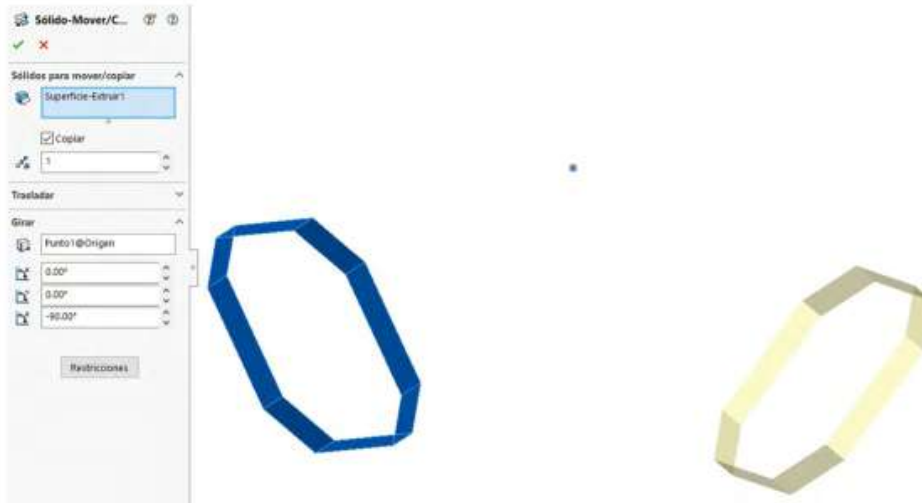
Figura 9.3. Realizar operación extruir por superficie



Fuente: Elaboración propia.

- Realizaremos la misma operación de la extrucción, pero ahora utilizando la copia y posición de 90° (mover y copiar).

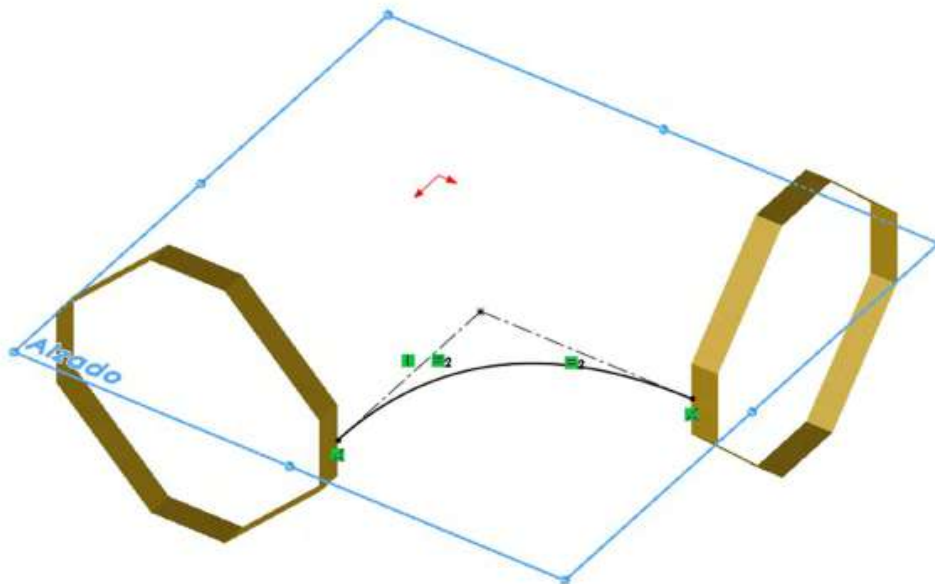
Figura 9.4. Operación mover/copiar mediante opción de ángulo



Fuente: Elaboración propia.

- En un plano alzado realizar un croquis cerrado cerrando espacios entre planos.

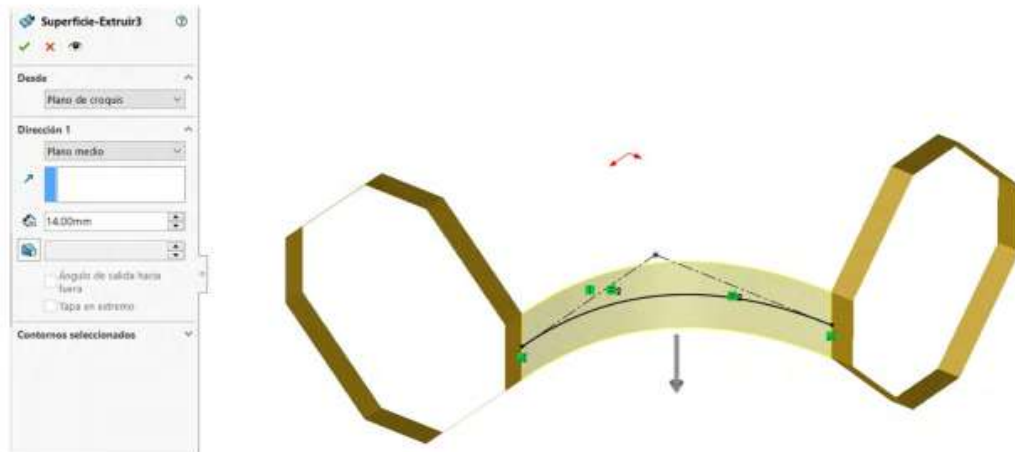
Figura 9.5. Realizar croquis cerrando espacios entre planos



Fuente: Elaboración propia.

## 6. Utilizando “Extruir mediante superficies”, a partir de plano medio, 14 mm.

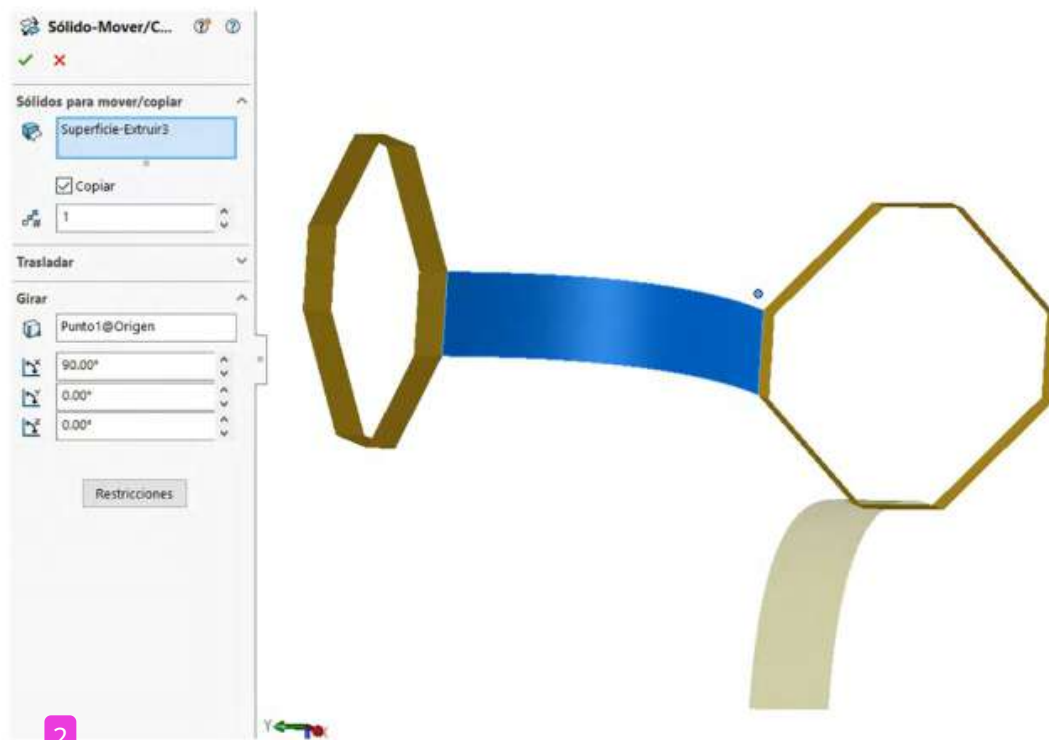
Figura 9.6. Realizar extruir por plano medio



Fuente: Elaboración propia.

## 7. Seguir con “Mover/copiar”, para otra posición.

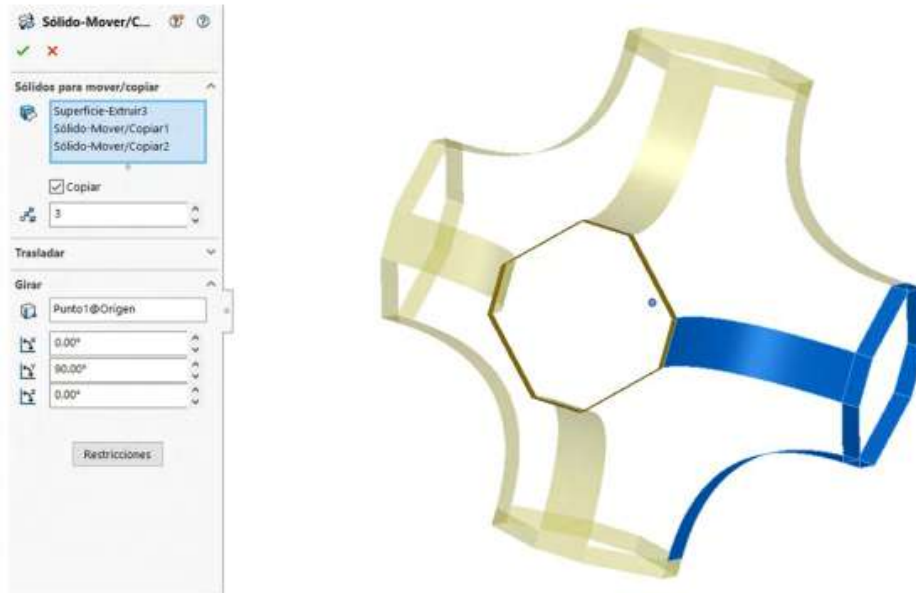
Figura 9.7. Realizar operación mover/copiar opción por ángulo



Fuente: Elaboración propia.

8. Continuar con la misma instrucción (mover y copiar), tratando de formar la mayor parte de nuestra pieza.

Figura 9.8. Repetir operación cambiando el eje



Fuente: Elaboración propia.

9. Complementar con simetría.

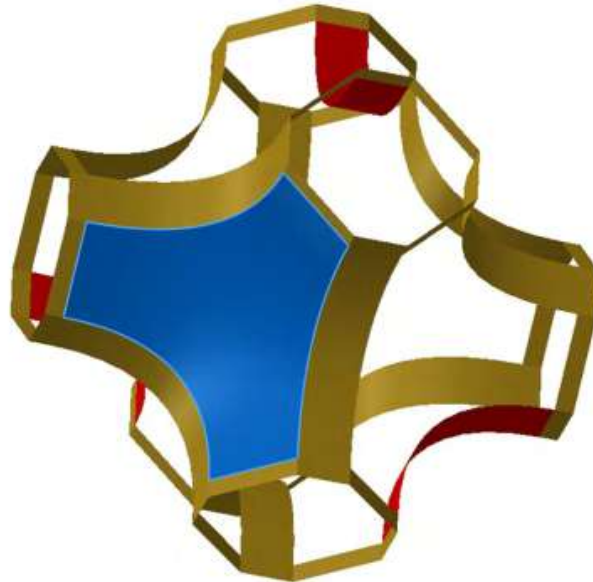
Figura 9.9. Completar con simetría



Fuente: Elaboración propia.

10. Realizar una técnica de coser para las superficies y empezar a rellenar.
11. Mediante técnica de “Rellenar por superficies”, se seleccionan las aristas en el apartado de “Límite de parche”, con la opción de “Tangente”.

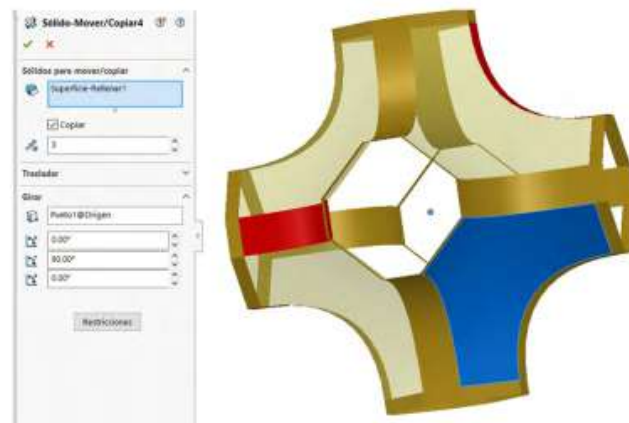
Figura 9.10. Rellenar mediante superficie



Fuente: Elaboración propia.

12. Utilizando la técnica de “Mover/copiar”, rellenar las otras tres entidades de un lado y al final utilizar simetría para completar todas las partes a rellenar.

Figura 9.11. Aplicar operación de mover/copiar mediante opción ángulo

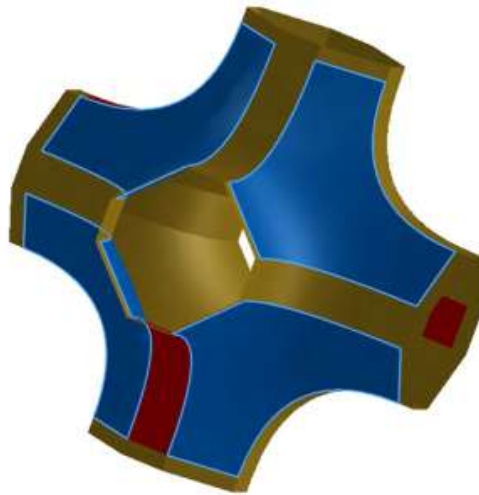


Fuente: Elaboración propia.



13. Resultado de la simetría. Al terminar la simetría aplicar la técnica de coser, ya que realizaremos redondeos.

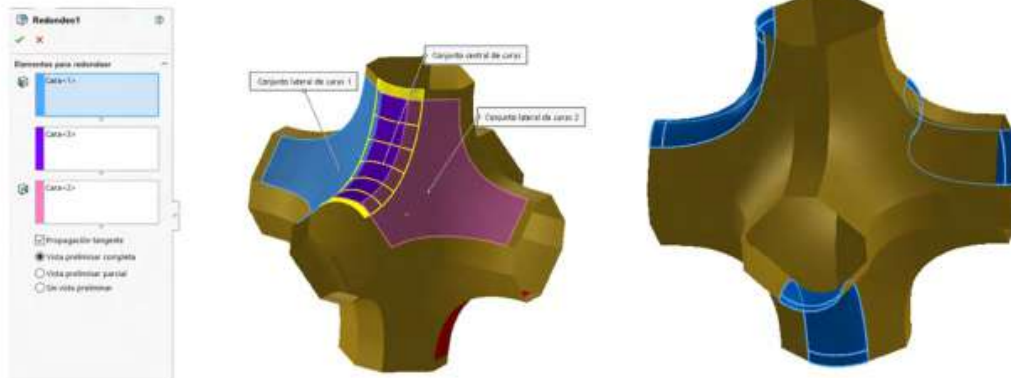
Figura 9.12. Terminar con simetría



Fuente: Elaboración propia.

14. Aplicar un redondeo por caras, con opción tangente; los brazos color azul son tres, donde haremos nuestras extensiones de la pieza.

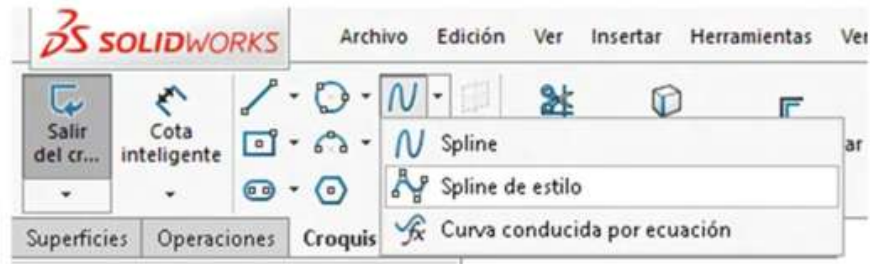
Figura 9.13. Aplicar redondeo por caras



Fuente: Elaboración propia.

15. Para la creación de nuestras extensiones o brazos comenzaremos realizando un croquis en “Plano planta”. Seguido de eso escogeremos la opción “Spline de estilo” (esta se despliega dando clic en la flecha que aparece aun lado de “Spline”).

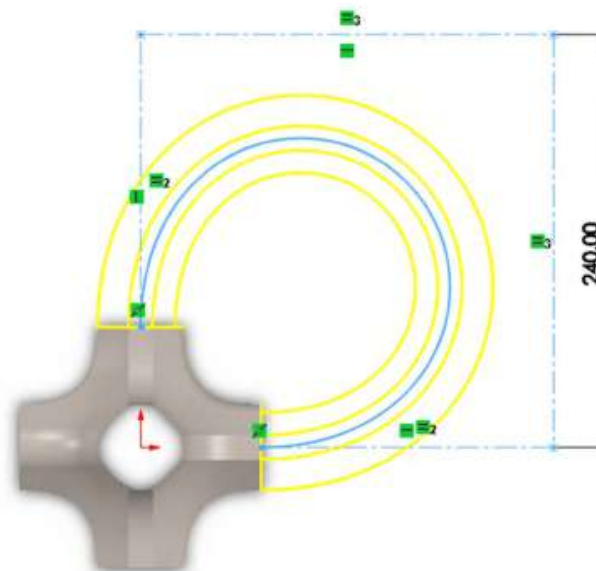
Figura 9.14. Realizar croquis por spline de estilo



Fuente: Elaboración propia.

16. Una vez seleccionada la operación haremos un rectángulo procurando hacer las líneas rectas (la operación es la señal de color azul). Cuando tengamos el rectángulo haremos relaciones de posición para que nuestra “Spline con estilo” tome la forma correcta; le daremos a la línea vertical una media de 240 mm.

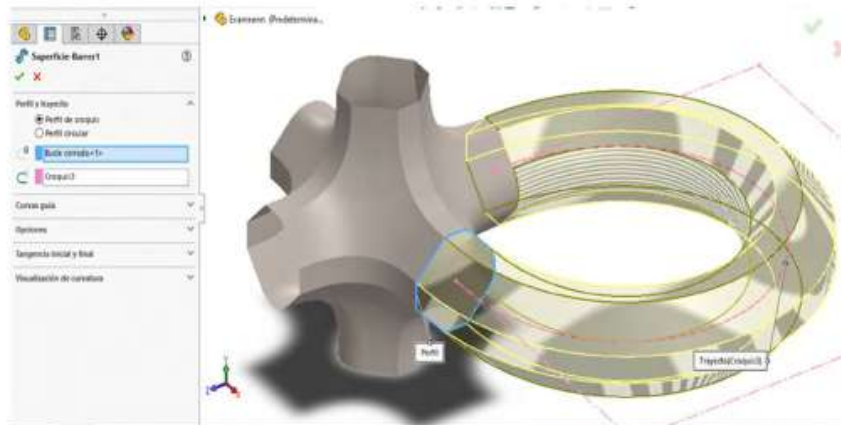
Figura 9.15. Dimensionar croquis



Fuente: Elaboración propia.

- Para ejecutar el comando “Superficie barrer”, se seleccionará el croquis realizado con la “Spline de estilo”, para que sea la trayectoria a seguir (spline rosada), y el perfil a tomar será la parte hexagonal (forma azul).

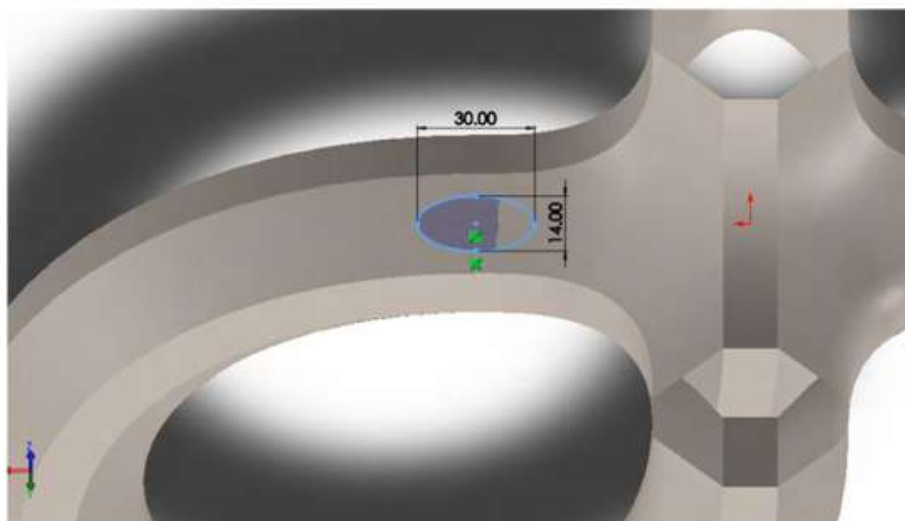
Figura 9.16. Realizar barrido por superficie



Fuente: Elaboración propia.

- Crearemos un nuevo croquis seleccionando la cara delantera de nuestro brazo; donde se entrecruza el centro de la pieza y el brazo. Aquí realizaremos una “Elipse” partiendo del centro marcado, y le daremos las siguientes medidas con una “Cota inteligente”.

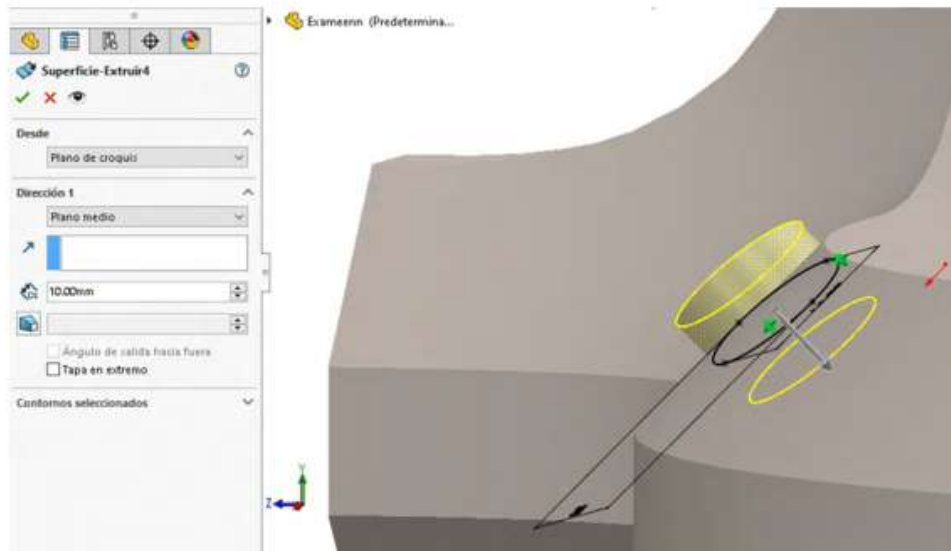
Figura 9.17. Realizar croquis para corte



Fuente: Elaboración propia.

19. Ahora utilizaremos la operación “Extruir superficie” y en la “Elipse se seleccionará “Plano medio” y le daremos un valor de 10 mm.

Figura 9.18. Realizar operación extruir por plano medio



Fuente: Elaboración propia.

20. Para crear la secuencia de orificios tendremos que realizar un croquis 3D (este será nuestra trayectoria a seguir). A continuación haremos una copia de nuestra “Spline con estilo”.

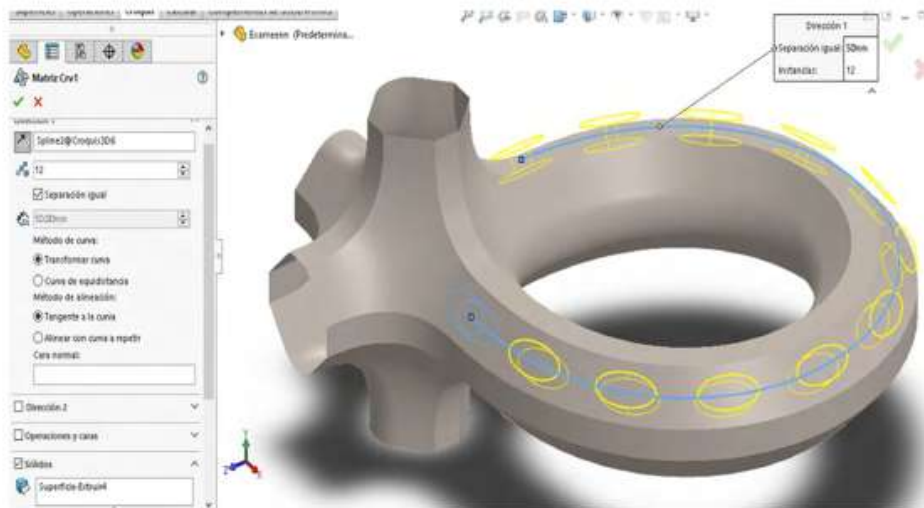
Figura 9.19. Realizar una ruta para matriz



Fuente: Elaboración propia.

21. Con el croquis de la “Elipse” y el “Croquis 3D”, ya te permitirá poder ejecutar tu operación de matriz circular, y colocaremos que necesitamos 12. Cuando estos estén hechos crearemos una simetría tomando como referencia “Plano planta” (para así tener extruir en ambas direcciones).

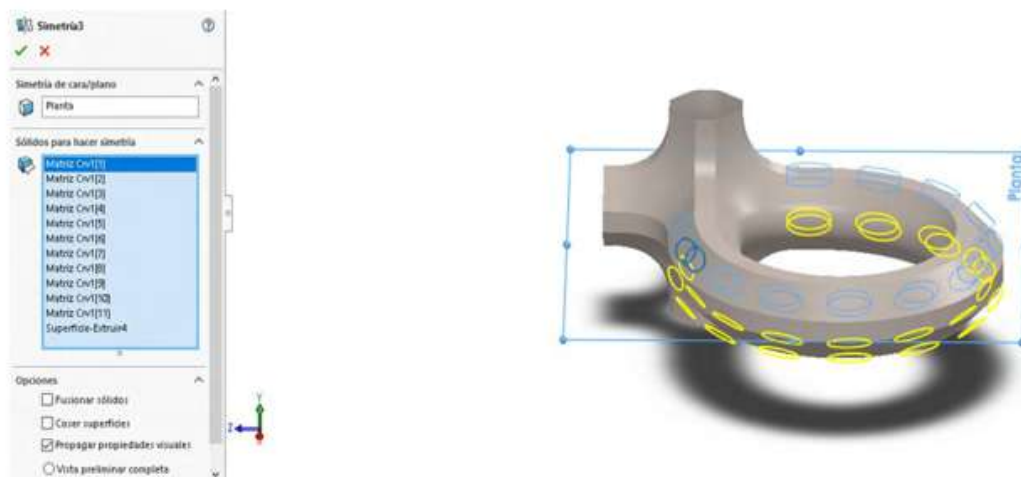
Figura 9.20. Realizar matriz por curva conducida



Fuente: Elaboración propia.

22. Realizar simetría para tener dos filas de cortes en el mismo brazo.

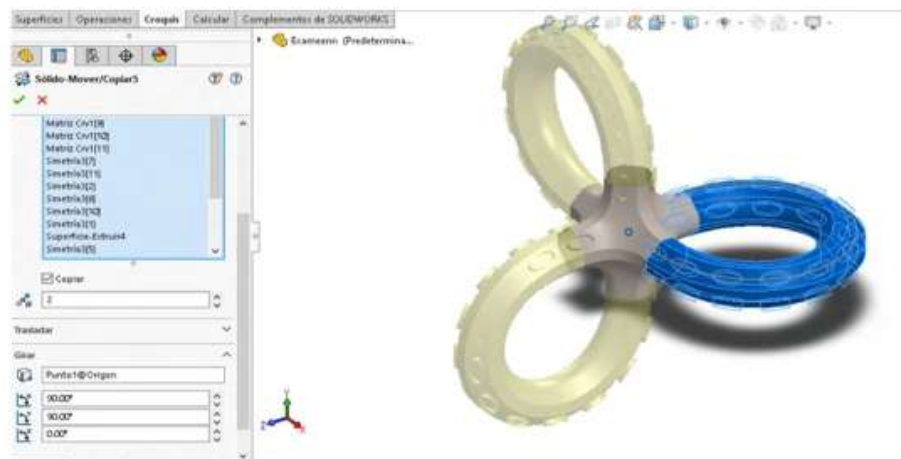
Figura 9.21. Realizar simetría



Fuente: Elaboración propia.

23. Para poder completar los brazos faltantes utilizaremos la operación “Sólido Mover/Copiar”. Seleccionamos toda las operaciones anteriormente ejecutadas y nuestro punto para girar será el origen; toma en cuenta que los valores para X, Y serán de  $90^\circ$ .

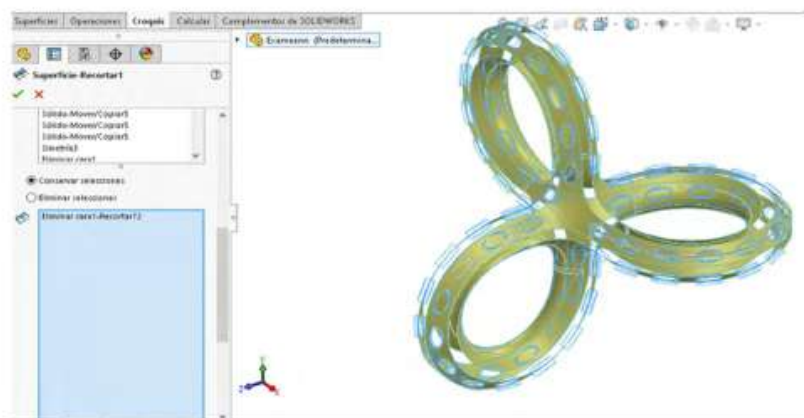
Figura 9.22. Mediante operación mover/copiar y opción en ángulo



Fuente: Elaboración propia.

24. Para crear el corte de los orificios seleccionaremos la operación “Superficie/Recortar” y tomaremos los comandos que nos permitieron realizar los brazos (la matriz circular, las simetrías), como se muestra en la imagen (operaciones en color azul), y la pieza a mantener será la cara de nuestros brazos (operación en amarillo).

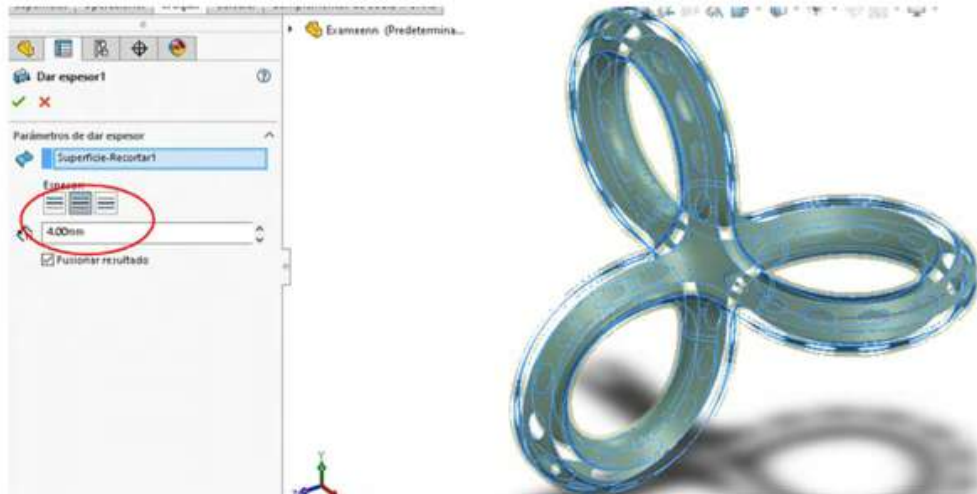
Figura 9.23. Realizar recorte por superficie



Fuente: Elaboración propia.

25. Para finalizar dar un espesor a la pieza de 4 mm por ambos lados y los redondeos de 2.75 mm. Agregar un material para realizar el renderizado de nuestra pieza terminada.

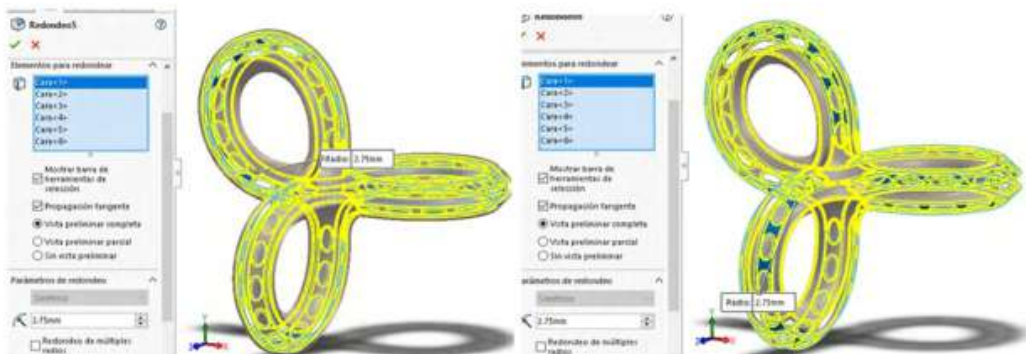
Figura 9.24. Aplicar espesor



Fuente: Elaboración propia.

26. Redondear en radio de 2.75 mm, las aristas de los brazos y las aristas de cada orificio.

Figura 9.25. Aplicar redondeos en aristas



Fuente: Elaboración propia.

## 27. Aplicar material y obtener un excelente render de la pieza creada.

Figura 9.26. *Renderizar producto con material*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 12.



## 10. Multicuerpos en diseño de una esfera mediante patrones

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

ENRIQUE ROCHA RANGEL\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.10>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de técnicas mediante el diseño de multicuerpos en productos mediante patrones, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de piezas, objetos o productos con superficies amorfas y patrones de matrices y simetrías y aplicación de líneas auxiliares, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D. Este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, materiales, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

\*\* Doctor en Materiales. Profesor investigador y titular del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-2, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8654-3679>

PRÁCTICA 13: PRODUCTO ESFÉRICO MEDIANTE PATRONES AMORFOS ENTRELAZADOS

Figura 10.1. *Práctica de un producto mediante patrones amorfos y entrelazados*



Fuente: Art work design stl files light cover 3d printer files cnc 3d model stl cnc relief free shipping - AliExpress

## **Práctica 13: Diseño de productos mediante combinación para realizar sólidos**

### ***Objetivo de la práctica:***

Crear diseños mediante técnicas de patrones, dimensionado y aplicando líneas auxiliares en el croquis creado. Recortar los excesos y unir las polilíneas creadas durante el proceso. Utilizar otras vistas para crear croquis y rellenar mediante superficies ambos croquis. Paso seguido aplicar apariencias.

### **Competencias:**

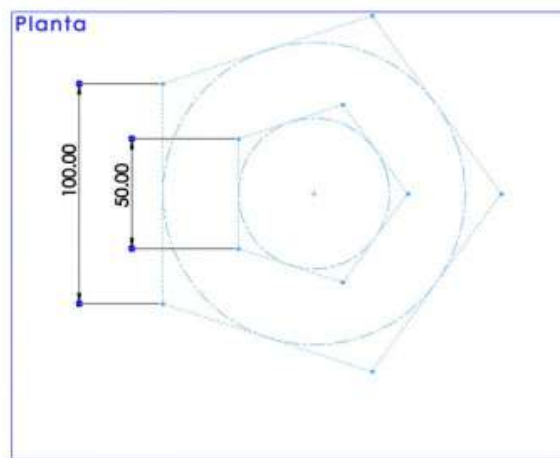
- \* Crear croquis y dimensionar; operaciones básicas (manejo de línea y línea constructiva).
- \* Croquizar/Spline (croquizado respecto a línea constructiva).
- \* Extruir pieza.
- \* Redondear superficies.
- \* Multicuerpos, cortes y proyecciones de líneas.
- \* Matriz.
- \* Barrido con variante de torsión.
- \* Aplicar espesor.
- \* Proyecciones.
- \* Equidistancias de superficies.
- \* Simetrías.
- \* Sólido/mover o copiar mediante posición angular.
- \* Crear patrones con sólidos 3D.
- \* Rellenar superficies con trayectorias.
- \* Patrón de trayecto y posición angular.
- \* Deformación por opción a proyectar a una superficie.

Creación de matrices para una cúpula, utilizando diferentes técnicas, como combinar, para que toda la pieza se convierta en un sólido único y elimina el material que oculta de un sólido principal seleccionado.

Realizaremos una serie de preparación para nuestra pieza.

1. Iniciamos en “Plano planta” mediante un croquis en milímetros, de dos polígonos de cinco lados, como auxiliares (líneas punteadas).

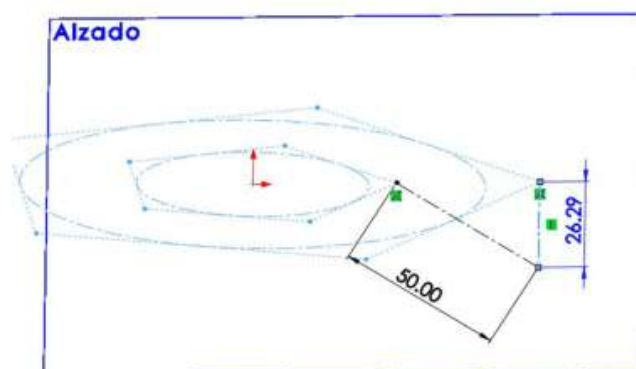
Figura 10.2. Croquizando con dimensiones



Fuente: Elaboración propia.

2. En un “Plano alzado” realizamos un par de líneas auxiliares, como se indica en la imagen, relacionando los puntos de agarre entre los croquis, mediante “Relaciones inteligentes coincidentes”.

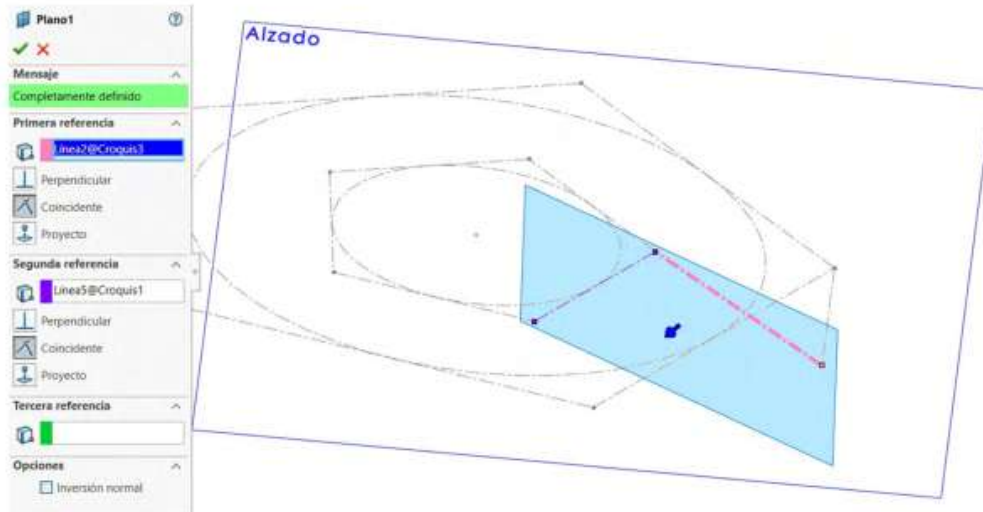
Figura 10.3. Realizar líneas auxiliares



Fuente: Elaboración propia.

3. Realizamos un plano nuevo mediante dos relaciones, una línea del polígono pequeño y la otra con la línea del croquis anterior.

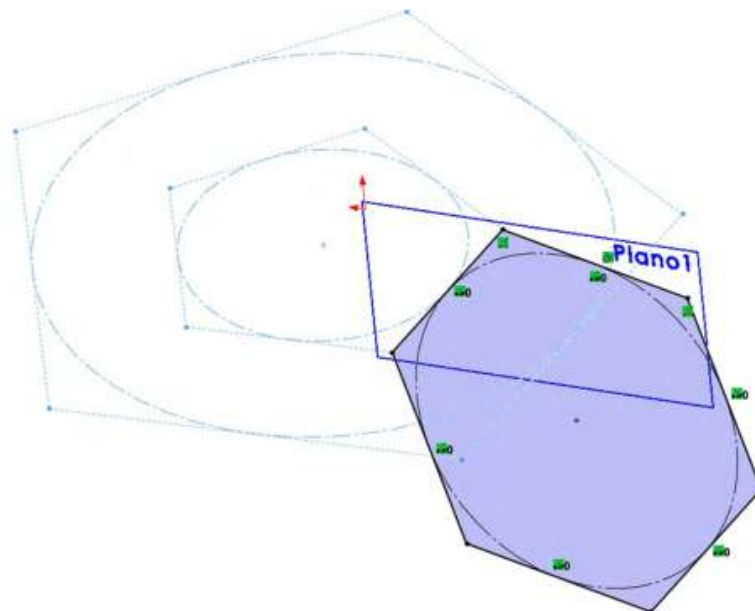
Figura 10.4. Mover plano con referencia de líneas



Fuente: Elaboración propia.

4. En este plano realizaremos un croquis de un polígono de seis lados.

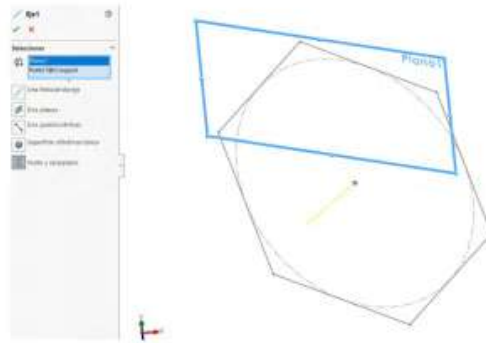
Figura 10.5. Realizar croquis de polígono en plano nuevo



Fuente: Elaboración propia.

5. Crear un eje mediante el punto central del polígono anterior y el plano del mismo croquis.

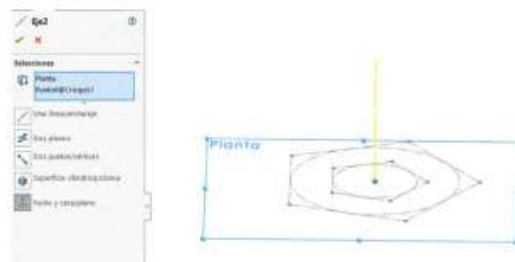
Figura 10.6. Realizar eje



Fuente: Elaboración propia.

6. De igual forma crear un segundo eje, mediante el primer polígono y su plano.

Figura 10.7. Realizar relaciones para el eje



Fuente: Elaboración propia.

7. Generar un punto mediante la opción de intersección de los dos ejes anteriores.

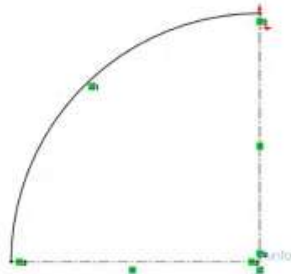
Figura 10.8. Realizar un segundo eje



Fuente: Elaboración propia.

8. El siguiente paso es crear un arco, con la distancia del punto al origen usada como radio.

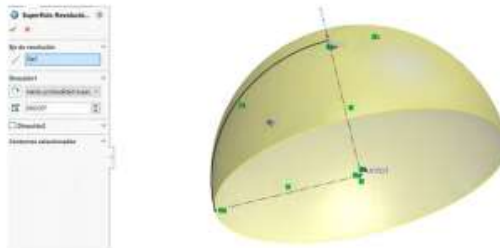
Figura 10.9. Croquis de arco



Fuente: Elaboración propia.

9. Realizar una revolución mediante superficies a 360° en el segundo eje.

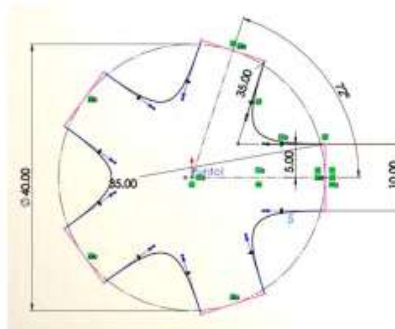
Figura 10.10. Realizar revolución mediante superficies



Fuente: Elaboración propia.

10. En “Plano planta” realizar el siguiente croquis.

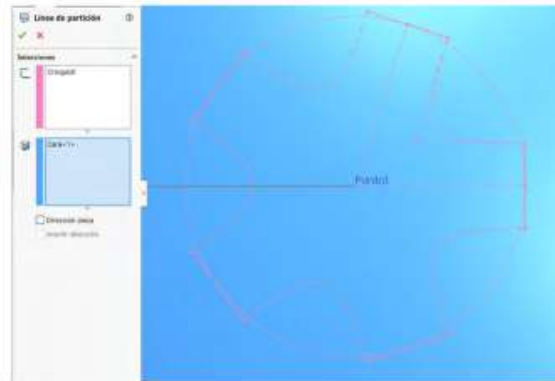
Figura 10.11. Mediante plano planta realizar croquis



Fuente: Elaboración propia.

11. Realizaremos una proyección mediante una línea de partición. Haremos del croquis anterior una pieza independiente con la forma de la revolución anterior.

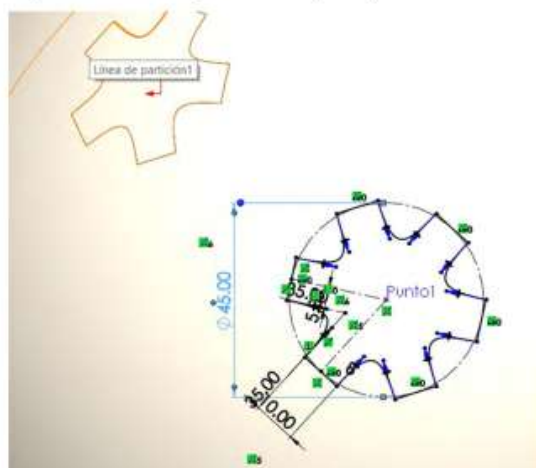
Figura 10.12. Aplicar líneas de partición



Fuente: Elaboración propia.

12. Repetiremos los pasos anteriores, ahora en el plano inclinado que realizamos anteriormente, desde el punto generado. Realizaremos una proyección mediante una línea de partición, luego haremos del croquis anterior una pieza independiente con la forma de la revolución anterior. Realizaremos una proyección mediante una línea de partición, y haremos del croquis anterior una pieza independiente con la forma de la revolución anterior.

Figura 10.13. Proyectar croquis a plano inclinado

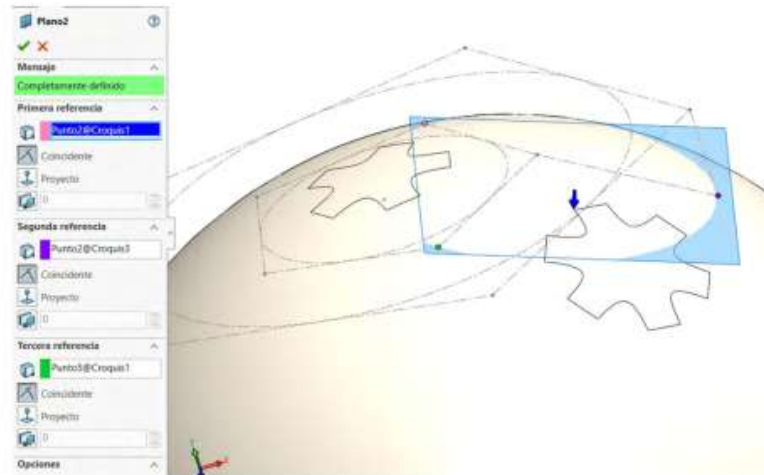


Fuente: Elaboración propia.



13. Seguimos en la preparación de nuestra pieza, creamos un nuevo plano para ello mediante tres referencias, dos de ellas puntos del polígono y el tercer punto será el punto final del croquis anterior.

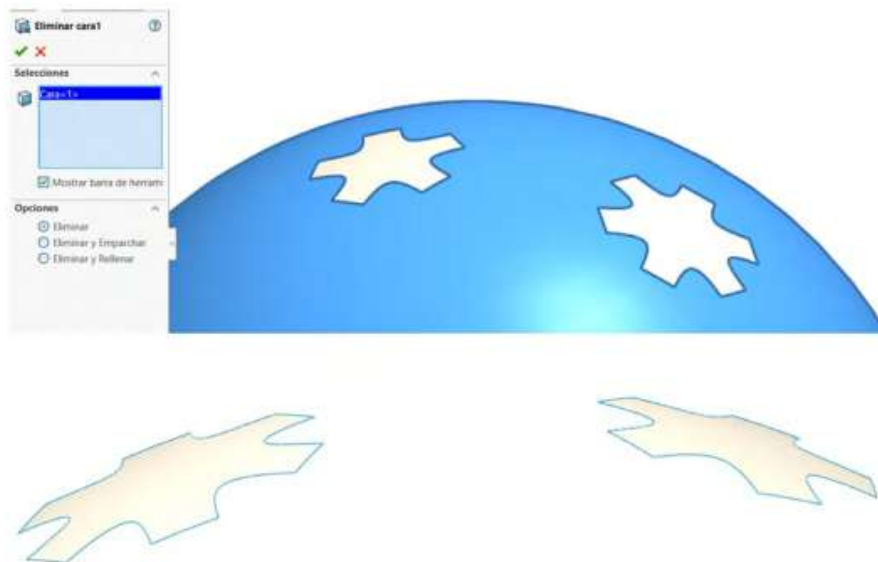
Figura 10.14. Relacionar croquis para plano nuevo



Fuente: Elaboración propia.

14. Eliminamos la cara dejando las dos superficies de estrella que tenemos.

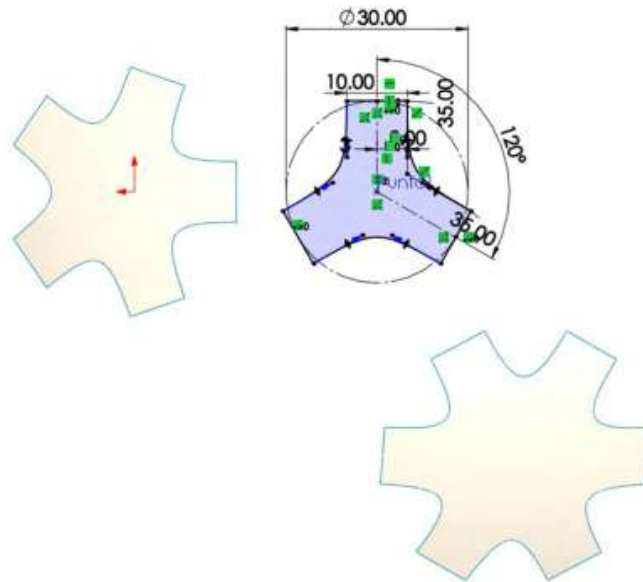
Figura 10.15. Eliminar cara por superficie



Fuente: Elaboración propia.

15. Realizar un croquis en el plano anterior, creado por tres referencias; el centro se tomará del punto en diámetro de 30 mm.

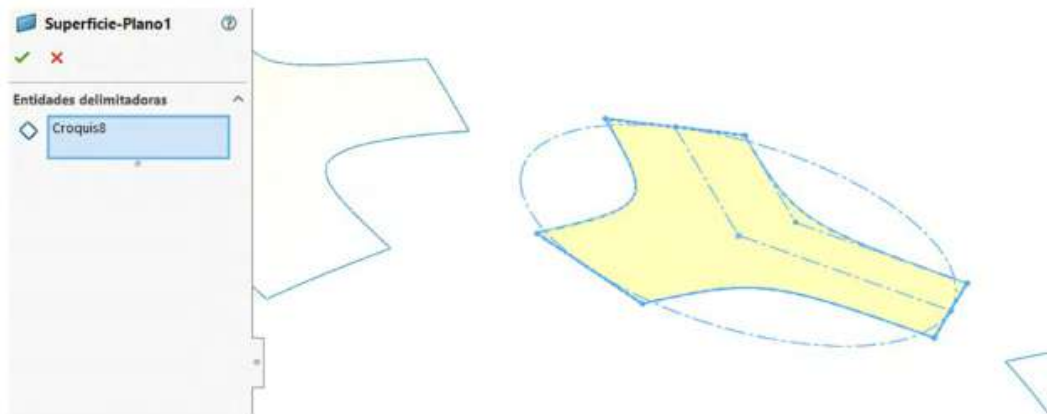
Figura 10.16. Realizar croquis en plano creado



Fuente: Elaboración propia.

16. Crear una superficie plana.

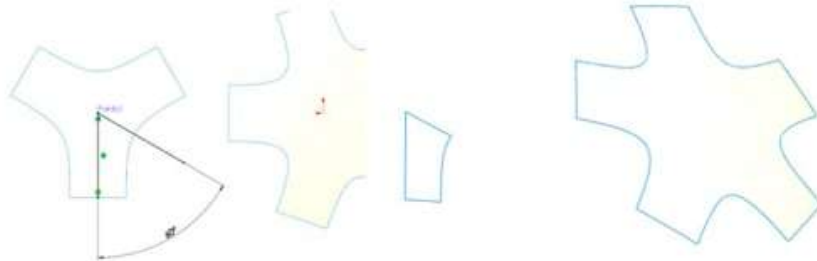
Figura 10.17. Rellenar con superficie plana



Fuente: Elaboración propia.

17. Generar un par de líneas en un croquis en plano anterior, mediante un ángulo de  $60^\circ$ , para realizar un corte.

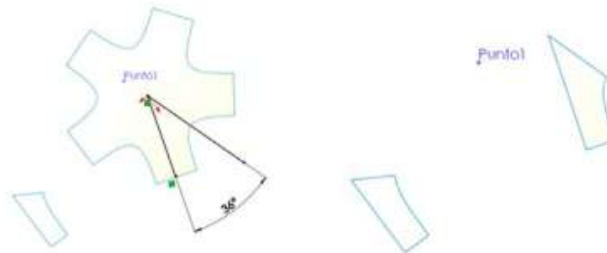
Figura 10.18. Croquizar en ángulo



Fuente: Elaboración propia.

18. Generar un par de líneas en un croquis en plano planta, mediante un ángulo de  $36^\circ$ , desde origen y parte media de una de las líneas rectas, para realizar un corte.

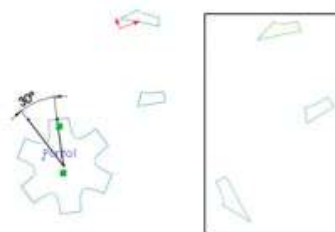
Figura 10.19. Realizar líneas en ángulo



Fuente: Elaboración propia.

19. Generar un par de líneas en un croquis en el plano uno, mediante un ángulo de  $30^\circ$ , desde origen y parte media de una de las líneas rectas, para realizar un corte.

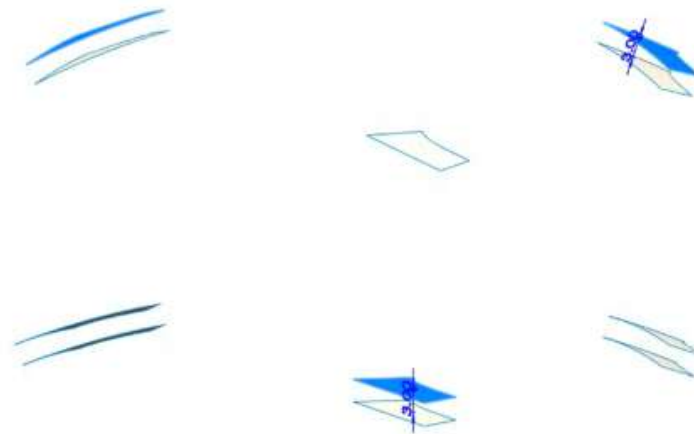
Figura 10.20. Realizar líneas para corte



Fuente: Elaboración propia.

20. Realizar una equidistancia de las superficies en 3 mm de desplazamiento para afuera o arriba de las superficies, repetir la operación de equidistancia con la tercera superficie.

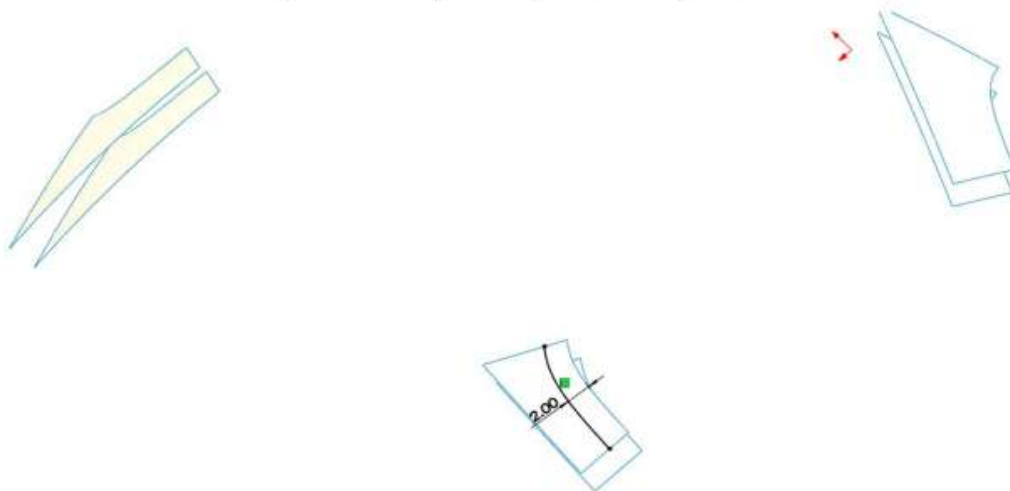
Figura 10.21. *Aplicar equidistancia*



Fuente: Elaboración propia.

21. Realizar un croquis para la superficie de equidistancia anterior, a una distancia de 3; se realizará; mediante “Convertir entidades” y desplazar mediante equidistancia en una distancia de 2 mm hacia dentro.

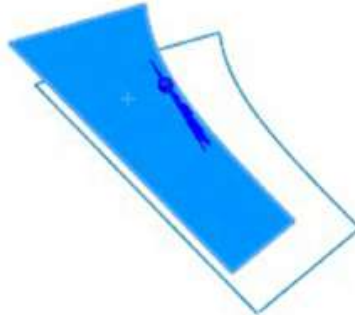
Figura 10.22. *Repetir la operación de equidistancia*



Fuente: Elaboración propia.

22. Se recorta mediante “Recortar por superficies”.

Figura 10.23. Realizar recortes por superficie



Fuente: Elaboración propia.

23. De la misma manera se realizará un corte en las otras dos superficies, en distancia en dos.

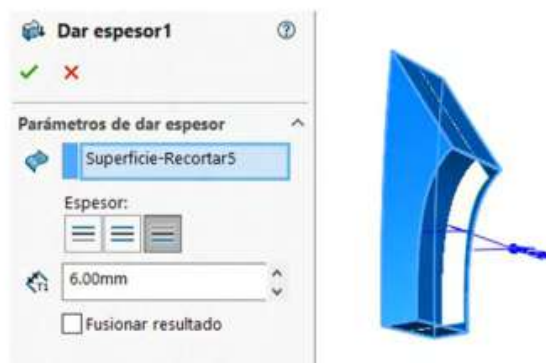
Figura 10.24. Repetir operación de corte por superficie



Fuente: Elaboración propia.

24. Daremos un espesor de 6 mm a las superficies.

Figura 10.25. Aplicar espesor en superficie



Fuente: Elaboración propia.

25. Repetimos la instrucción de dar espesor 3 mm, a la superficie, dejando un escalón.

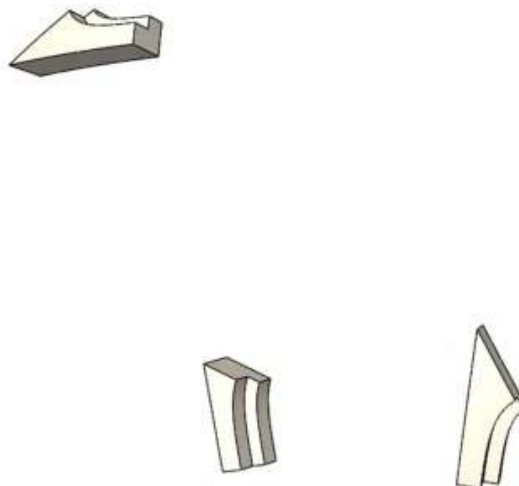
Figura 10.26. Repetir la operación de espesor a superficie



Fuente: Elaboración propia.

26. Este par de instrucciones de dar espesor con los mismos parámetros lo repetimos para las otras superficies.

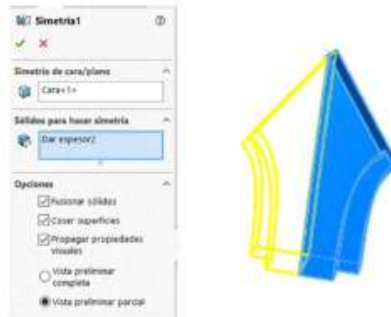
Figura 10.27. Visualizar operaciones



Fuente: Elaboración propia.

27. Realizar una simetría a cada una de las tres piezas de superficies.

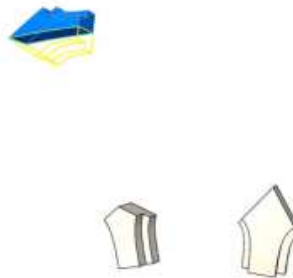
Figura 10.28. *Aplicar simetría*



Fuente: Elaboración propia.

28. Repetir la simetría en ambas piezas faltantes.

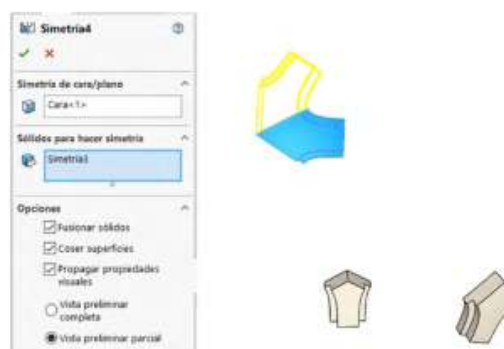
Figura 10.29. *Aplicar simetría en las otras operaciones*



Fuente: Elaboración propia.

29. Realizar nuevamente simetría a la última pieza.

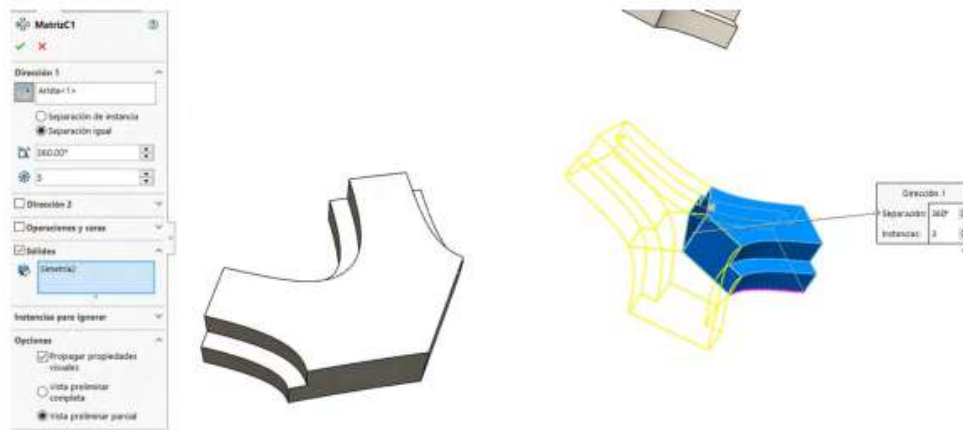
Figura 10.30. *Completar simetría*



Fuente: Elaboración propia.

30. Para la siguiente pieza, realizar una matriz en tres copias, mediante la arista central.

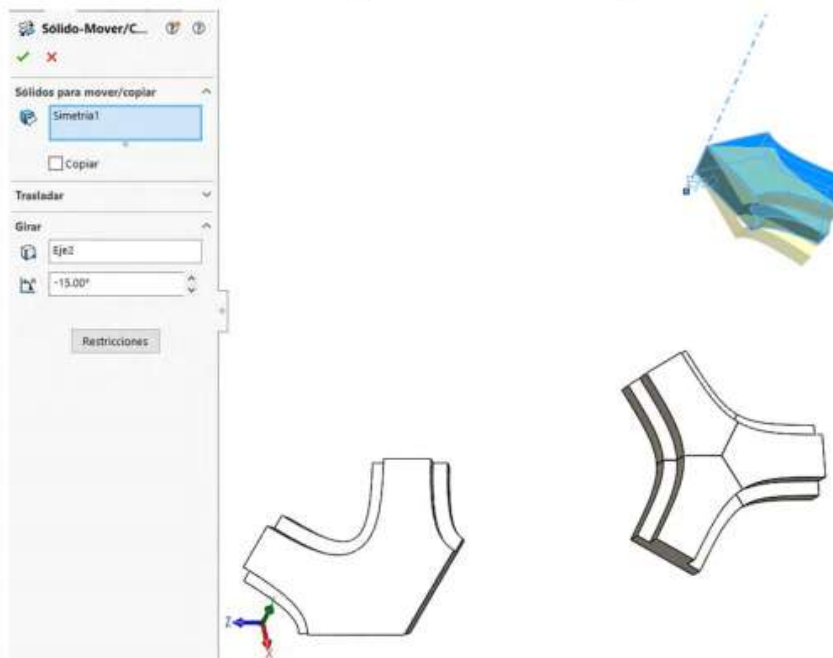
Figura 10.31. Realizar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

31. Realizaremos unos movimientos, utilizando aristas para girar las piezas en  $15^\circ$ .

Figura 10.32. Aplicar movimiento en ángulo

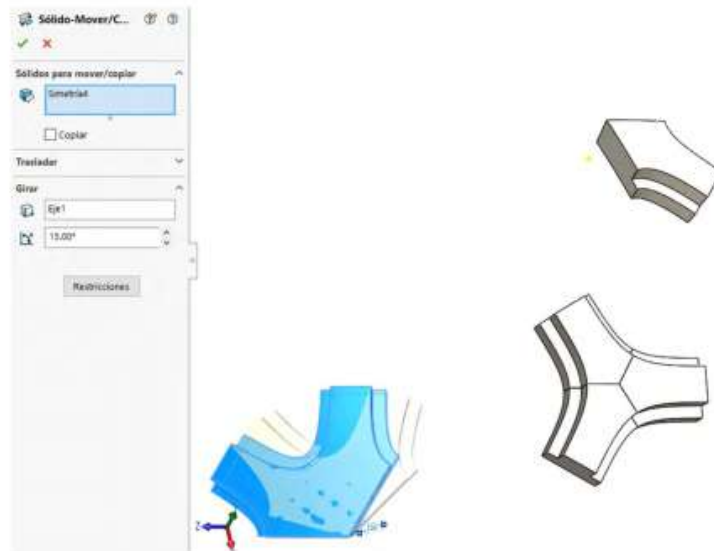


Fuente: Elaboración propia.



32. Realizaremos unos movimientos utilizando aristas para girar las piezas en  $15^\circ$ .

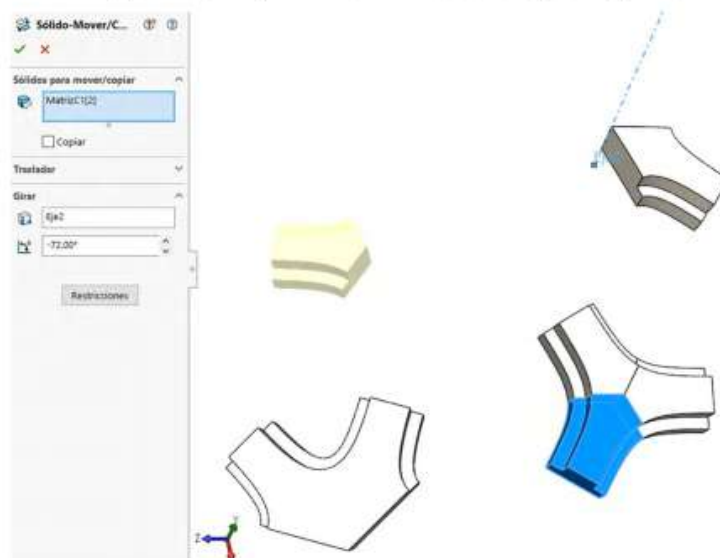
Figura 10.33. Aplicando movimientos en ángulos



Fuente: Elaboración propia.

33. Para esta siguiente pieza realizaremos un movimiento con un giro de  $-72^\circ$ , con un eje de otra de las piezas.

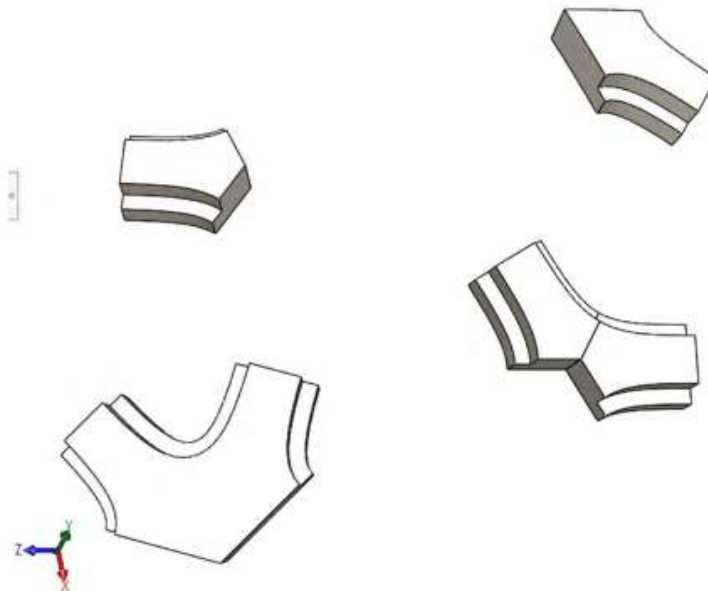
Figura 10.34. Aplicar movimientos en ángulo negativo



Fuente: Elaboración propia.

34. De esta forma empezaremos a generar nuestras piezas.

Figura 10.35. Visualizar piezas



Fuente: Elaboración propia.

35. Mediante la operación de “Recubrir”, ya trabajando como multicuerpos, mediante sólidos, para agregar las variables de los perfiles, seleccionar las caras.

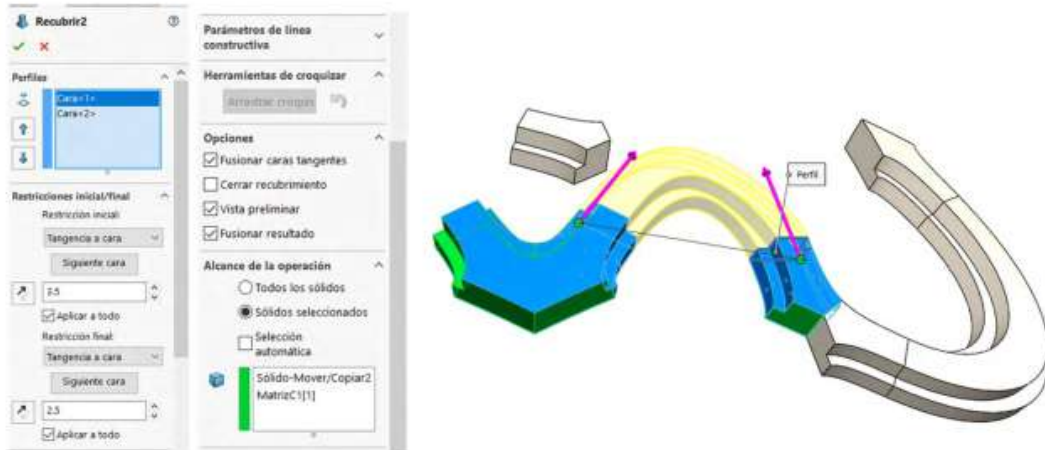
Figura 10.36. Aplicar recubrir mediante caras y tangencia



Fuente: Elaboración propia.

36. Mediante la operación de “Recubrir”, ya trabajando como multicuerpos, mediante sólidos, para agregar las variables de los perfiles, seleccionar las caras.

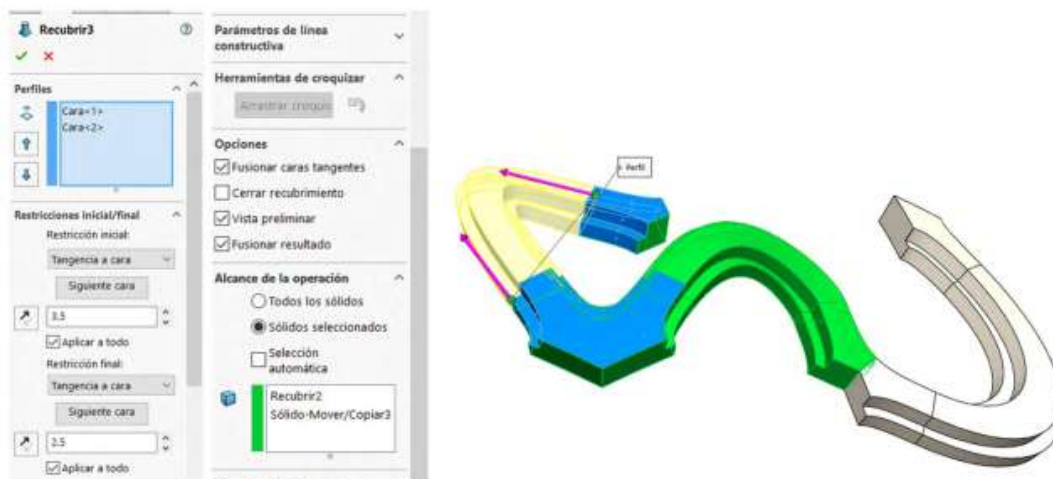
Figura 10.37. *Recubrir cuerpos faltantes*



Fuente: Elaboración propia.

37. Mediante la operación de “Recubrir”, ya trabajando como multicuerpos, mediante sólidos, para agregar las variables de los perfiles, seleccionar las caras.

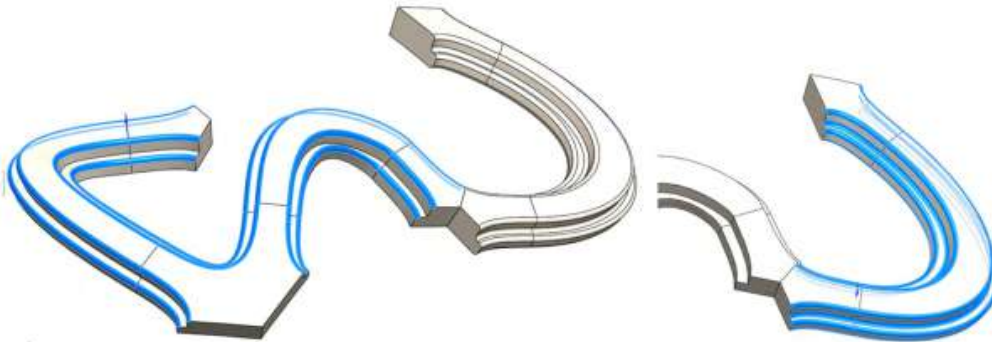
Figura 10.38. *Generar recubrimiento por superficie en cuerpos faltantes*



Fuente: Elaboración propia.

38. Aplicar una serie de redondeos en las aristas marcadas en color azul, con radio de 0.75 mm.

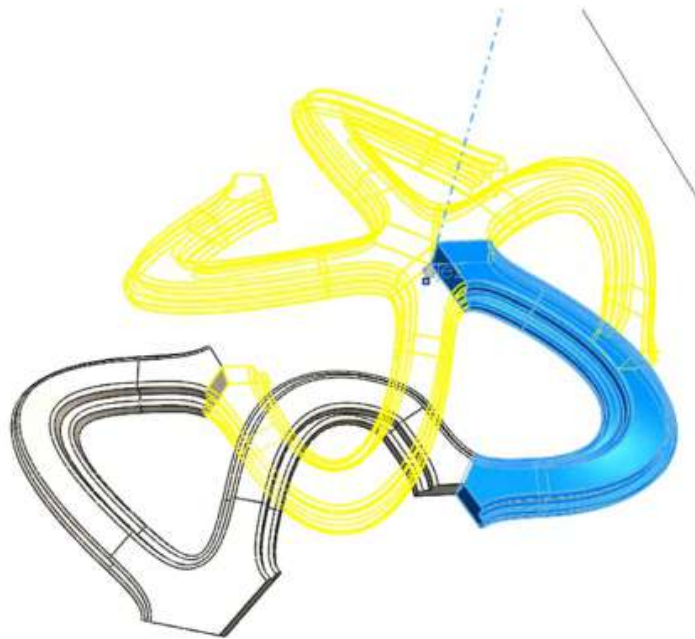
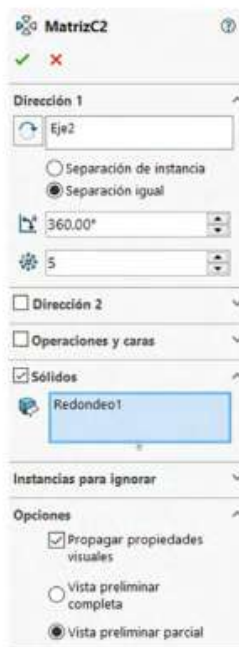
Figura 10.39. Aplicar redondeo en aristas



Fuente: Elaboración propia.

39. Iniciamos con una serie de operaciones por matriz. Para empezar con la pieza buscada, serán cinco copias del brazo en color azul, desde el segundo eje creado (eje 2) utilizado como eje, en 360°.

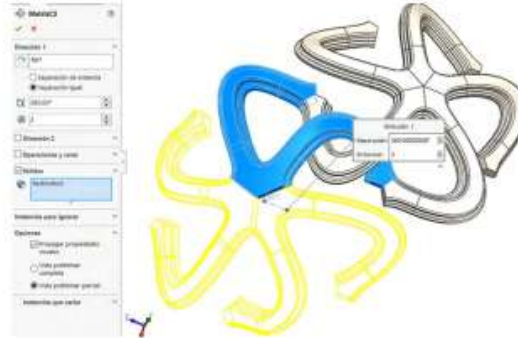
Figura 10.40. Aplicar matriz circular.



Fuente: Elaboración propia.

40. Seguimos por técnica de matriz. Para empezar con la pieza buscada, serán tres copias del brazo en color azul, desde el primer eje creado (eje 1) utilizada como eje, en 360°.

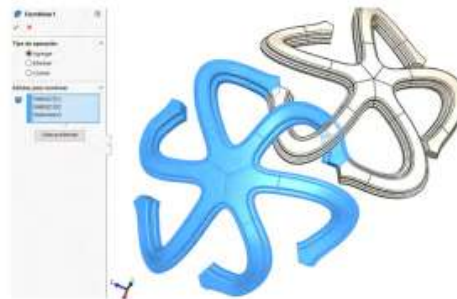
Figura 10.41. *Aplicar una segunda matriz circular*



Fuente: Elaboración propia.

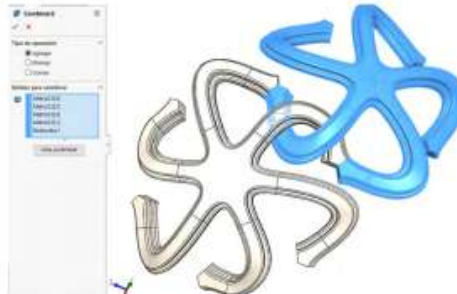
41. Seguiremos en la preparación de la pieza, utilizando la técnica de “Combinar”, para agrupar o encapsular en un solo sólido las operaciones, así trabajaremos con el resto de las operaciones.

Figura 10.42. *Mediante técnica de combinar*



Fuente: Elaboración propia.

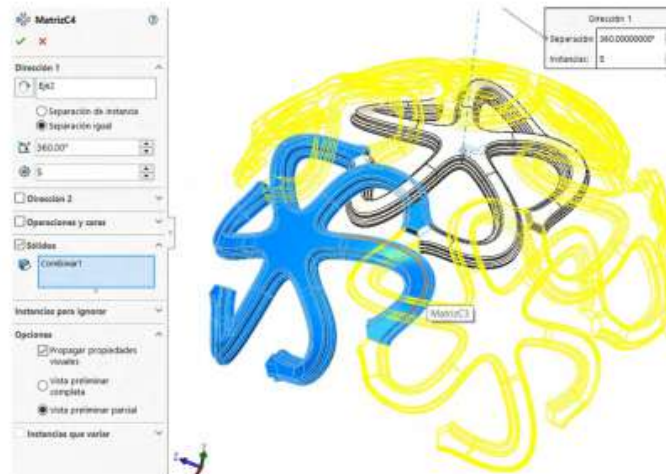
Figura 10.43. *Repetir operación de combinar.*



Fuente: Elaboración propia.

42. Seguimos por técnica de matriz. Para empezar con la pieza buscada, serán cinco copias del brazo en color azul, desde el segundo eje creado (eje 2) utilizada como eje, en  $360^\circ$ .

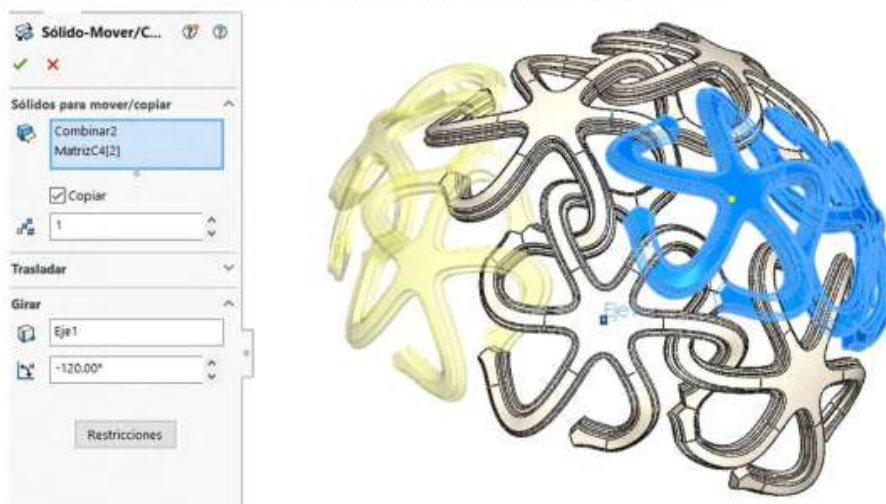
Figura 10.44. Aplicar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

43. Mediante la técnica de mover y copiar se genera un par de patrones, por el primer eje creado (eje 1). Los patrones en color azul son los sólidos bases y los patrones en color amarillo son las copias posicionadas según el eje asignado y los grados puestos ( $-120^\circ$ ).

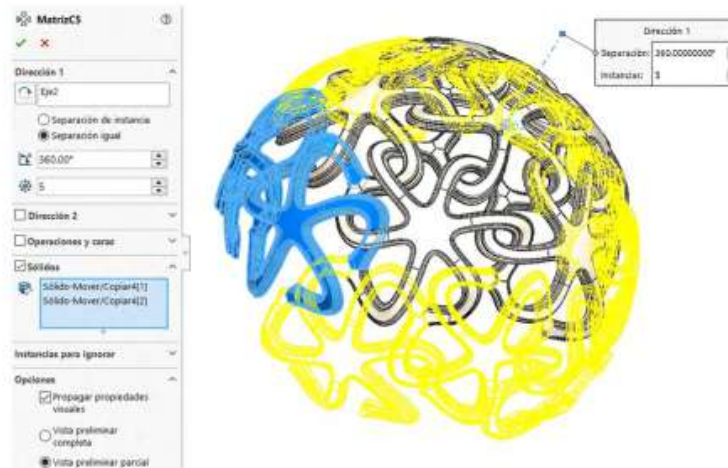
Figura 10.45. Mediante técnica de mover/copiar



Fuente: Elaboración propia.

44. Seguimos por técnica de matriz. Para empezar con la pieza buscada serán cinco copias del brazo en color azul, desde el segundo eje creado (eje 2) utilizada como eje, en  $360^\circ$ .

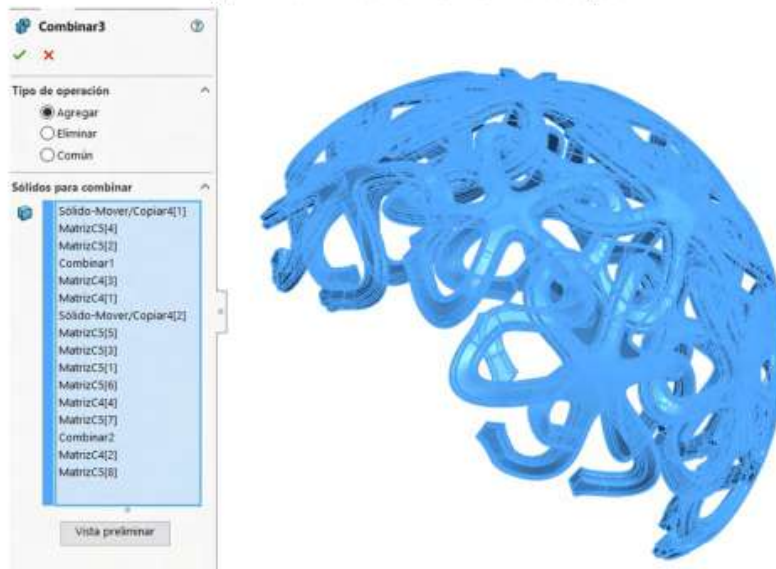
Figura 10.46. Aplicar matriz circular



Fuente: Elaboración propia.

45. Continuamos con la preparación de la pieza, utilizando la técnica de “Combinar”, para agrupar o encapsular en un solo sólido las operaciones, así trabajaremos con el resto de las operaciones.

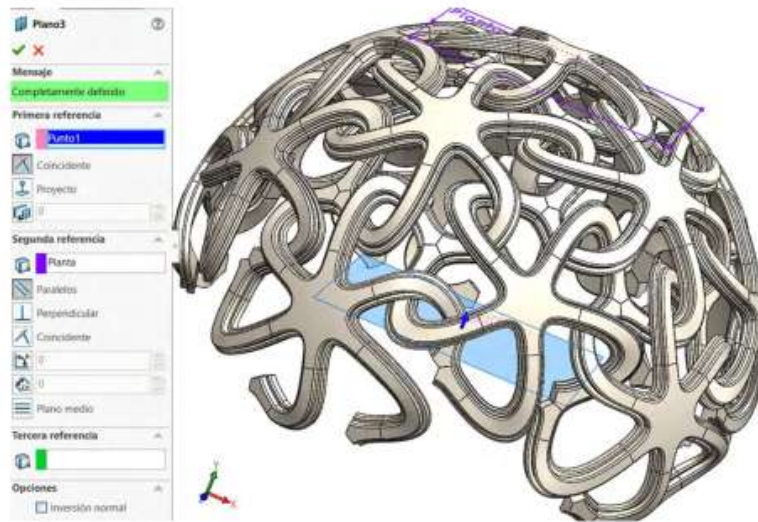
Figura 10.47. Realizar combinar cuerpos



Fuente: Elaboración propia.

46. Generamos un plano nuevo, mediante dos referencias en paralelo, plano planta y el punto creado inicialmente.

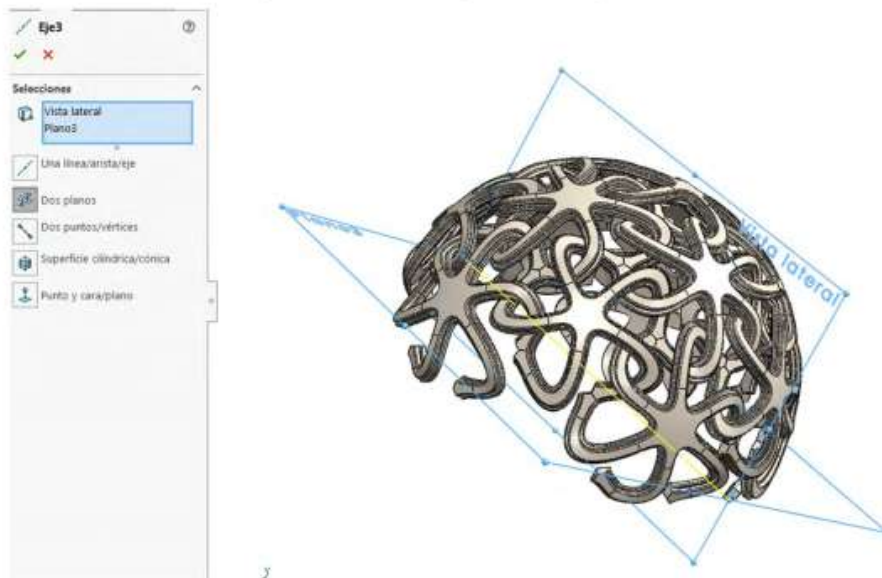
Figura 10.48. Generar plano nuevo



Fuente: Elaboración propia.

47. Generamos un tercer eje, mediante dos planos, el plano último creado y el plano planta.

Figura 10.49. Crear eje mediante planos

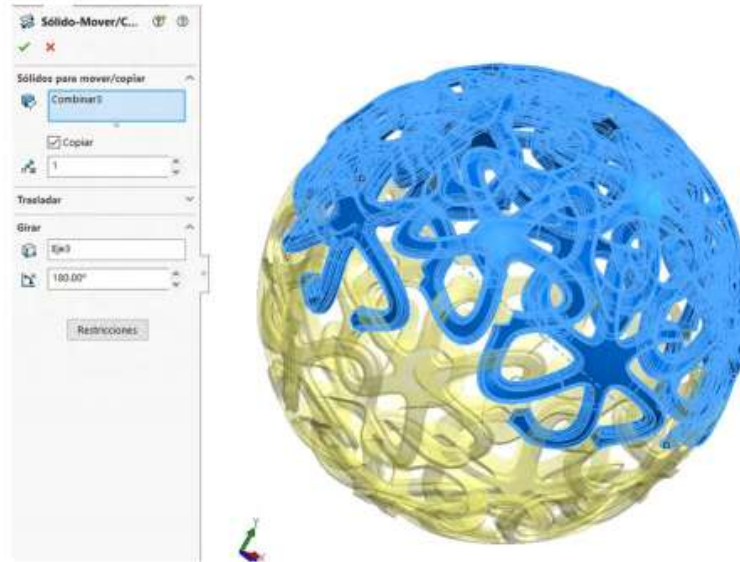


Fuente: Elaboración propia.



48. Mediante la técnica de “Mover/copiar” se genera la mitad faltante de la pieza, mediante el tercer eje (eje 3), y un ángulo de 180°.

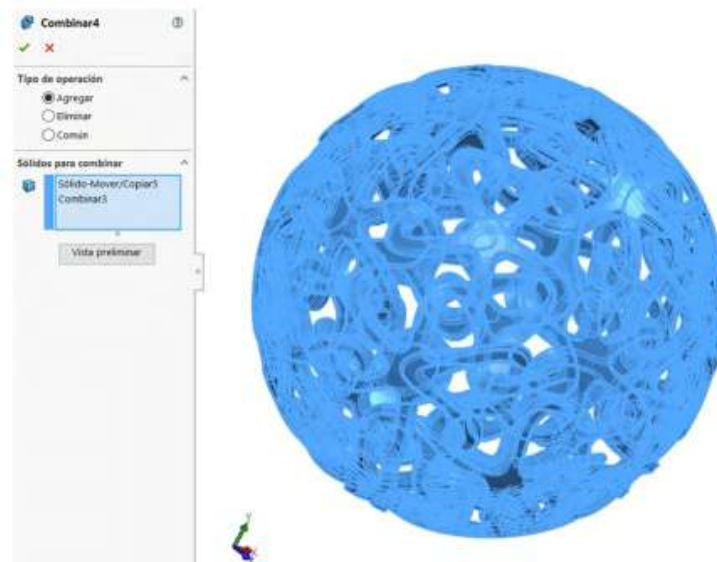
Figura 10.50. Aplicar técnica de mover/copiar



Fuente: Elaboración propia.

49. Por último, utilizando la técnica de “Combinar”, formando una sola pieza entrelazada del patrón propuesto en un cuerpo de una esfera.

Figura 10.51. Por técnica de combinar



Fuente: Elaboración propia.

50. Aplicar material y obtener unos excelentes renderizados de la pieza.

Figura 10.52. *Renderizar producto con material*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 13.

Figura 10.53. *Renderizar producto con material y aplicación de luces*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 13.

## 11. Por croquis 3D y barridos por superficies

EDDIE NAHÚM ARMENDÁRIZ MIRELES\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.185.11>

### Resumen

Este capítulo tiene por objetivo hacer una revisión de las técnicas en superficies, un concepto para diseño de productos amorfos, para que a través de estructuras o formas ergonómicas o no lineales podamos tener una visión fácil para realizar una práctica de técnicas mediante el diseño por Croquis 3D y barridos por superficies y diseño de objetos como caricaturas o productos animados aplicando superficies, adscribiéndonos al significado de la misma como una forma de manejar y construir cuerpos sólidos amorfos. Es un diseño de cuerpos complejos o productos con superficies amorfas y patrones de matrices y simetrías y aplicación de líneas auxiliares, asociativa al ejercicio activo de la práctica. Ejercer en planos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los planos implica un proceso de aprendizaje 360° de orientación, visualización y formas que permita la toma de decisiones en el diseño comprometidas con la realización de un cuerpo 3D, este enfoque es el que plantea la manufactura aditiva en diseño de productos 3D, enfoque que permite diseñar los fundamentos de técnicas de la participación en el contexto industrial.

**Palabras clave:** *Superficies, cuerpos complejos, multicuerpos, matriz, patrones.*

\* Doctor en Gestión de Transferencia de Conocimiento. Profesor investigador del Cuerpo Académico de Materiales Avanzados, SNI-1, Universidad Politécnica de Victoria, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-8951>

PRÁCTICA14 : CUERPO COMPLEJO

Figura 11.1. *Práctica de cuerpo complejo*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 14.

## Práctica 14: Diseño abstracto de un producto

### *Objetivo de la práctica:*

Crear un juego infantil tubular, mediante técnicas de superficies utilizando técnicas básicas de diseño (crear croquis). Crear croquis en otras vistas de diseño, utilizar 3DRotate para direccionar las vistas. Crear copias de polilíneas y generar matrices circulares. Explotar y redimensionar finalizando con aplicación de textura.

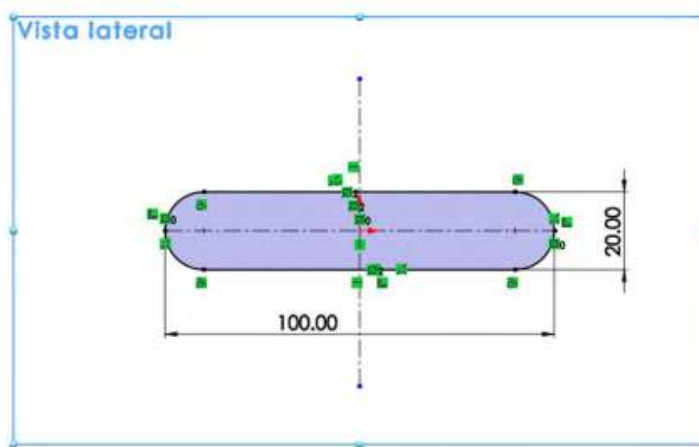
### **Competencias:**

- \* Crear croquis y dimensionar; operaciones básicas (manejo de línea y línea constructiva).
- \* Croquizar/spline (croquizado respecto a línea constructiva).
- \* Extruir pieza.
- \* Redondear superficies.
- \* Multicuerpos, cortes y proyecciones de líneas.
- \* Matriz.
- \* Barrido con variante de torsión.
- \* Aplicar espesor.
- \* Proyecciones.
- \* Equidistancias de superficies.
- \* Simetrías.
- \* Sólido/mover o copiar mediante posición angular.

1. Iniciamos con un croquis en unidades de milímetros, por plano lateral. Generar unas líneas de construcción haciendo referencia o un cruce referenciando el centro con el origen y dejando el centro con la línea central, un eje coordenado en forma virtual o auxiliar.

*Nota:* Si utiliza el comando de ranura directa no funcionará en conjunto de líneas, por lo que se recomienda hacer el croquis con líneas y arcos.

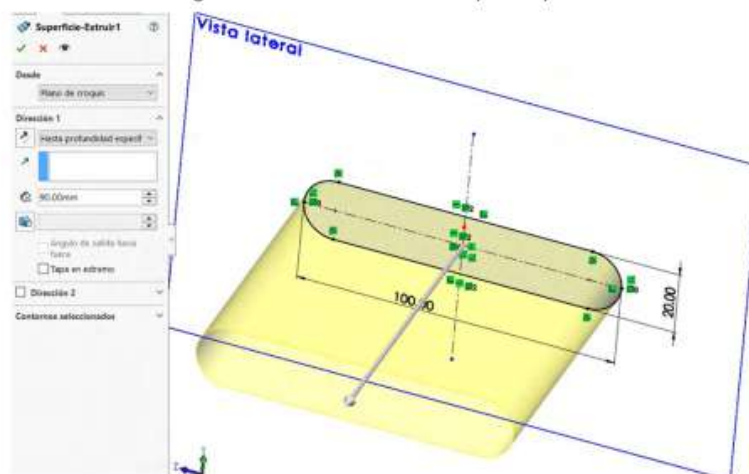
Figura 11.2. Croquizar y dimensionar



Fuente: Elaboración propia.

2. Dar una extracción por superficies, en 90 mm, de largo.

Figura 11.3. Realizar extruir por superficie



Fuente: Elaboración propia.


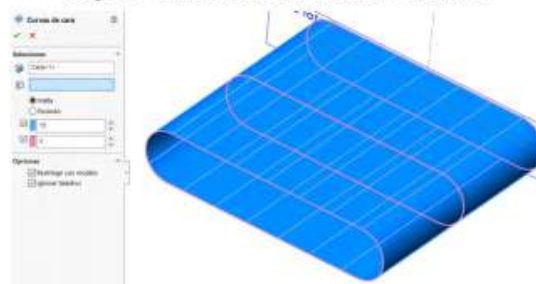
3. En esta parte tenemos cuatro superficies de extruir, dos superficies planas y dos arcos, buscaremos tener una sola superficie, o agrupar las superficies en uno solo.
4. Editaremos el croquis inicial, seleccionando las cuatro líneas del croquis, después se selecciona en el menú de carpetas, “Buscar”, “Herramientas/Herramientas de spline/Ajustar spline” y “Aceptar”, esta operación hace que sea una sola superficie por medio de una sola línea, que se agrupa en una sola trayectoria cerrada.
5. Seguido a esto particionamos nuestra pieza creando croquis o líneas con las formas de nuestra superficie; se generarán automáticamente en nuestro árbol de trabajo como croquis 3D.
6. Hacer clic en “Curvas de cara”  (barra de herramientas “Croquis”) o en “Herramientas”, “Herramientas de croquizar”, “Curvas de cara” y, a continuación selecciona una cara o superficie, y de las líneas en dirección 1 pondremos 15, en dirección 2 pondremos 3, esto nos genera 18 croquis nuevos.

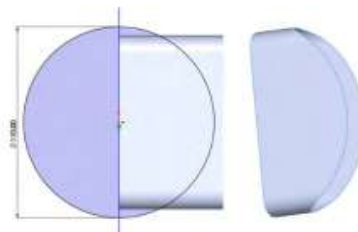
Figura 11.4. Cambiar a curvas de cara



Fuente: Elaboración propia.

7. En plano planta realizamos un croquis de una circunferencia, para utilizar como corte, mediante operación de “Recortar por superficies”.

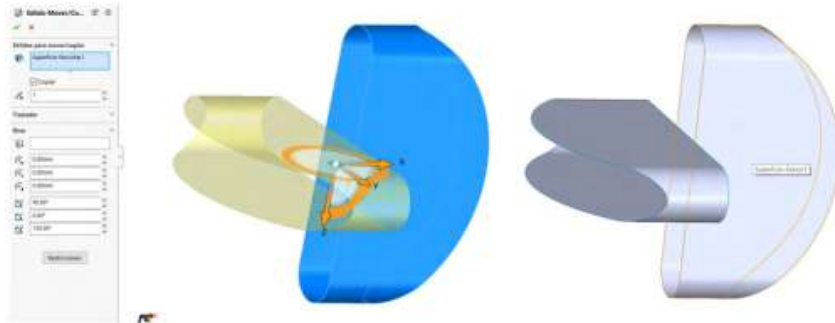
Figura 11.5. Realizar croquis para corte



Fuente: Elaboración propia.

8. Mediante la operación de “Mover/copiar”, con ajuste de ángulo.

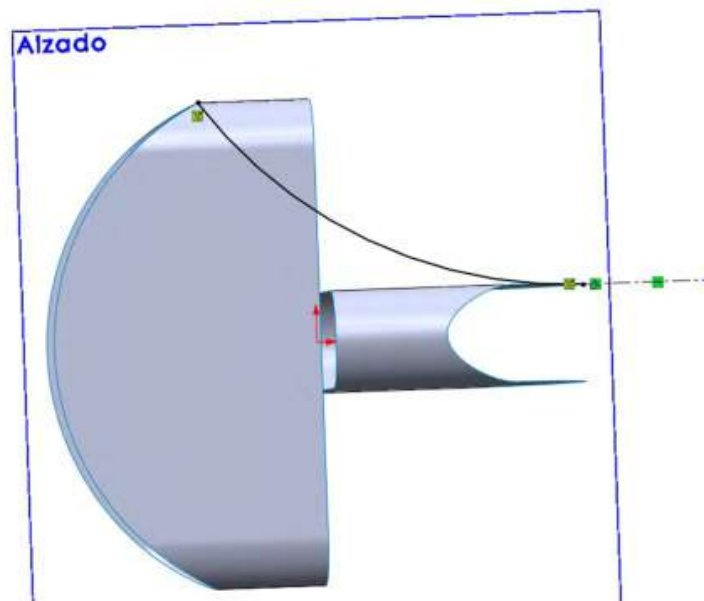
Figura 11.6. Mediante operación mover/copiar



Fuente: Elaboración propia.

9. Procederemos a realizar cuatro croquis independientes, con las mismas condiciones, realizar en plano alzado un arco, con una relación de tangente a una línea auxiliar horizontal.

Figura 11.7. Realizar croquis independientes



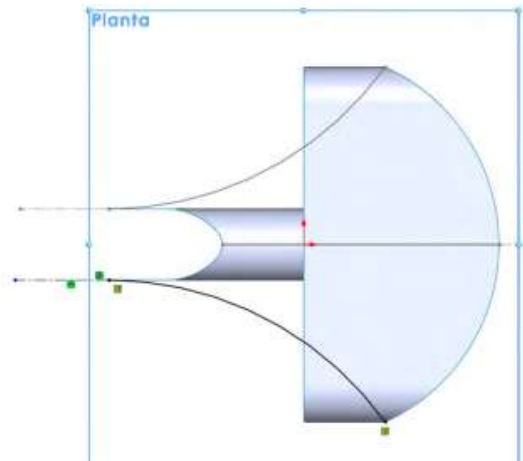
Fuente: Elaboración propia.

10. De igual manera se realizará un segundo croquis en la misma posición de plano alzado, recuerda que son independientes; el próximo arco será para la parte baja.



11. De la misma forma, pero ahora para el otro lado que está perpendicularmente, realizar un croquis en plano planta, realizar en plano alzado un arco, con una relación de tangente a una línea auxiliar horizontal.

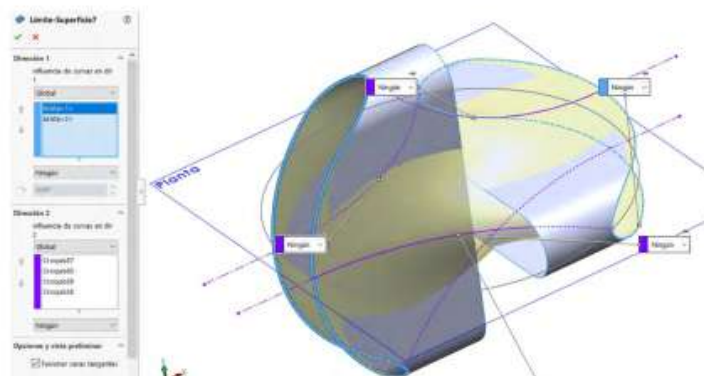
Figura 11.8. Realizar croquis perpendiculares



Fuente: Elaboración propia.

12. De igual manera se realizará un segundo croquis en la misma posición de plano planta, recuerda que son independientes; el próximo arco será para la parte baja.
13. Teniendo cuatro croquis de los arcos anteriores, procederemos a recubrir la técnica de “Superficies por límites”, seleccionando, en dirección 1, “Aristas curvas exteriores”, en dirección 2, seleccionamos los cuatro arcos anteriores.

Figura 11.9. Mediante técnica de límite por superficie



Fuente: Elaboración propia.

14. En este paso ya tendremos la figura abstracta que buscamos, la base para iniciar a trabajar; nos quedan unas superficies iniciales y la nueva superficie generada por las curvas por límites de superficie, necesitamos apagar con el icono del ojito ambas superficies iniciales.

Figura 11.10. Visualizar cuerpo abstracto



Fuente: Elaboración propia.


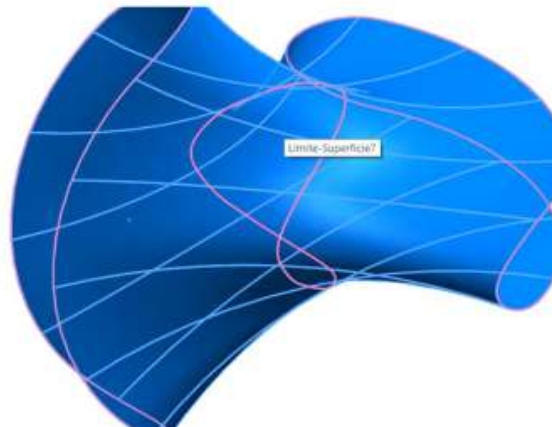
15. Hacer clic en “Curvas de cara”  (barra de herramientas “Croquis”) o en “Herramientas”, “Herramientas de croquizar”, “Curvas de cara” y, a continuación, selecciona una cara o superficie, y en las líneas en dirección 1 pondremos 11, en dirección 2 pondremos 3, esto nos genera 18 croquis nuevos.

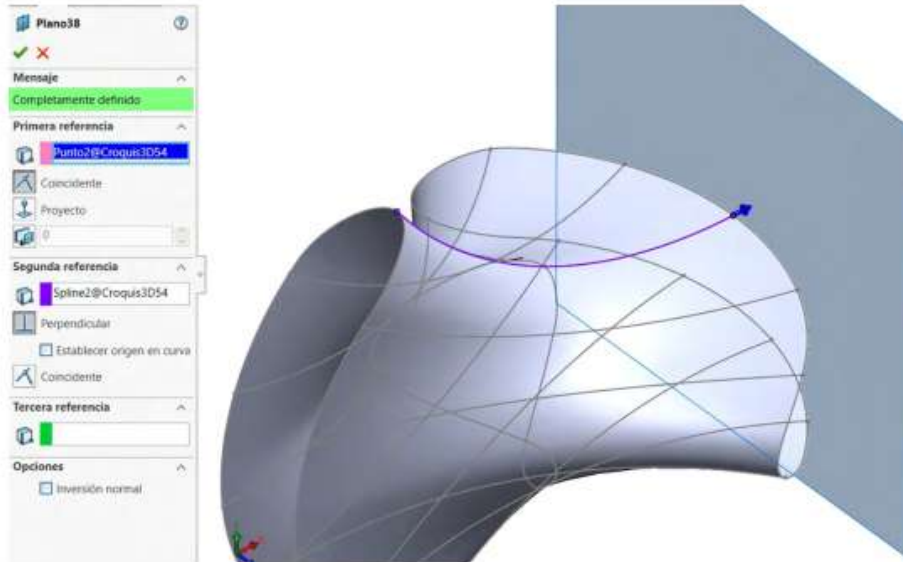
Figura 11.11. Cambiar a cuerpo de curvas de cara



Fuente: Elaboración propia.

16. Generar un plano nuevo, mediante la línea curva y el punto final, mostrados.

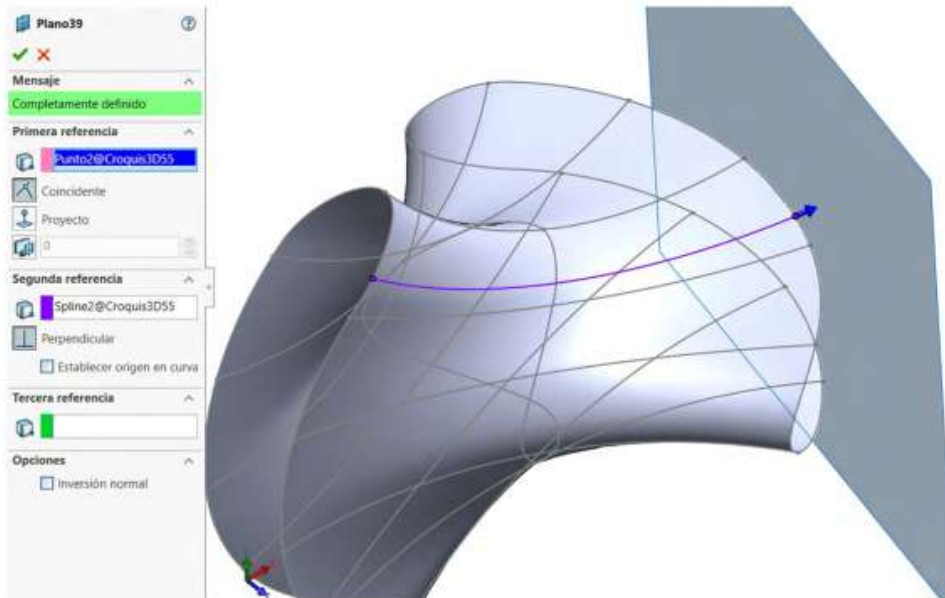
Figura 11.12. Realizar plano con relación de línea



Fuente: Elaboración propia.

17. Repetir el procedimiento con la línea siguiente 2, para otro plano nuevo.

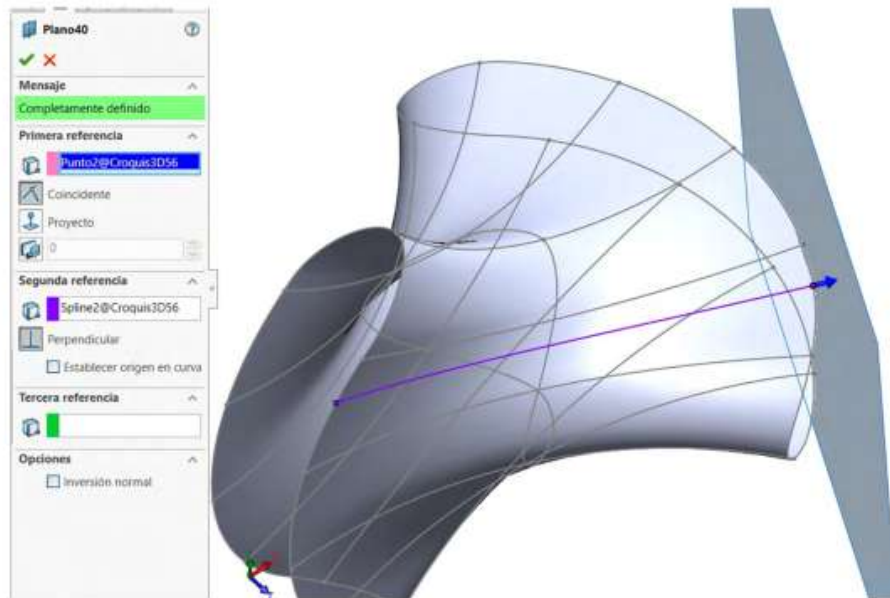
Figura 11.13. Repetir operación para un segundo plano



Fuente: Elaboración propia.

18. Repetir el procedimiento con la línea siguiente 3, para otro plano nuevo.

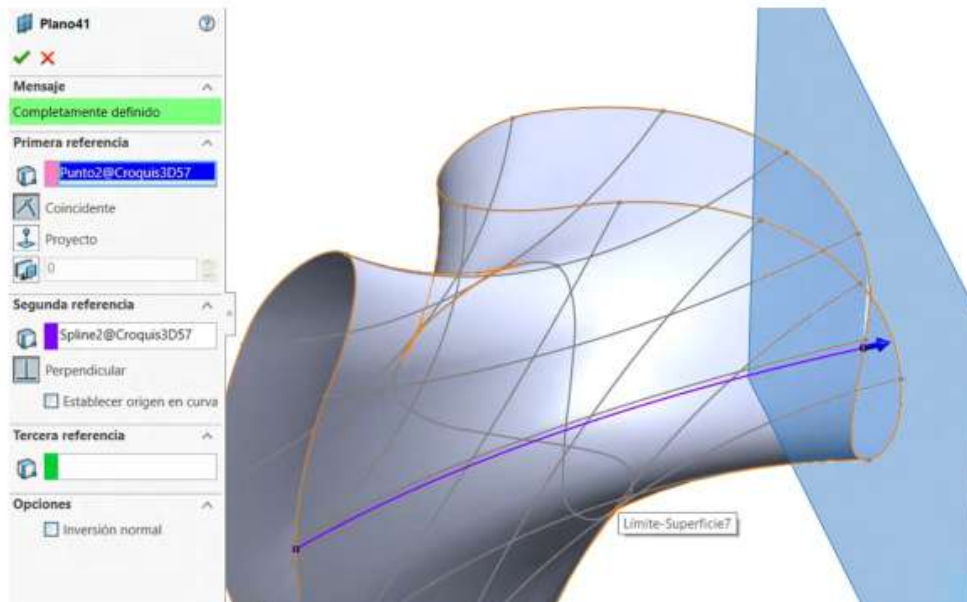
Figura 11.14. Realizar operación para un tercer plano



Fuente: Elaboración propia.

19. Repetir el procedimiento con la línea siguiente 4, para otro plano nuevo.

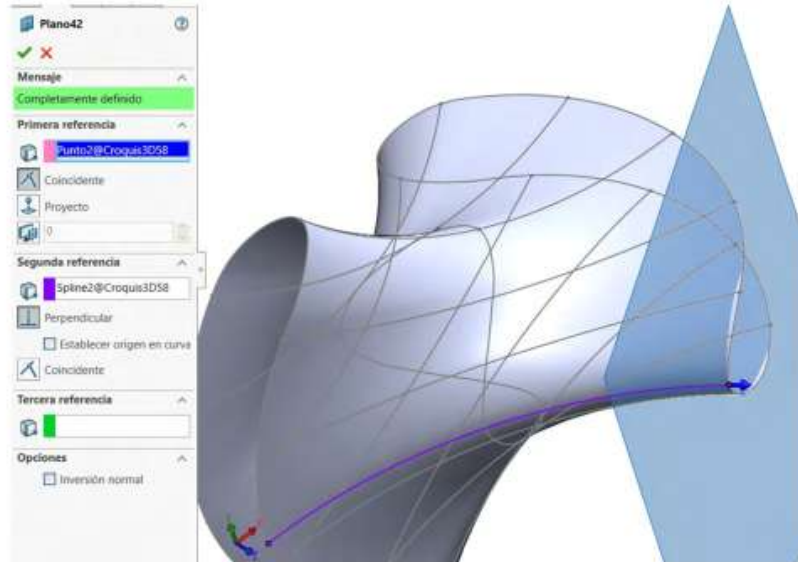
Figura 11.15. Repetir operación para un cuarto plano



Fuente: Elaboración propia.

20. Repetir el procedimiento con la línea siguiente 5, para otro plano nuevo.

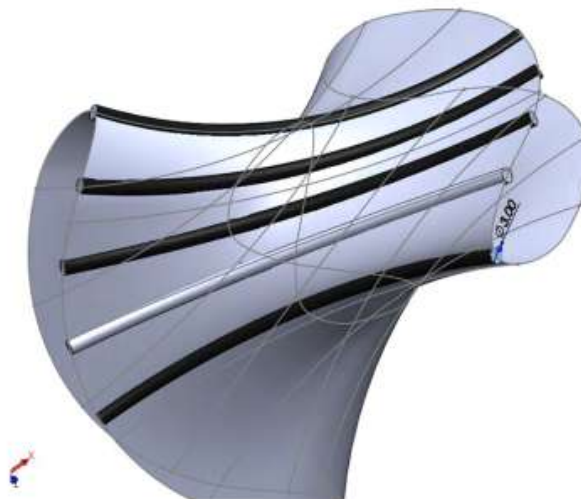
Figura 11.16. Repetir operación para un quinto plano



Fuente: Elaboración propia.

21. En cada plano de los anteriores realizaremos un croquis a partir de su origen, será un círculo de diámetro 3, y con el croquis correspondiente realizaremos una operación de “Barrer por superficies”, para cada una de las anteriores.

Figura 11.17. Realizar croquis para barrer por superficie



Fuente: Elaboración propia.

22. Teniendo esta cuarta parte ya realizada realizaremos una simetría, obteniendo la mitad; con esa mitad realizaremos una nueva simetría, teniendo un completo de las barras trabajadas por “Barrer por superficies”.

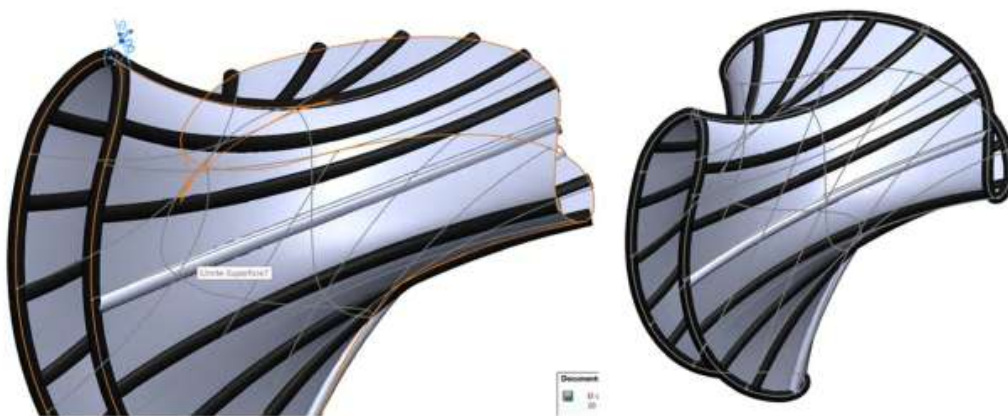
Figura 11.18. Aplicar simetría



Fuente: Elaboración propia.

23. Procederemos a realizar la misma operación de “Barrer por superficies”, utilizando una ruta que ya tenemos, que es la silueta curva de cada extremo, y requerimos hacer un croquis de la forma nuestro caso. Es de una circunferencia de diámetro de 3 mm, y procedemos a repetir esta operación para el otro extremo.

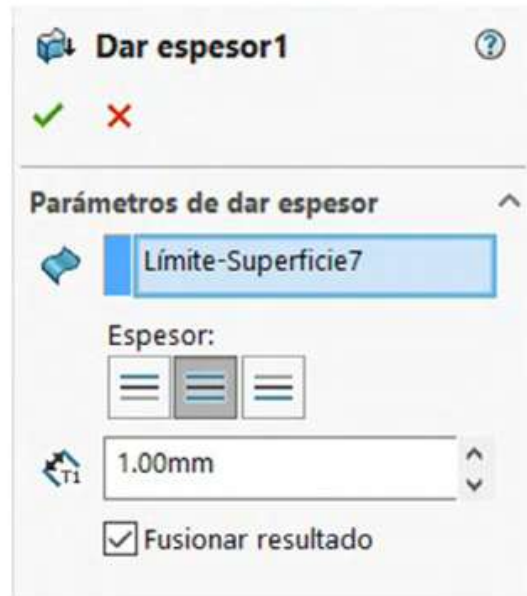
Figura 11.19. Realizar las operaciones anteriores para los extremos



Fuente: Elaboración propia.

24. Una de las últimas técnicas es dar espesor de 1 mm a nuestra superficie y aplicar materiales finales.

Figura 11.20. Aplicar espesor



Fuente: Elaboración propia.

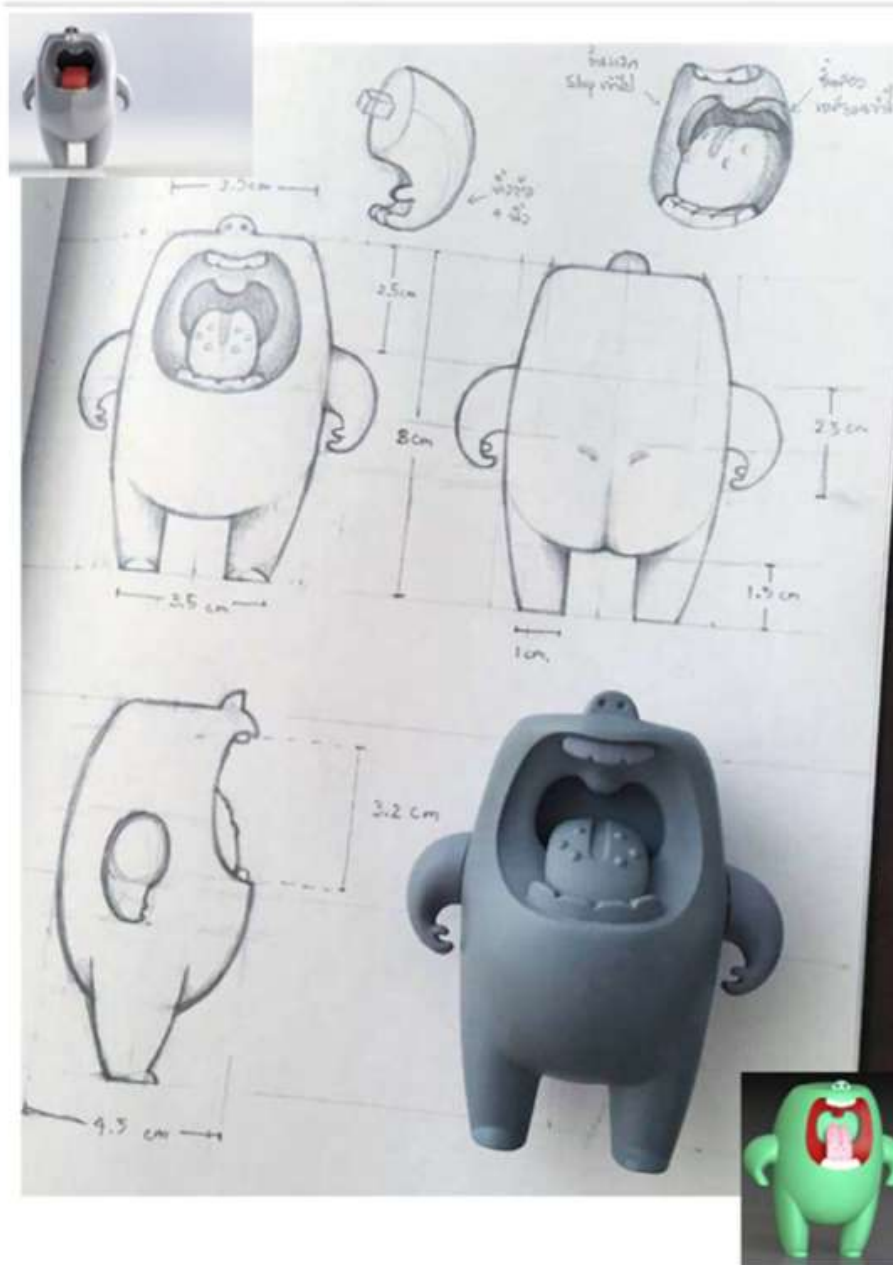
Figura 11.21. Renderizar producto con material



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 14.

PRÁCTICA 15: DISEÑO DE UNA CARICATURA APLICANDO SUPERFICIES

Figura 11.22. *Diseño de una caricatura aplicando superficies*



Fuente: <https://www.pinterest.co.uk/pin/28921622597406201/>



## **Práctica 15: Diseño de una caricatura aplicando superficies**

### ***Objetivo de la práctica:***

En la práctica de este modelo serás capaz de importar imágenes a un espacio de trabajo en el cual se deberá coquizar para seguir una trayectoria de la imagen. Llevar a cabo la creación del cuerpo físico denominado “Monstruo” mediante técnicas de superficie, en el cual se aplicarán técnicas de simetría, recubrimiento de superficies, proyecciones de croquis. También crearás planos en vistas o puntos estratégicos para poder continuar diseñando.

### **Competencias:**

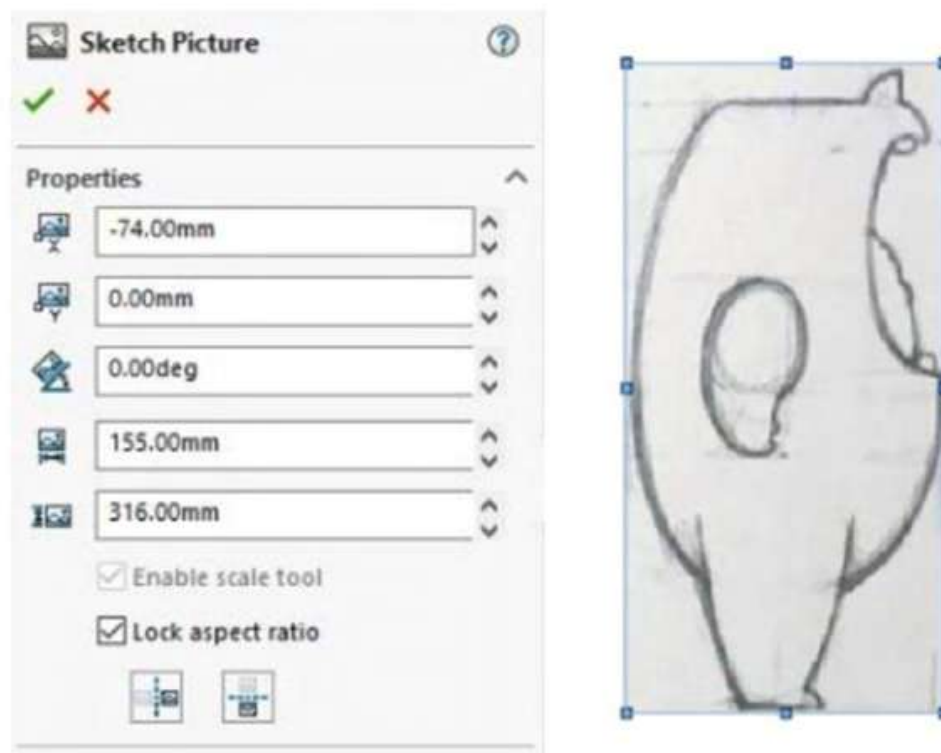
- \*Insertar o importar imágenes.
- \*Croquizar figuras irregulares con spline.
- \*Recubrir.
- \*Crear croquis y proyectar sobre sólidos.
- \*Coser superficies (cuerpos).
- \*Barrido.
- \*Crear croquis y dimensionar; operaciones básicas (manejo de línea y línea constructiva).
- \*Croquizar/spline (croquizado respecto a línea constructiva).
- \*Extruir pieza.
- \*Redondear superficies.
- \*Multicuerpos, cortes y proyecciones de líneas.
- \*Matriz.
- \*Barrido con variante de torsión.
- \*Aplicar espesor.
- \*Proyecciones.
- \*Equidistancias de superficies.
- \*Simetrías.
- \*Sólido/mover o copiar mediante posición angular.

## Especificaciones de la práctica

Durante esta práctica aprenderás a desarrollar tus habilidades; utilizarás diferentes herramientas, como coser superficies, importar imágenes, llevar a cabo diferentes planos, recubrir, esto a base de realizar una excelente práctica, en la cual se utilizarán para el comienzo imágenes y con base en ello se empezará su desarrollo.

1. Inicio de tutorial. Abrir Solidwork, “Archivo nuevo”, “Pieza”, “Aceptar”.
2. Ir al icono de “Opciones” de SolidWorks se mostrará el menú. Dar clic en “Propiedades de documento”. Seleccionar “Unidades”. Sistemas de unidades: elegir MMGS milímetro, gramo, segundo. “Aceptar”.
3. Seleccionar el “Plano lateral”, irse a “Superficies”, “Imagen de croquis”, insertar la imagen lateral acomodado con respecto a *properties*, “Aceptar”:

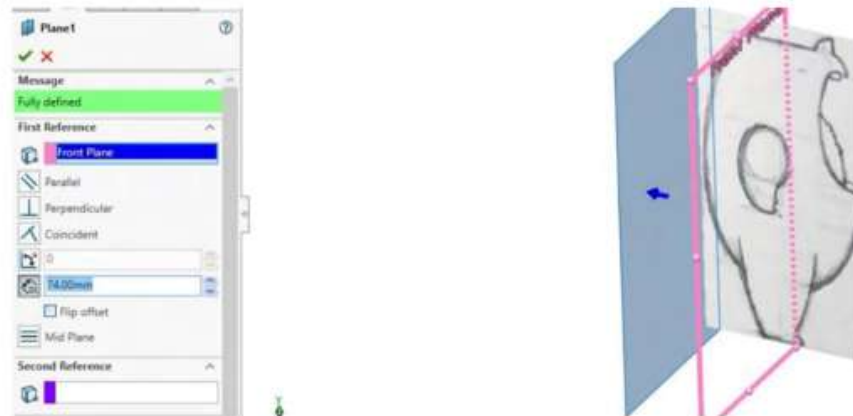
Figura 11.23. Insertar imagen muestra



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

4. Se va a crear “Nuevo plano”, “geometría de referencia”, “Plano”, “Aceptar”.
5. Nuestra primera referencia será nuestro plano frontal a 74 mm.
6. Repetir el paso anterior para crear el plano 2, pero con distancia inversa de 84 mm.

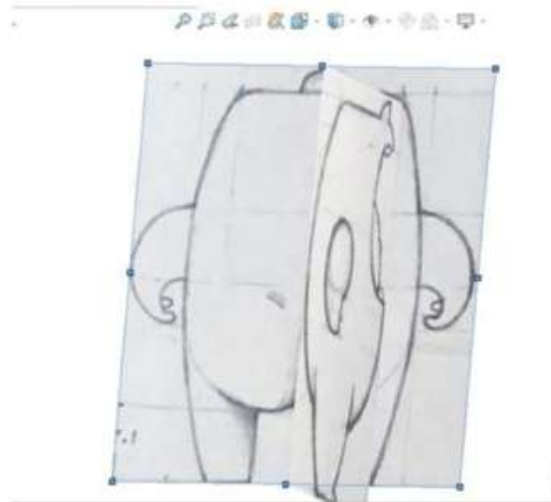
Figura 11.24. Ajustar parámetros manualmente de imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

7. En el plano 1 insertamos la imagen de la vista trasera con las medidas siguientes en “Properties”, donde se mostrarán recuadros y se insertarán de manera secuencial estos datos: -137.65376712 mm, 0.00 mm, 0.00 deg, 278.70753424 mm, 314.77556808 mm, “Aceptar”.

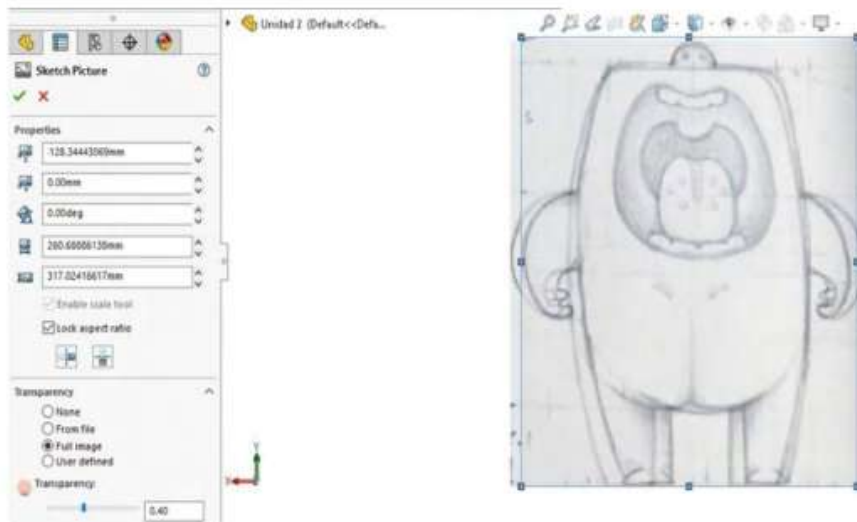
Figura 11.25. Insertar imagen de otras vistas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

8. En el plano 2 inserta la imagen de la vista frontal con las medidas con respecto al origen.

Figura 11.26. Ajustar parámetros de imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

9. A continuación se insertará un eje en el centro de la pieza.
10. “Geometría de referencia”, “Eje”, seleccionar el plano lateral, así como el origen y “Aceptar”.

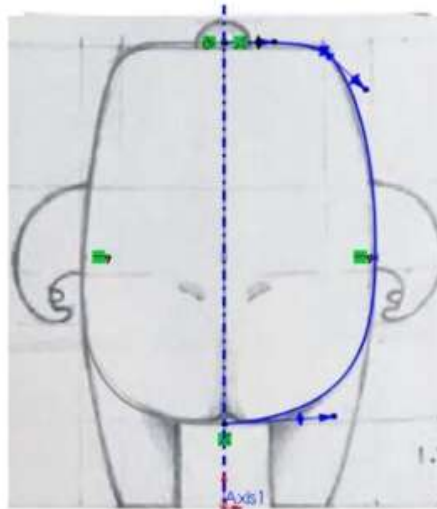
Figura 11.27. Ajustar vistas con imágenes



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

11. Abrir un croquis en el plano frontal para después dibujar la silueta del cuerpo con:
12. “Croquis”, “Spline”, agregado relaciones de coincidencia al “Eje”, “Aceptar”.

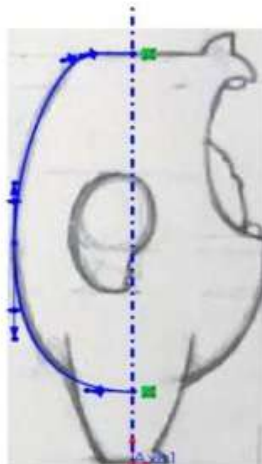
Figura 11.28. Croquizar en modo libre mediante spline



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

13. Abrir croquis en un plano lateral para dibujar la silueta del cuerpo con la herramienta.
14. “Croquis”, “Spline”, agregar relación de coincidencia y “Aceptar”.

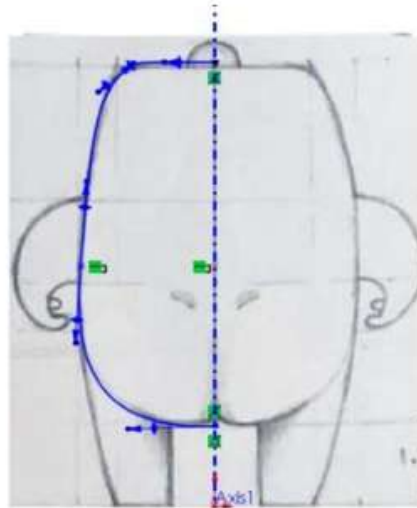
Figura 11.29. Mediante línea auxiliar realizar croquis según imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

15. Realizar el siguiente croquis en un plano lateral con "Spline".
16. "Croquis", "Spline" agregando relación de coincidencia y "Aceptar".

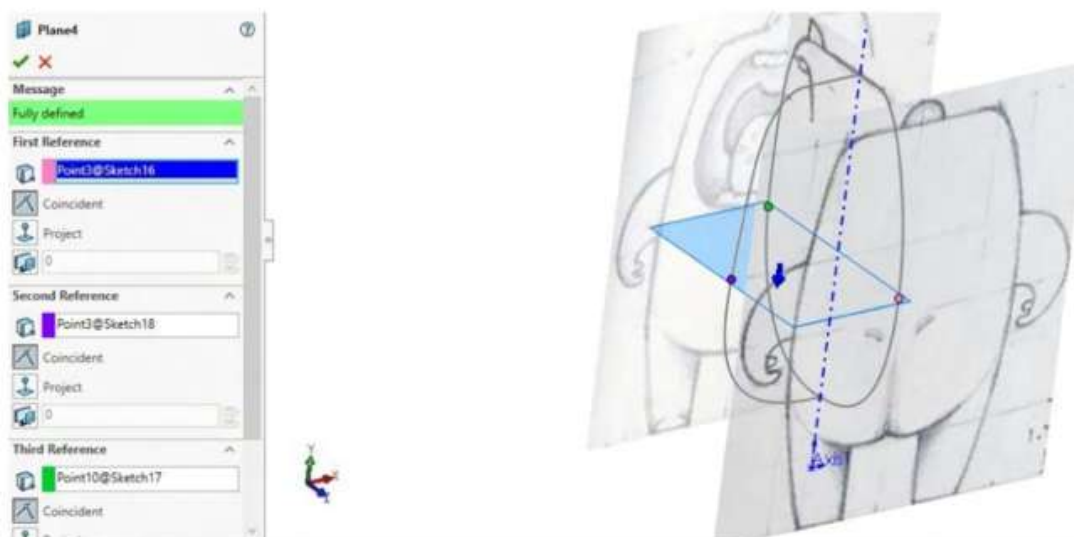
Figura 11.30. Mediante línea auxiliar realizar porciones del cuerpo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

17. En este se insertará un plano.
18. "Geometría de referencia", "Plano", "Aceptar".
19. Usando como referencia los puntos medios de los tres croquis anteriores.

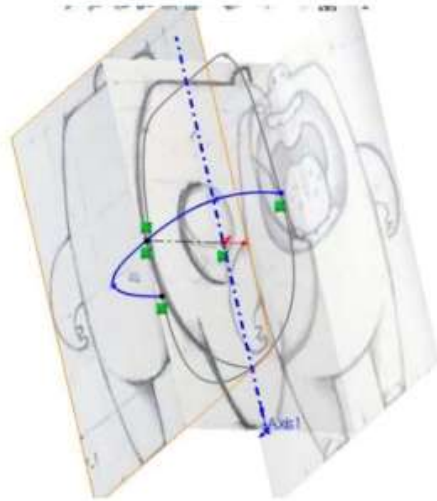
Figura 11.31. Realizar relaciones inteligentes entre planos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

20. Realizar el siguiente croquis con la herramienta "Spline".
21. "Croquis", "Spline" agregando relación de coincidencia con los croquis anteriores y "Aceptar".
22. Apoyándote de una vista superior F5.

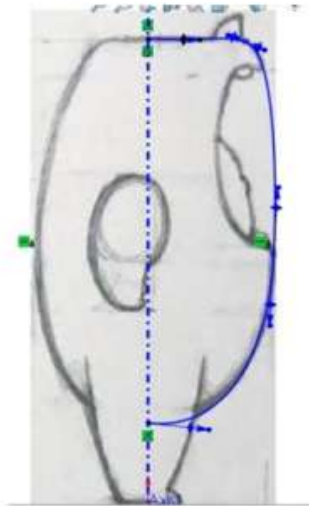
Figura 11.32. Cambiar a vista isométrica



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

23. En un plano lateral realizar el siguiente croquis agregando relaciones de coincidencia, que se muestran en la imagen con el eje.

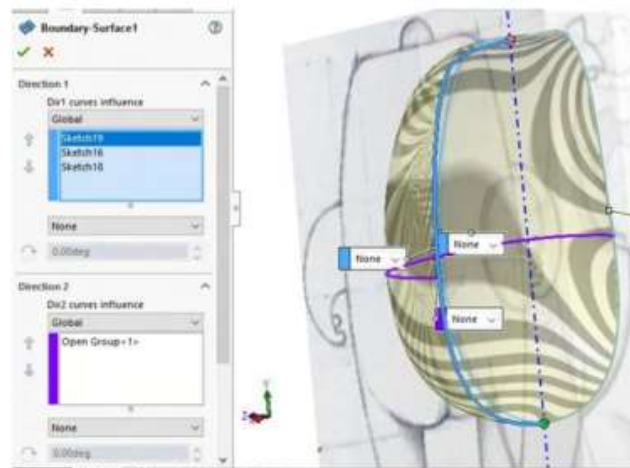
Figura 11.33. Agregar relaciones de coincidencia



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

24. Utilizar la operación superficie limitante.
25. “Superficie”, “Superficies limitantes”.
26. Utilizando los tres croquis y como curva guía el croquis que aparece en la imagen.

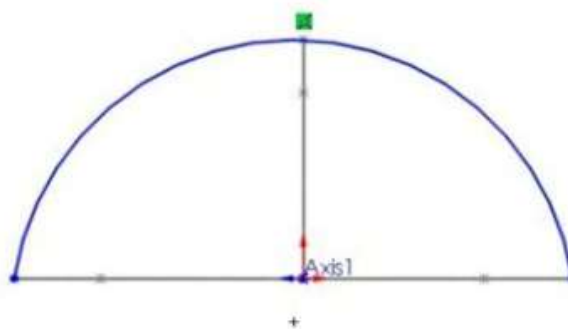
Figura 11.34. Empezar a crear superficies mediante operación por límite



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

27. En el plano 3 realizar el siguiente croquis con “Arco tres puntos”.
28. “Croquis”, “Arco tres puntos” en relación con los croquis anteriores.

Figura 11.35. Realizar arco de tres puntos

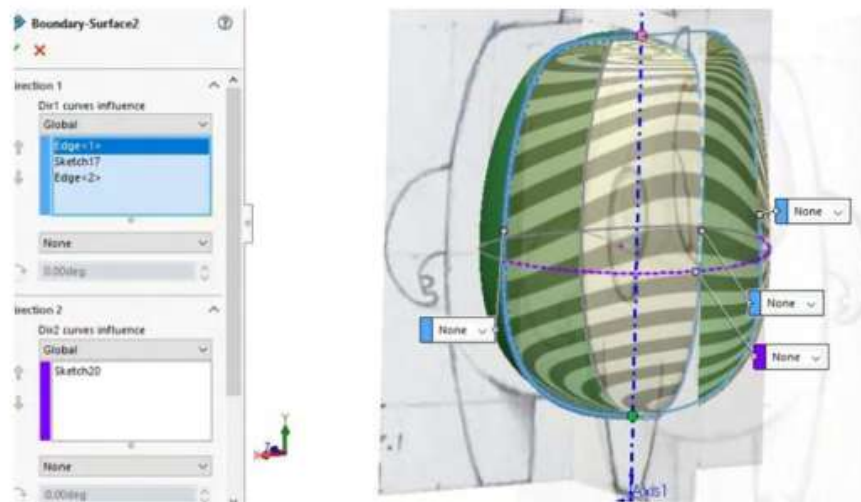


Fuente: Elaboración propia.

29. Utilizar la operación “Limitante superficies”, “Superficie limitante”.
30. En dirección seleccionar las orillas y el croquis que se muestra y en dirección 2 utilizar el croquis en color morado.



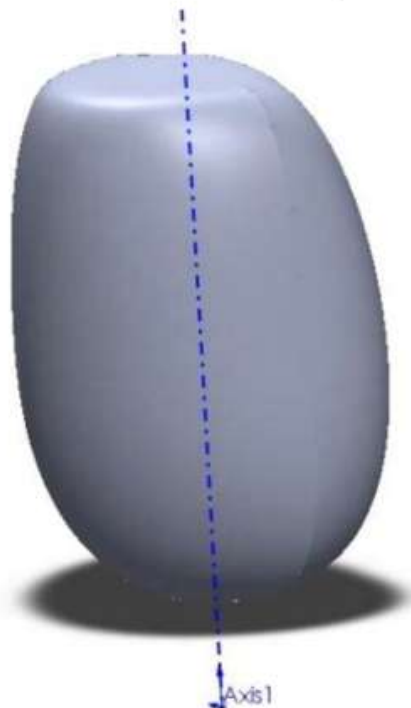
Figura 11.36. Crear superficie por límite con auxiliar de curvas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

31. Ocultar los planos en los que se encontraban las imágenes.
32. “Clic derecho”, “Ocultar planos”.
33. La figura debe quedar como se muestra a continuación.

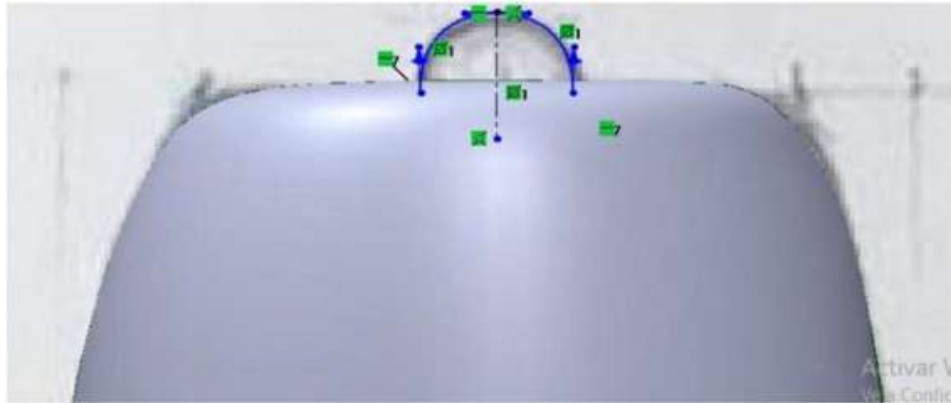
Figura 11.37. Visualizar salida de operación



Fuente: Elaboración propia.

34. Activamos el plano trasero y abrimos un croquis en el plano frontal, en el cual se realiza la siguiente silueta con el comando.
35. “Croquis”, “Spline”, agregado relación de coincidencia y “Aceptar”.

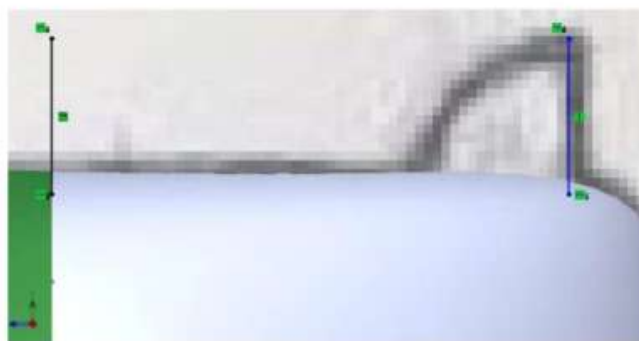
Figura 11.38. Realizar croquis libre según imagen



Fuente: Elaboración propia.

36. “Activamos la visibilidad” del plano derecha.
37. En un plano lateral abrir un croquis y realizar la siguiente línea de referencia.
38. Convertimos unidades del croquis anterior para agregar relación horizontal con los puntos de arriba y de abajo, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 11.39. Cambio de plano para dar altura

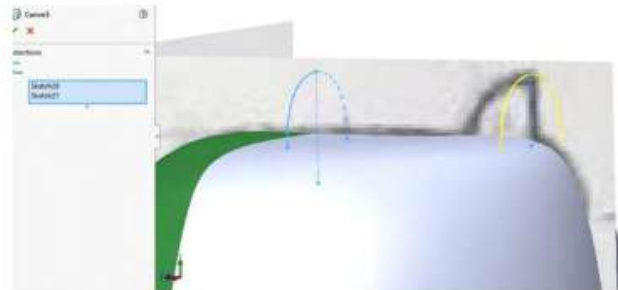


Fuente: Elaboración propia.

Proyectaremos la curva con “Insertar”, “Curva”, “Curva proyectada”.

Y seleccionamos los dos croquis que aparecen en la imagen.

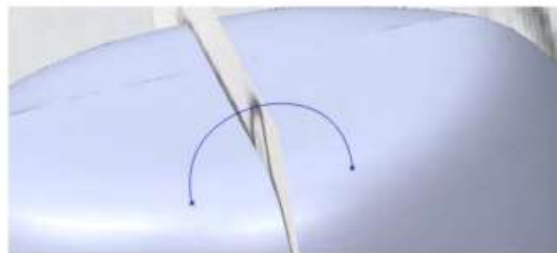
Figura 11.40. *Proyectar curva*



Fuente: Elaboración propia.

39. Realizar un “Croquis”, “Croquis 3D”, en este croquis agregaremos dos puntos, en donde empieza y finaliza la curva de cada lado.

Figura 11.41. *Realizar curva 3D*



Fuente: Elaboración propia.

40. Realizar la silueta de la nariz con “Superficie”, “Superficie limitante”, y “Aceptar”.

41. Seleccionando en dirección 1 el croquis 3D y la curva proyectada y la dirección 2 mostrada en morado.

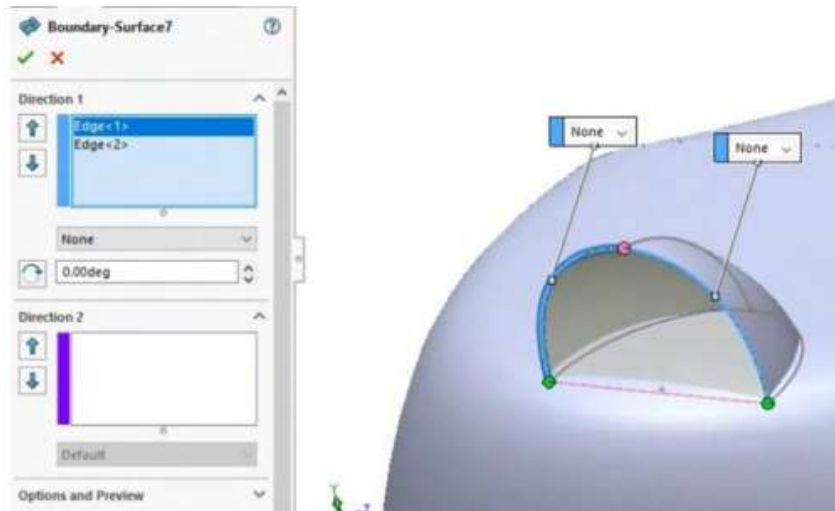
Figura 11.42. *Realizar superficie por limitante*



Fuente: Elaboración propia.

42. Crearemos esta superficie mediante la operación “Superficie limitante”.
43. “Superficie”, “Superficie limitante”, “Aceptar”.
44. Seleccionando las dos orillas para poder tapar la parte hueca de la nariz.

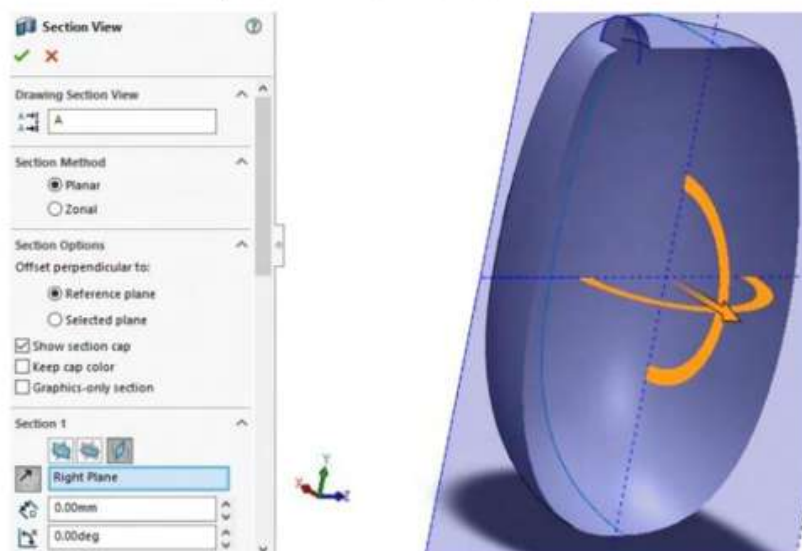
Figura 11.43. Repetir operación anterior



Fuente: Elaboración propia.

45. En el gestor de diseño seleccionamos “Vista de sección” para poder ver la pieza por la mitad, tomando como referencia el plano lateral.

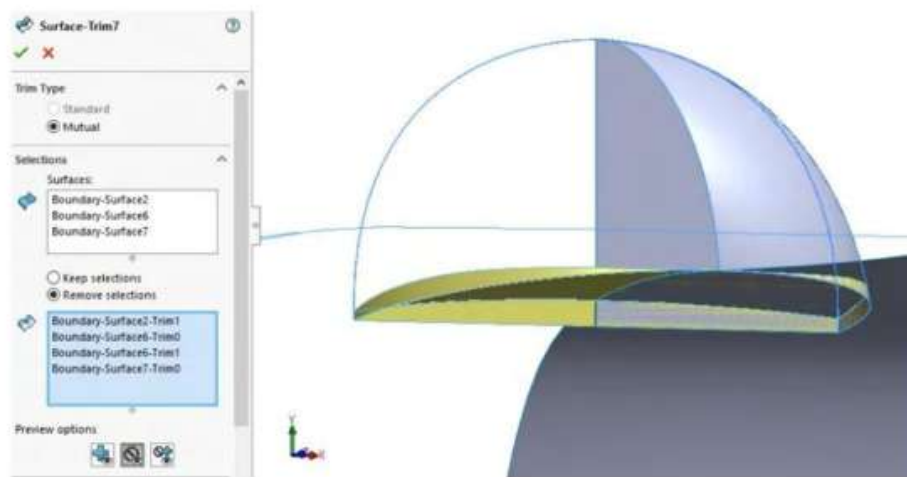
Figura 11.44. Visualizar corte de sección



Fuente: Elaboración propia.

46. Mediante la herramienta cortar superficie.
47. “Superficie”, “Recortar superficie” y eliminar los excedentes que se muestran en amarillo.
48. En el apartado de “Superficie” seleccionamos la nariz y el cuerpo, en el apartado de “Remove” seleccionamos las caras que se encuentran en amarillo.

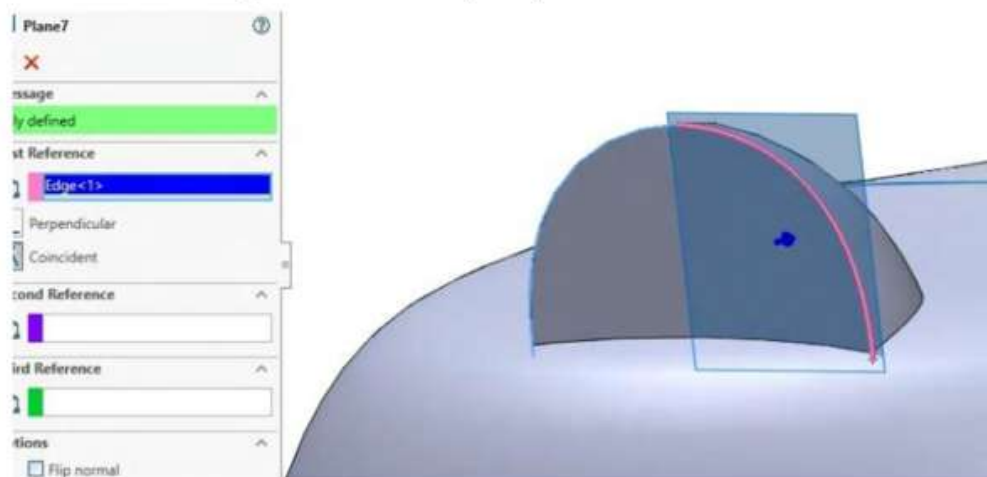
Figura 11.45. Recortar por superficie



Fuente: Elaboración propia.

49. Crear un plano, “Geometría de referencia”, “Plano”, “Aceptar”. Utilizar como referencia el contorno que aparece de color rosa.

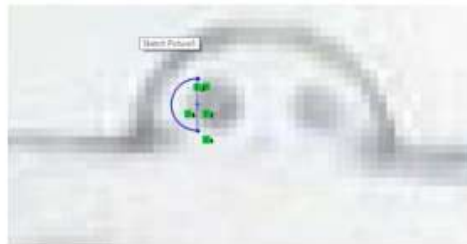
Figura 11.46. Generar plano por arista de referencia



Fuente: Elaboración propia.

50. Activar la visibilidad de la imagen de enfrente. Crear un medio círculo tomando como referencia el ojo de la imagen acomodándolo de una manera simétrica. En este mismo croquis realizar una línea constructiva que atraviese el medio círculo.

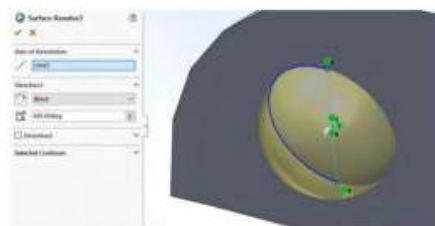
Figura 11.47. Realizar arco de tres puntos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

51. Llevar a cabo mediante “Revolución de superficie”. “Superficie”, “Revolución de superficie”, “Aceptar”. Realizar el siguiente cuerpo tomando como referencia la línea constructiva.

Figura 11.48. Aplicar revolución por superficie



Fuente: Elaboración propia.

52. Realizar simetría. “Operaciones”, “Simetría”, tomando como referencia el plano lateral seleccionando la esfera que se acaba de realizar. Dar clic en “Vista de sección” para tomar como referencia el plano lateral.

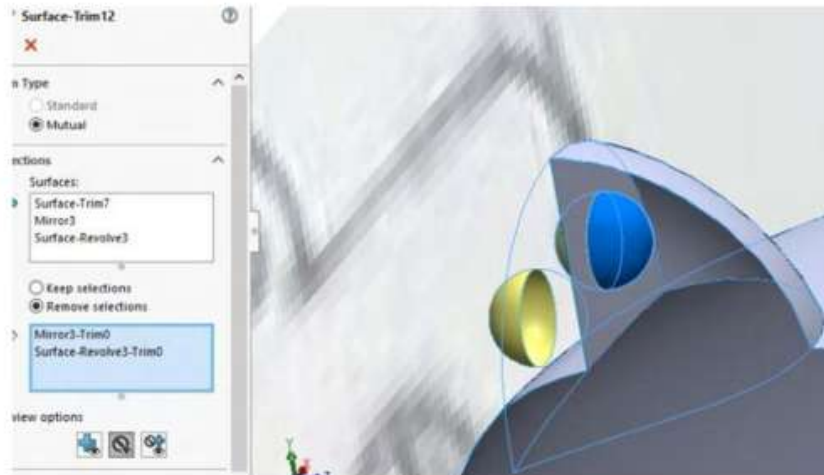
Figura 11.49. Realizar simetría



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

53. Seleccionar click en recortar superficies. “Superficie”, “Recortar superficie”, “Aceptar”. Es un recorte tipo simultaneo seleccionando la nariz y las esferas y eliminando las caras que aparecen en amarillo.

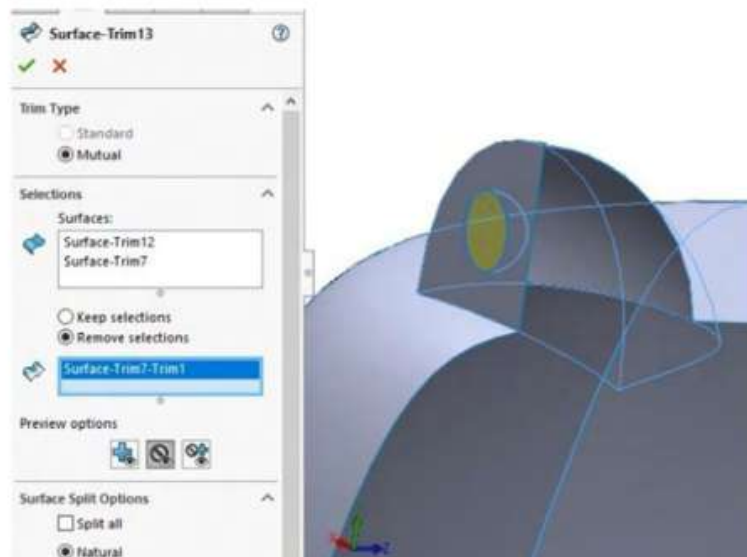
Figura 11.50. Recortar superficies



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

54. Después se realizará el siguiente paso. “Superficie”, “Recortar superficie”, “Aceptar”. Se eliminará la parte de la nariz con un recorte simultaneo eliminando la cara que se muestra en amarillo.

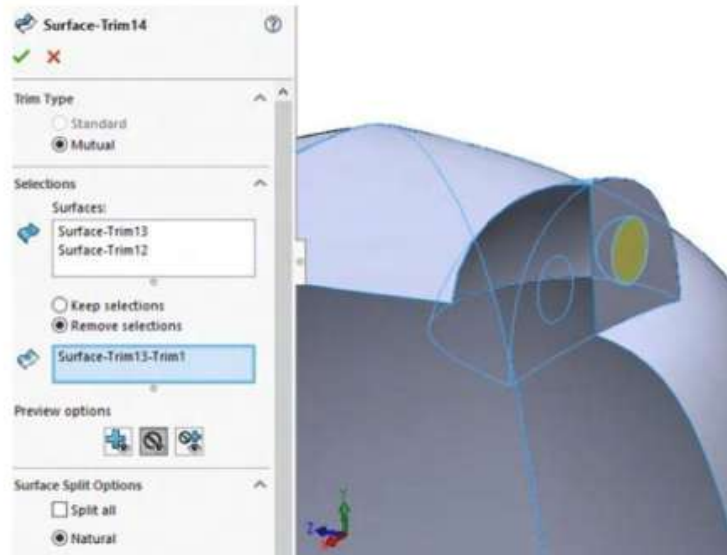
Figura 11.51. Recortar superficie



Fuente: Elaboración propia.

55. Invertir sentido en la vista de sección para realizar el mismo paso, pero del otro lado.

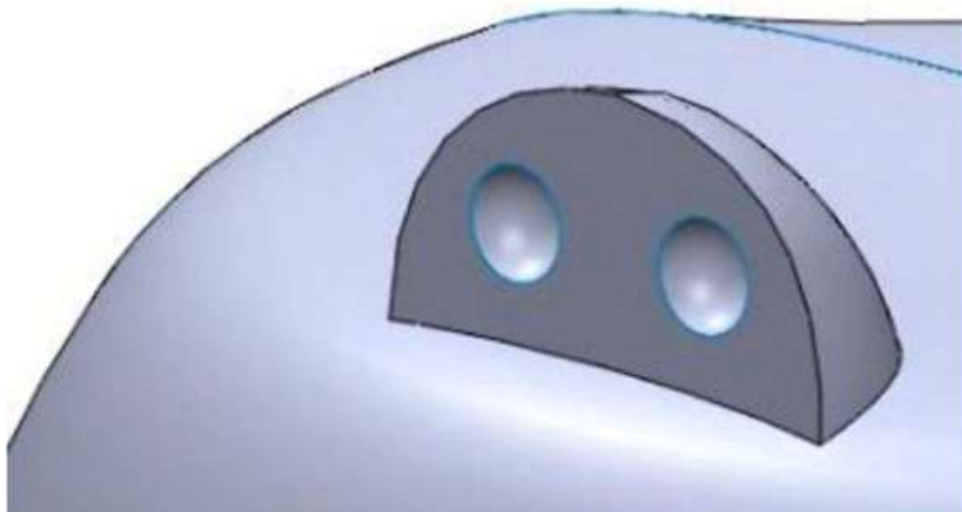
Figura 11.52. *Repetir instrucción de operación anterior*



Fuente: Elaboración propia.

56. Una vez realizados los recortes la nariz debe quedar como se muestra a continuación.

Figura 11.53. *Visualizar salida de operaciones de recorte*

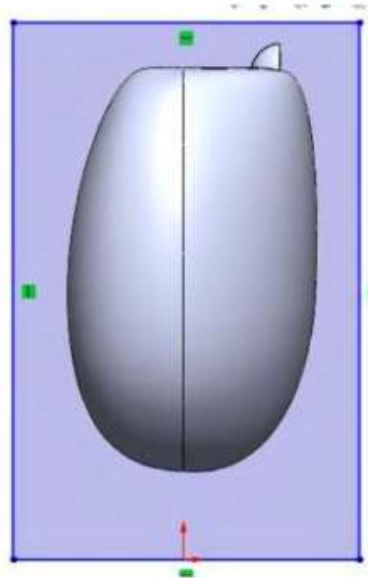


Fuente: Elaboración propia.



57. Abrir un croquis. Clic a “Croquis”, a “Un plano lateral”, “Mediante rectángulo”, “Croquis”, “Rectángulo”. Realizar un rectángulo como se muestra a continuación.

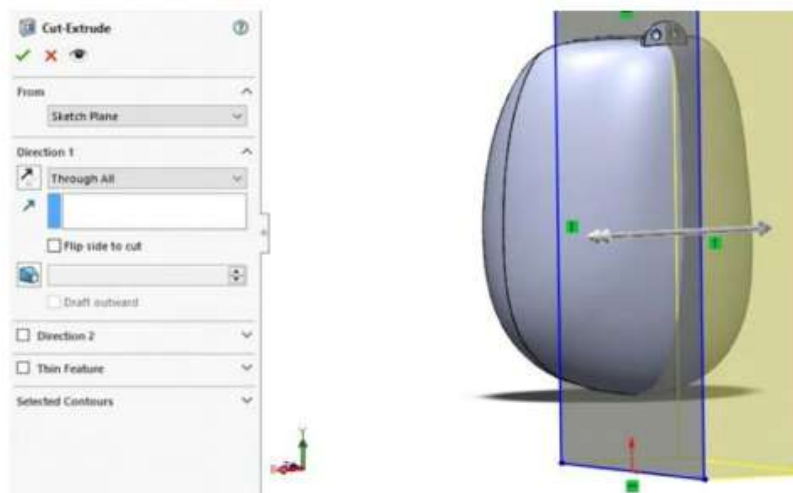
Figura 11.54. Realziar un croquis de rectángulo



Fuente: Elaboración propia.

58. En esta imagen recortaremos la mitad del cuerpo mediante “Operaciones”, “Extruir corte”, configurarlo para que atraviese toda la pieza.

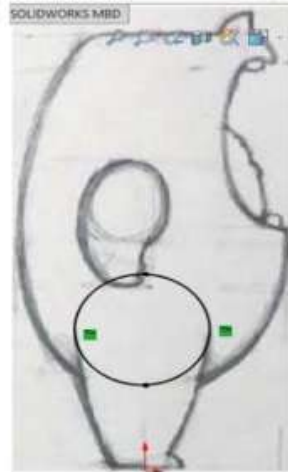
Figura 11.55. Realizar corte



Fuente: Elaboración propia.

59. Activar plano derecho, realizar un croquis en vista lateral, Te vas a realizar la siguiente ruta: “Croquis”, “Spline”, agregando relación de coincidencia y aceptar. Con el comando “Spline” tratar de realizar una silueta que cubra el grosor de la pierna y que siga la silueta con base en la anatomía del monstruo, como se muestra en la imagen.

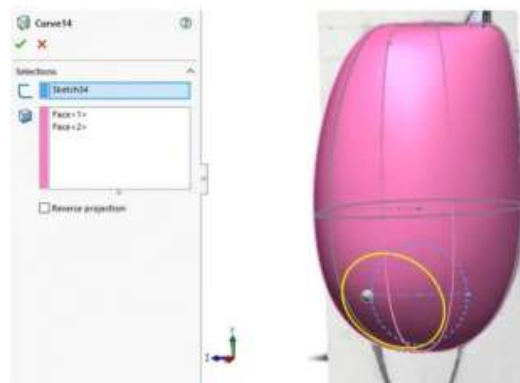
Figura 11.56. Empezar a trabajar con las piernas del modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

60. Le daremos “Coser la superficie”, “Superficie”, “Coser superficie”, seleccionaremos todas las piezas y daremos aceptar. Proyectaremos la curva hacia el cuerpo: “Insertar”, “Curva”, “Curva proyectada”, primero seleccionar, tomar el croquis anterior y en la siguiente las caras a donde se proyectarán, como se ve en la siguiente imagen.

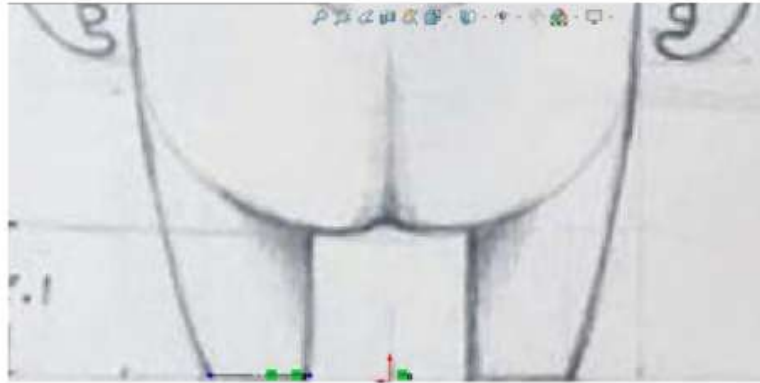
Figura 11.57. Proyectar curva



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

61. “Activar la vista frontal”, Abrir un croquis en el plano frontal y realizar una línea constructiva para representar un límite en la pierna.

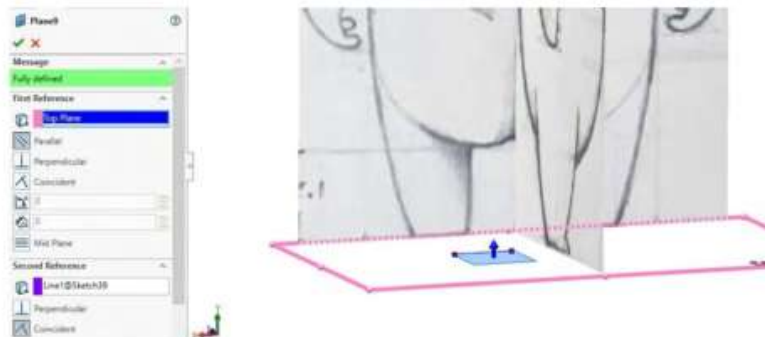
Figura 11.58. Por vista frontal realizar línea constructiva



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

62. Insertar plano con “Geometría de referencia”, “Plano”, “Aceptar”. Como primera referencia tomar el plano alzado y como segunda la línea del croquis anterior.

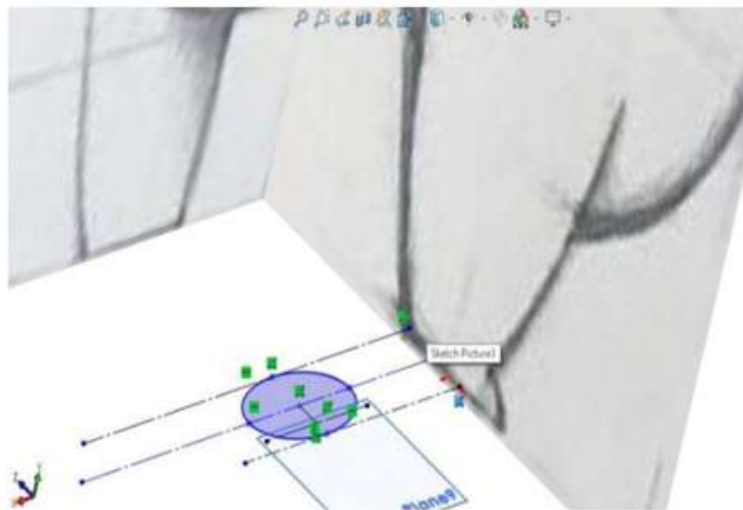
Figura 11.59. Generar plano nuevo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

63. Utilizar el plano previamente realizado para dibujar el siguiente croquis: “Croquis”, “Spline”, y se agregan relaciones de referencia como se muestra en la imagen y aceptar.
64. Tomando como referencia el ancho y el largo de la parte final de la pierna. La línea de color naranja es la referencia del grosor.

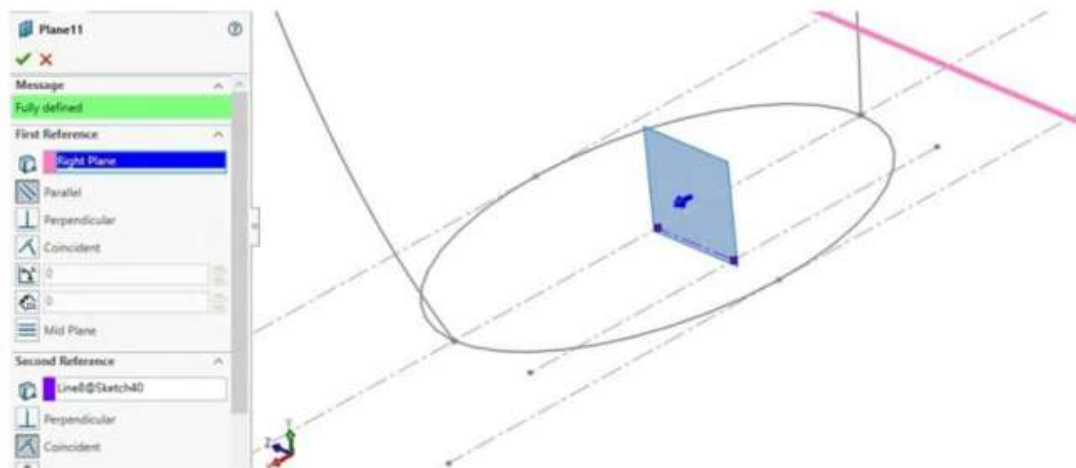
Figura 11.60. Realizar croquis en plano mediante una elipse



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

65. En este paso se Insertará un plano, “Geometría de referencia”, “Plano”, “Aceptar”. Tomando como primera referencia el plano lateral, segunda referencia la línea del croquis color morado.

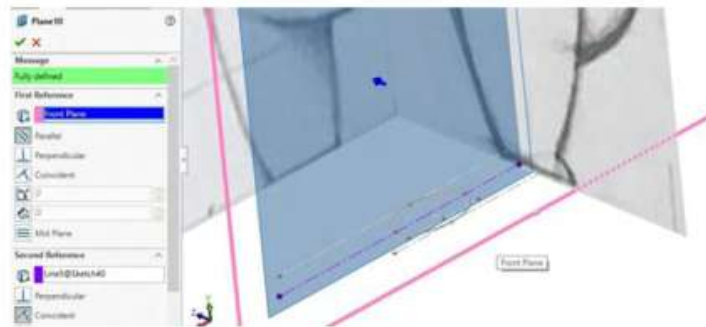
Figura 11.61. Genera plano mediante una vista lateral y línea auxiliar



Fuente: Elaboración propia.

66. Insertar un plano: “Geometría de referencia”, “Plano”, “Aceptar”. Tomando como primera referencia el plano frontal y como segunda referencia la línea constructiva del croquis anterior marcada en color morado.

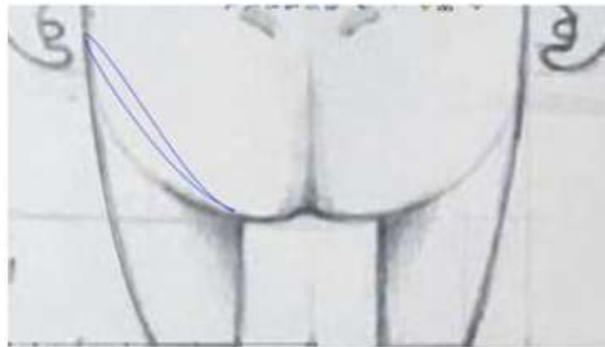
Figura 11.62. Visualizar posición del plano



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

67. Activar visibilidad de la curva proyectada.

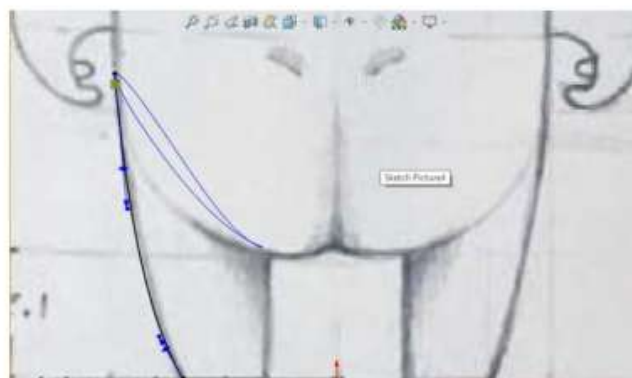
Figura 11.63. Visualizar la curva proyectada



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

68. Dar clic en plano frontal, abrir un croquis, con: “Croquis”, “Spline”, agregar relación de perforado con la curva proyectada y aceptar.

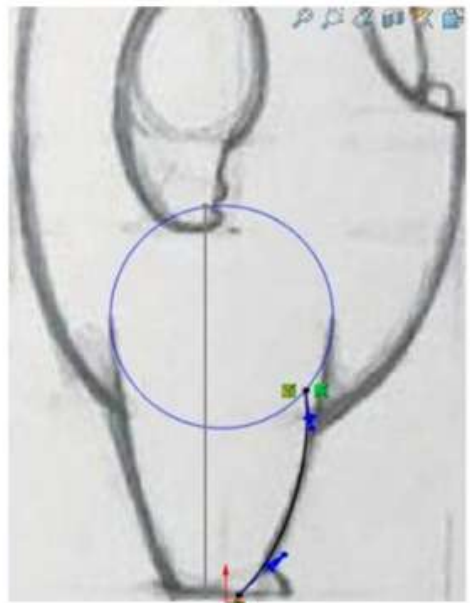
Figura 11.64. Realizar curva mediante spline cerrando perfil frontal



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

69. Activar la curva proyectada de la pierna. Clic en “Plano derecho” abrir croquis y realizar con: “Croquis”, “Spline” y agregar relación de perforado y “Aceptar”. Ajustar a la silueta de la pierna.

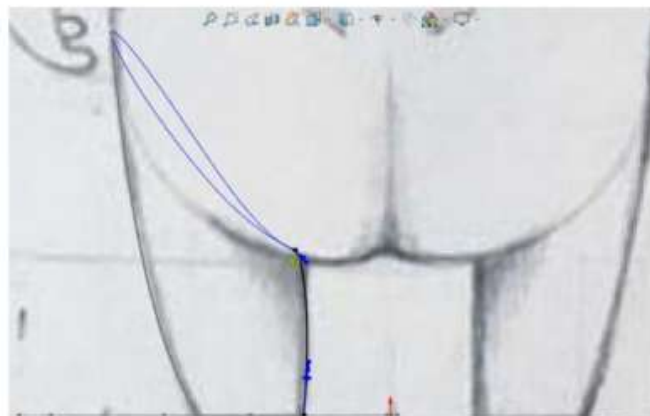
Figura 11.65. Realizar curva mediante spline cerrando perfil lateral



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

70. Seleccionar “Plano frontal”, abrir croquis, realizar el croquis mostrado. “Croquis”, “Spline”, agregar relación de perforado con la curva proyectada y clic en “Aceptar”.

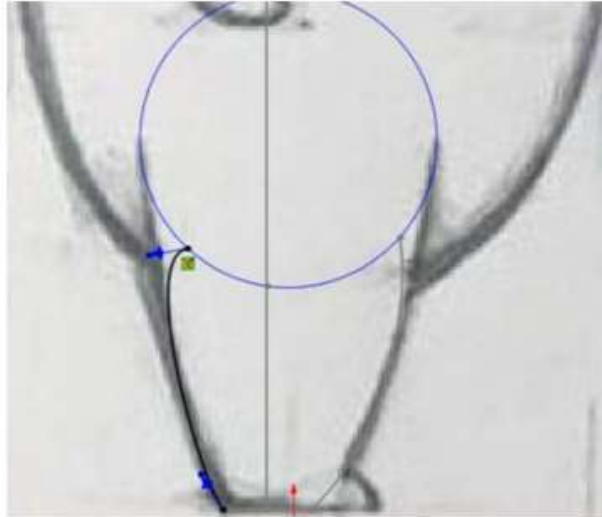
Figura 11.66. Realizar relaciones inteligentes de perforado entre croquis



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

71. Darle clic a “Plano lateral”, abrir croquis con ayuda de “Croquis”, “Spline” agregar relación de perforado con la curva proyectada y aceptar, imitando la silueta de la pierna.

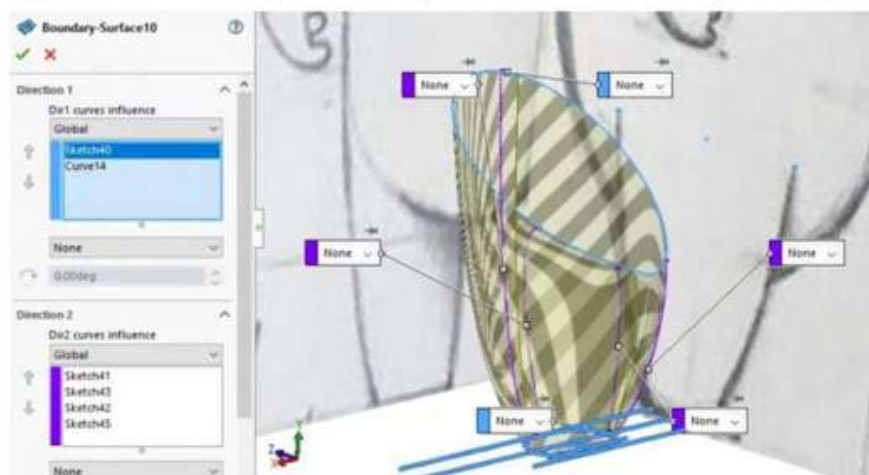
Figura 11.67. Cerrar perfiles con líneas por spline



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

72. Se creará el cuerpo de la pierna con superficie limitante. “Superficie”, “Superficie limitante”, “Aceptar”. En dirección 1 seleccionar la curva proyectada y la curva proyectada que aparece en color celeste y en dirección las guías que aparecen en color morado.

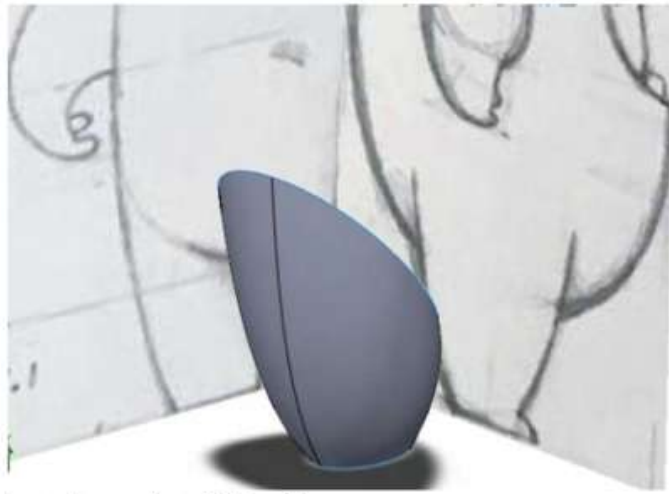
Figura 11.68. Realizar operación de superficie mediante limitante y curvas guías



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

73. Plano frontal; abrir croquis. Necesitaremos tener otra perspectiva así que invertiremos las vista con “control + 8”. Realizar el siguiente croquis tomando como referencia del monstruo y haciendo una curva con spline para el pie. “Croquis”, “Spline” agregando relación de perforado con la curva proyectada y damos clic en “Aceptar”. Semejante a la que se muestra en la imagen, y se tomará como referencia una vista del plano frontal.

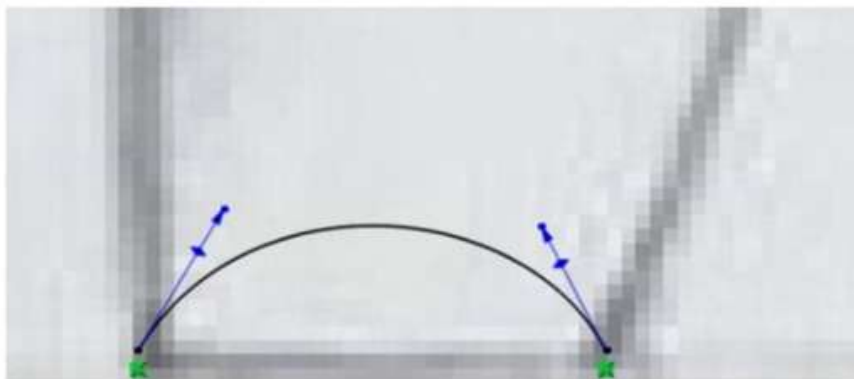
Figura 11.69. Visualizar operación anterior



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

74. Utilizando esta vista como referencia el spline se ajusta a la curvatura del pie de la figura.

Figura 11.70. Crear croquis por spline libre según imagen.

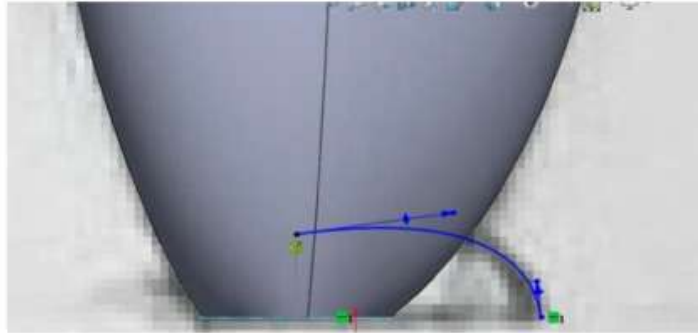


Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.



75. Dar click en “Vista lateral”, abrir croquis y realizar el siguiente que se muestra, con “Croquis”, “Spline”, agregando relación de perforado con el croquis anterior y relación horizontal en la parte inferior del mismo con puntos de otro croquis como se muestra en la imagen.

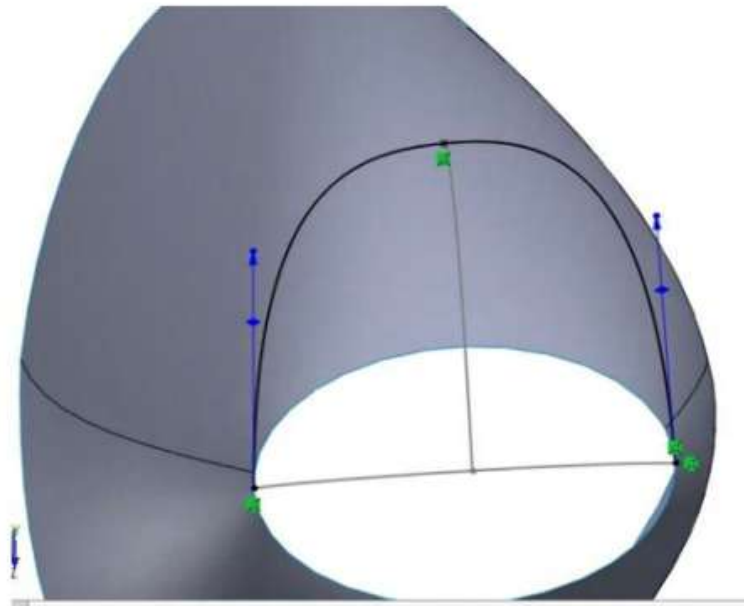
Figura 11.71. Realizar perfil de pie según imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

76. Seleccionar el plano alzado, abrir croquis y realizar la siguiente curva con “Croquis”, “Spline”, agregar relación de perforado con la curva proyectada en referencia a los puntos de los croquis anteriores.

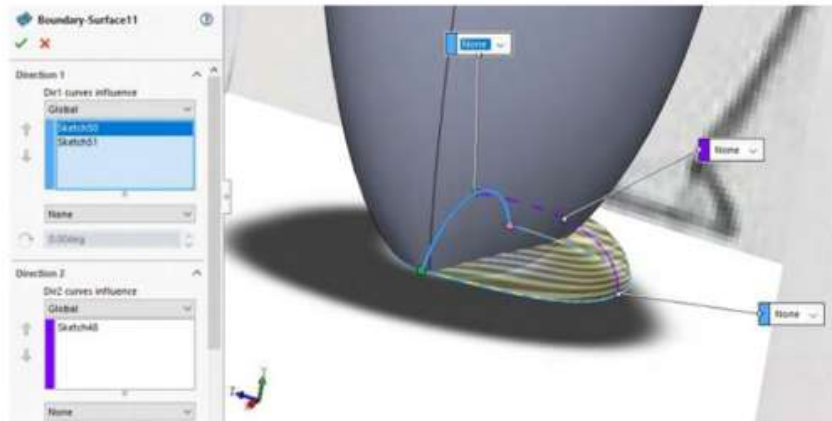
Figura 11.72. Realizar croquis y agregar relaciones inteligentes de perforado



Fuente: Elaboración propia.

77. A continuación le daremos cuerpo al pie del monstruo con la herramienta “Superficie”, “Superficie limitante”. En dirección 1, el croquis marcado con azul, y en dirección 2 los que están marcados con morado.

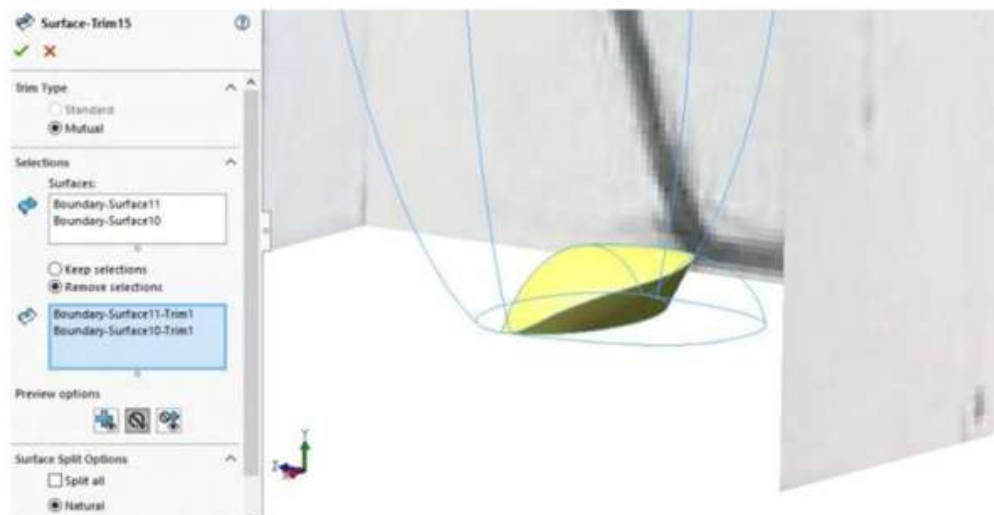
Figura 11.73. Generar operación de superficie por limitante



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

78. Se llevará a cabo un corte simultáneo con “Superficie”, “Recortar superficie”. Seleccionaremos el pie y la pierna del monstruo y eliminaremos las caras que se muestran en amarillo.

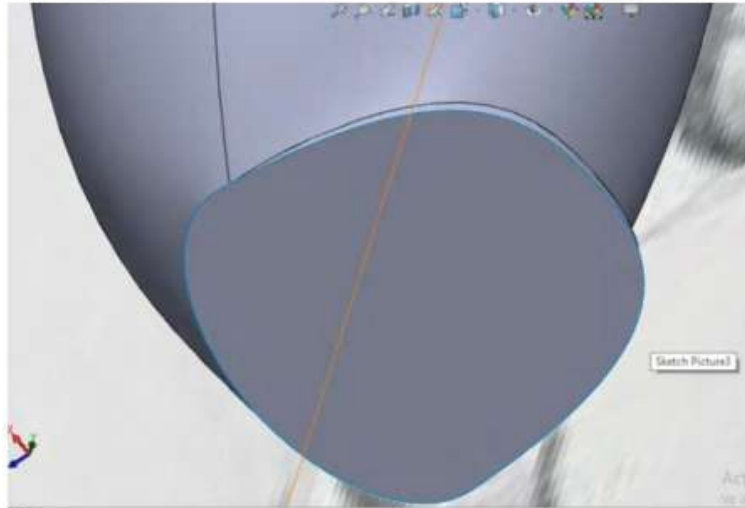
Figura 11.74. Recortar superficies internas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

79. Cubrir el hueco con superficie plana. “Superficie”, “Planar superficie” y seleccionar todas las aristas de la parte superior.

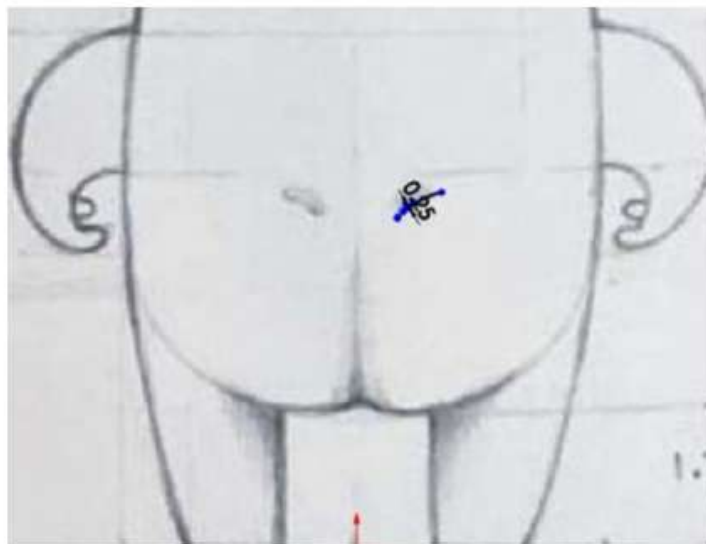
Figura 11.75. Cerrar con operación de superficie plana



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

80. Abrir croquis en el plano frontal y activar la vista trasera mediante spline: “Croquis”, “Spline”, intentar cubrir la curva de la parte de arriba del glúteo, realizar un ofset de .25 mm hacia afuera y cerrar el croquis.

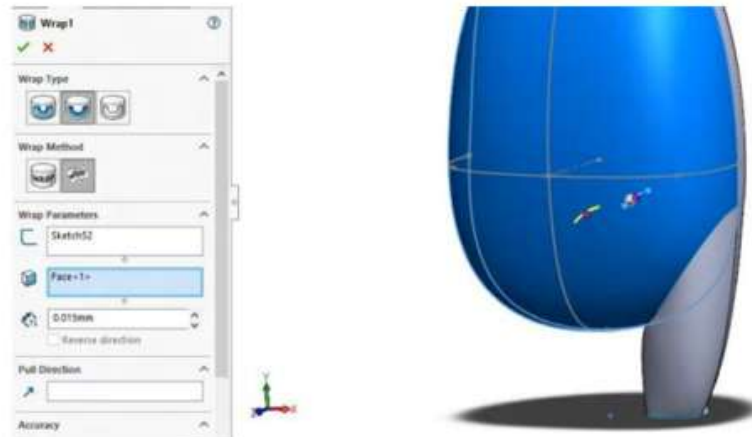
Figura 11.76. Realizar curva para croquis según imagen



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

81. Mediante envolver: “Operaciones”, “Envolver”, seleccionar el croquis anterior como primer parámetro y como cara seleccionar la parte posterior del cuerpo; en distancia poner 0.15 mm.

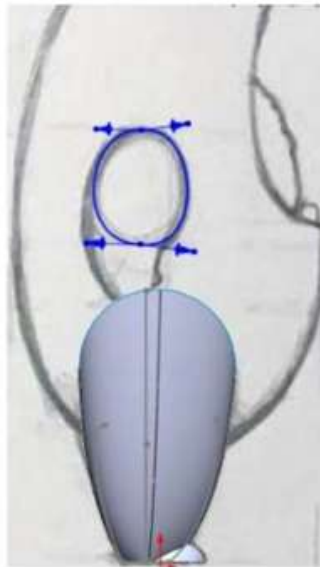
Figura 11.77. *Proyección de curva a superficie*



Fuente: Elaboración propia.

82. Ocultar el torso del monstruo. Abrir croquis en el plano lateral y realizar mediante spline: “Croquis”, “Spline” la siguiente figura que se muestra en la imagen:

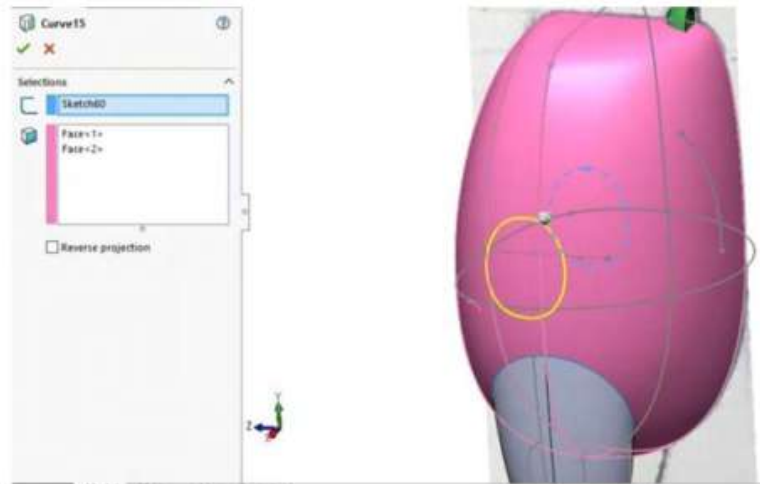
Figura 11.78. *En vista lateral realizar croquis para diseño de brazo*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

83. Volver a activar la visibilidad del cuerpo para proyectar el croquis anterior mediante: “Insertar”, “Curva”, “Curva proyectada”, seleccionar el croquis anterior y proyectarlo en la cara, como se muestra en la siguiente imagen.

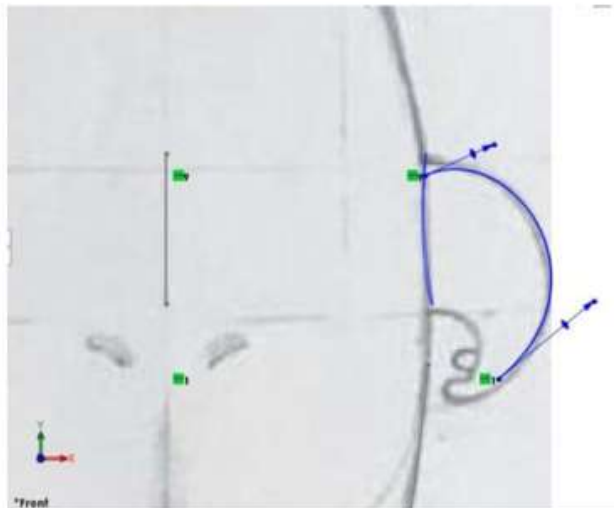
Figura 11.79. *Proyectar curva a superficie*



Fuente: Elaboración propia.

84. Activar vista trasera. En el plano frontal realizar el siguiente croquis con spline: “Croquis”, “Spline” y agregar relaciones de coincidencia a la curva proyectada.

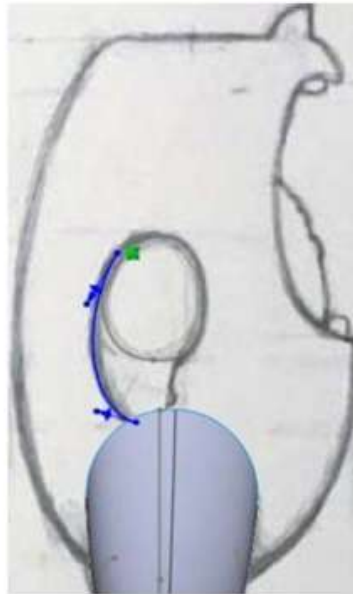
Figura 11.80. *Realizar croquis (independiente) frontal por spline según imagen para limitar*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

85. Ocultar cuerpo, realizar el siguiente croquis en plano lateral siguiendo la silueta del brazo con spline y agregando relación de coincidencia con la curva proyectada.

Figura 11.81. Realizar croquis lateral por spline según imagen para limitar



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

86. Realizar con curva proyectada: “Insertar”, “Curva”, “Curva proyectada”, los dos últimos croquis.

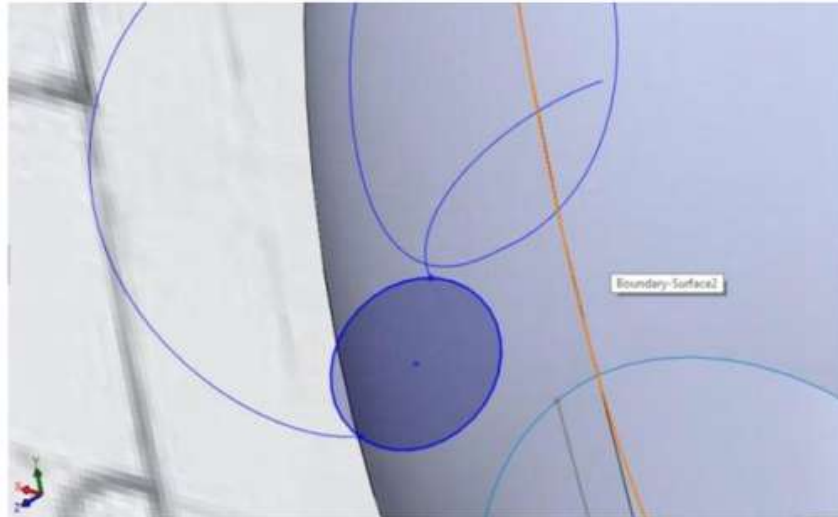
Figura 11.82. Realizar croquis (independiente) frontal por spline según imagen para limitar



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

87. Abrir un croquis 3D, agregar un punto en el término de cada una de las curvas guías y realizar un círculo, el cual empiece y termine en los puntos antes mencionados como se muestra en la imagen.

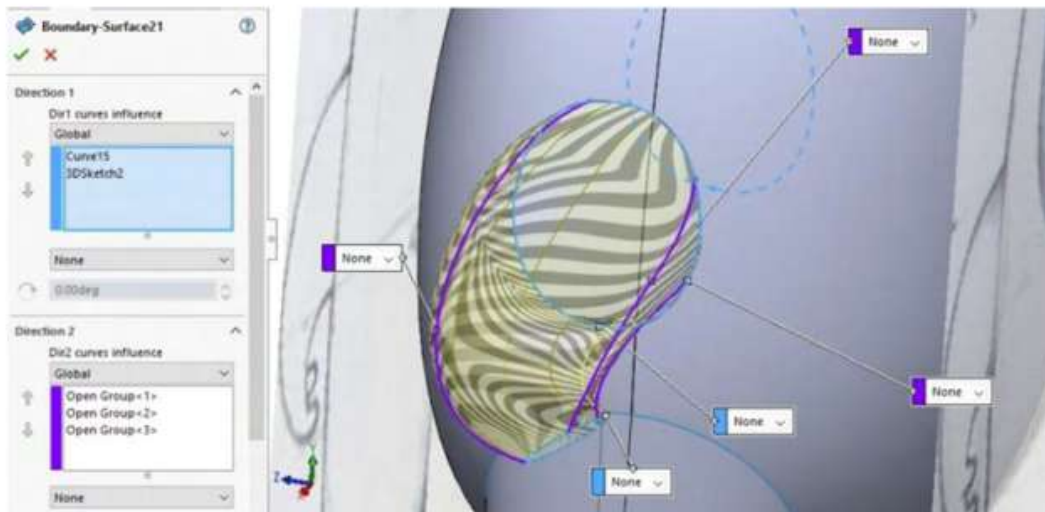
Figura 11.83. Realizar relaciones inteligentes entre croquis



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

88. Darle cuerpo mediante “Superficie”, “Superficie limitante”, dirección 1 los croquis marcados en color celeste y en dirección 2 los croquis marcados de color morado.

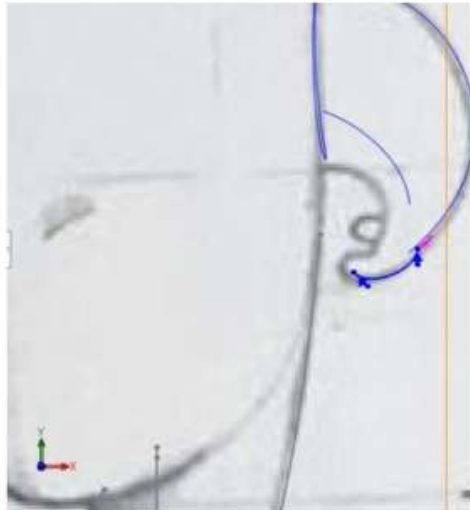
Figura 11.84. Realizar operación de relleno por superficies de limitante



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

89. Realizar el siguiente croquis en plano frontal siguiendo la silueta de la mano con spline: “Croquis”, “Spline”.

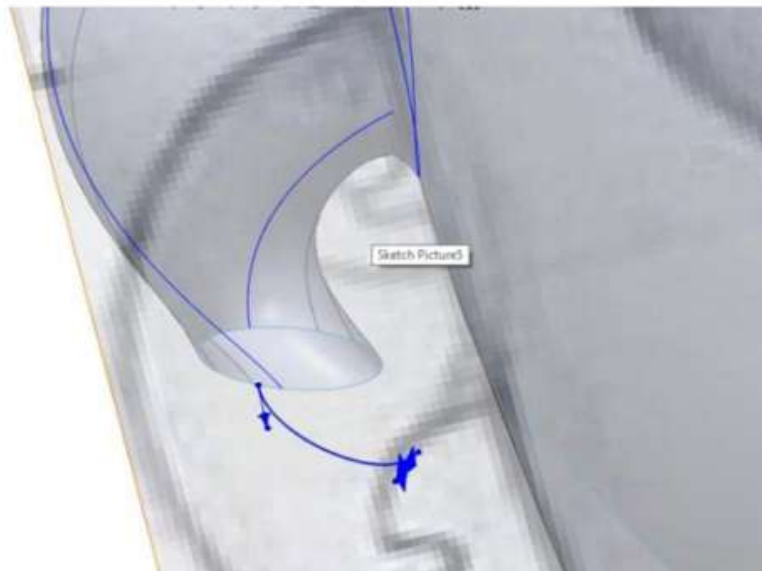
Figura 11.85. Trabajar con los pasos anteriores para la silueta de la mano



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

90. Realizar el siguiente croquis 3D en relación con los anteriores siguiendo la forma de la mano de forma libre.

Figura 11.86. Realizar croquis 3D para dedos

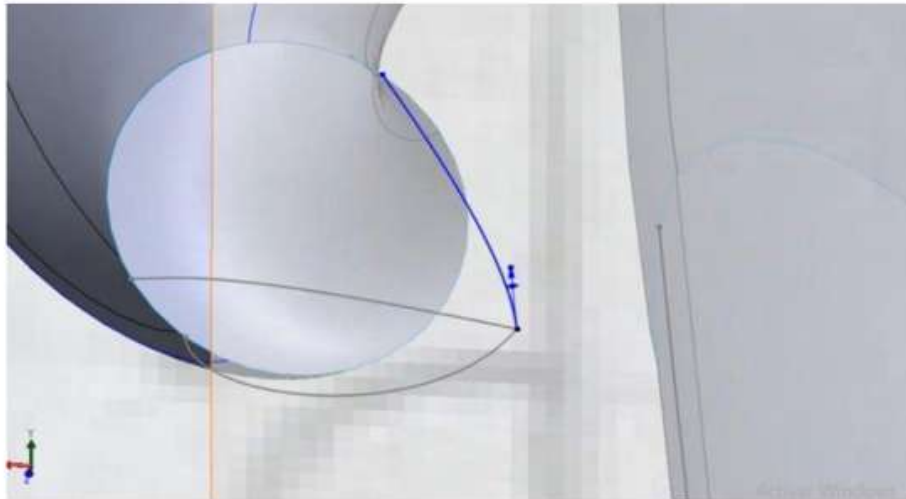


Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.



91. Realizar un croquis 3D en relación con los demás con spline libre. Realizar un croquis 3D “Croquis”, “Convertir unidades”, seleccionar la orilla que aparece en negro y recortarla solamente que esté coincidente con todas las líneas de los croquis 3D.

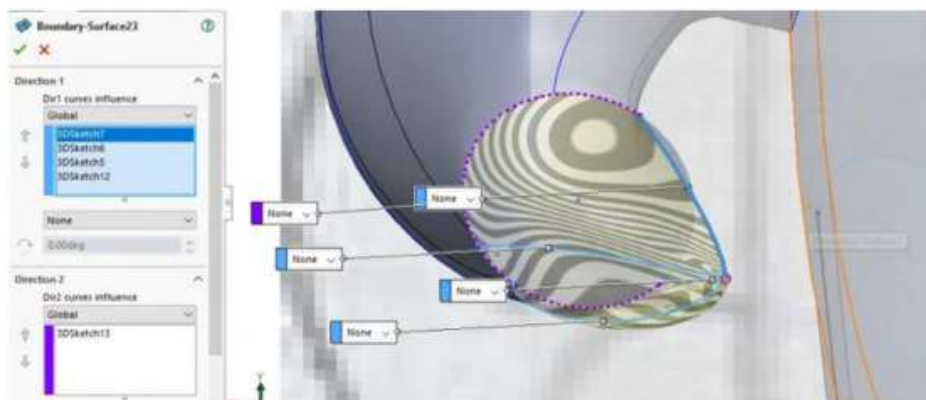
Figura 11.87. Realizar croquis 3D para cuerpo de mano



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

92. Darle cuerpo a la mano con superficie limitante. “Superficie”, “Superficie limitante”, dirección 1 los croquis en azul y dirección 2 los croquis morados.

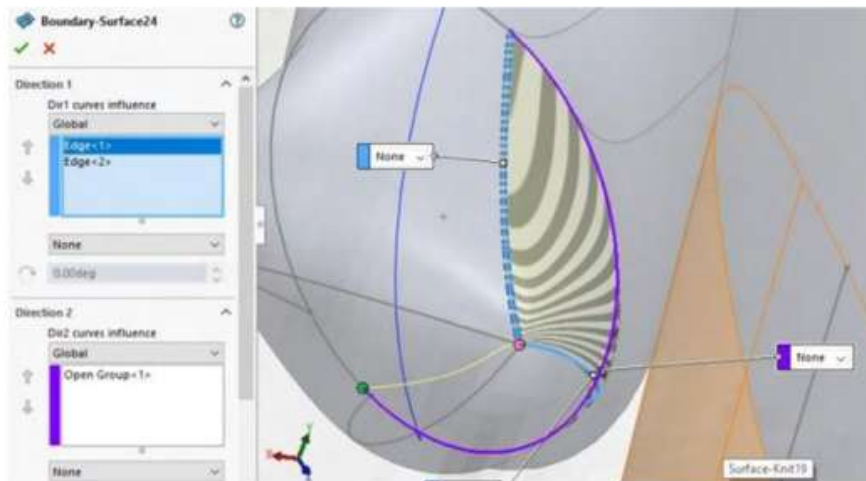
Figura 11.88. Realizar operación de rellenar por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

93. Terminar la mano mediante superficie limitante: “Superficie”, “Superficie limitante”; dirección 1, las aristas que están en azul; dirección 2, el contorno de la circunferencia que sale en morado.
94. Realizar simetría con base en el plano lateral, para que quede de ambos lados de igual manera.

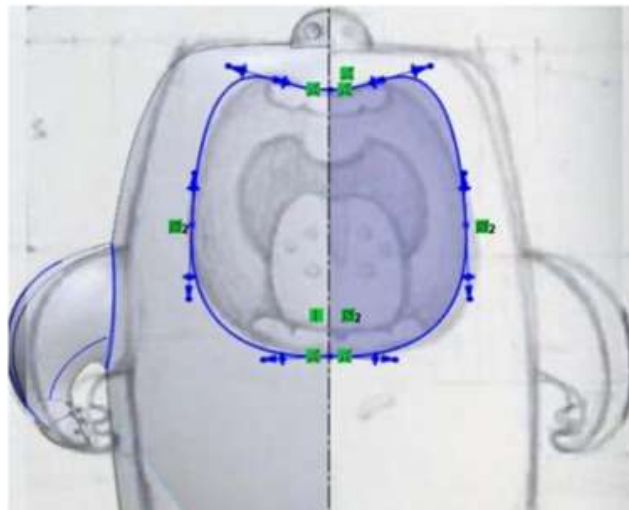
Figura 11.89. Realizar simetría



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

95. Abrir plano frontal, realizar el siguiente croquis con base en la silueta de la boca con spline: “Croquis”, “Spline”.

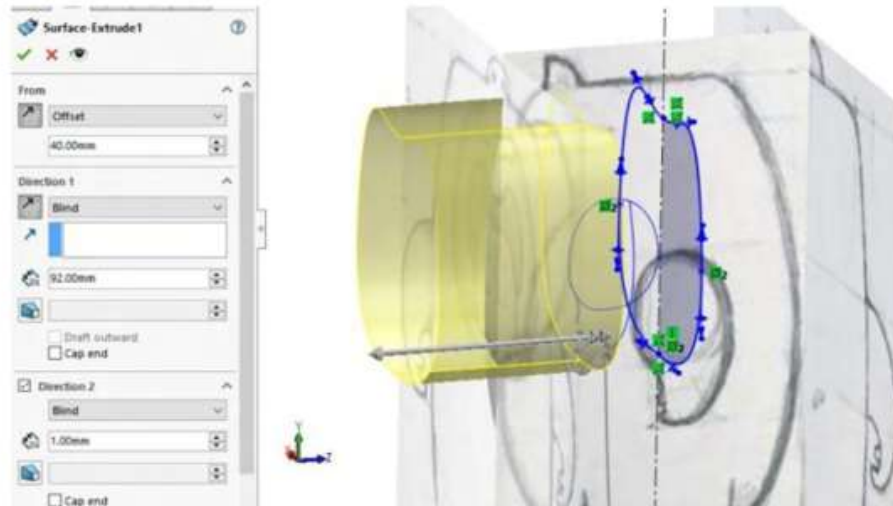
Figura 11.90. Realizar trabajos de croquis en forma libre por spline para boca



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

96. Extruir superficie, “Superficie”, “Extruir superficie” con la configuración que aparece en la imagen.

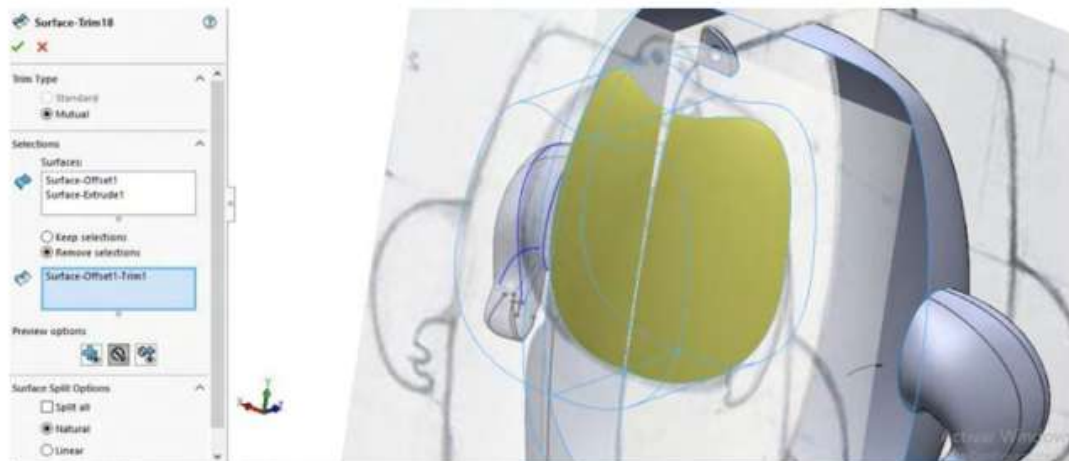
Figura 11.91. Realizar operación de extruir por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

97. Activar la visibilidad del cuerpo y mediante “Recortar superficie”, “Recortarte simultaneo” eliminar caras mostradas en color amarillo.

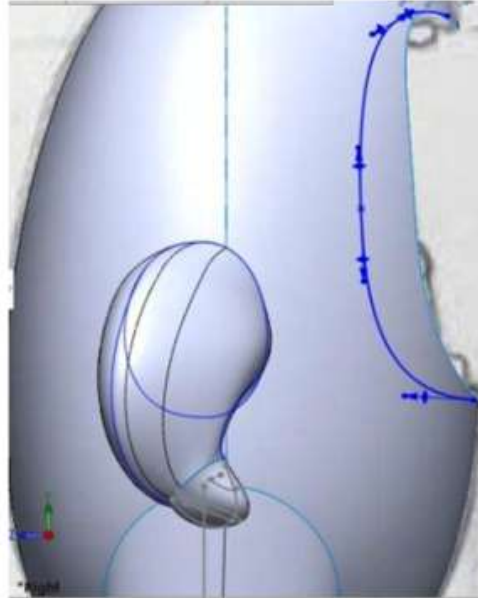
Figura 11.92. Recortar por superficie de extremos



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

98. Realizar el siguiente croquis en una vista lateral con “Croquis”, “Spline”.

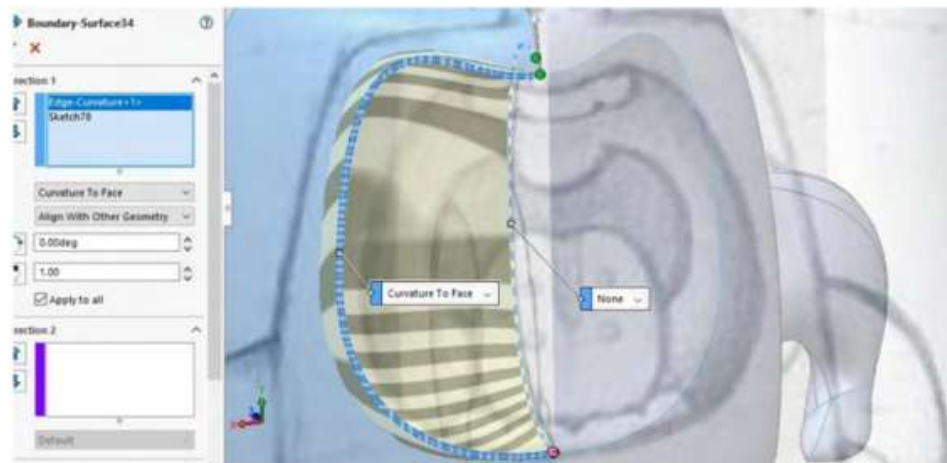
Figura 11.93. Realizar croquis libre para dar profundidad a boca



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

99. Mediante superficie limitante, “Superficie”, “Superficie limitante”, seleccionar en dirección 1 la opción uno, la orilla de la pieza y el croquis previamente creado, agregar la configuración que aparece en la imagen.

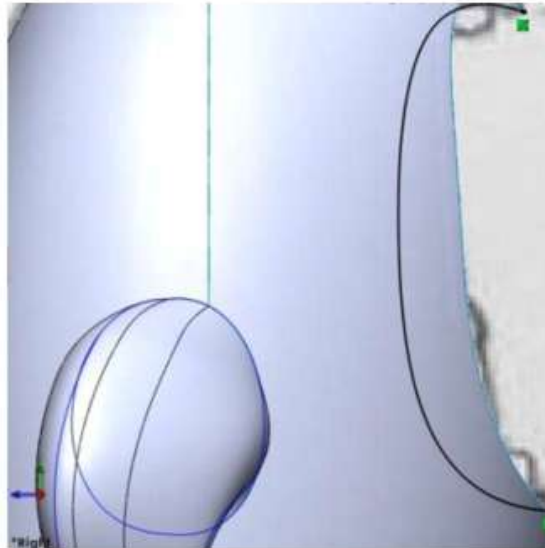
Figura 11.94. Realizar operación recubrir por limitante en superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

100. En un plano lateral realizar el siguiente croquis mediante “Croquis”, “Spline”.

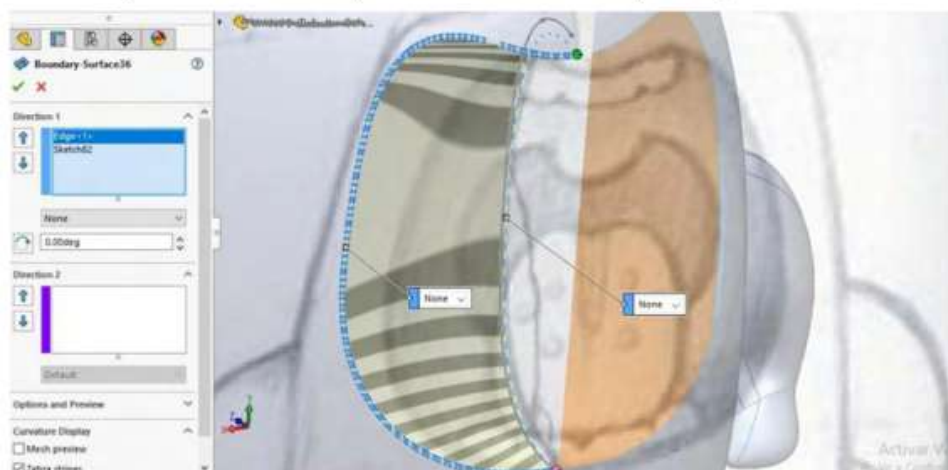
Figura 11.95. Realizar croquis libre para cerrar operación



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

101. Mediante la herramienta superficie limitante “Superficie”, “Superficie limitante”, seleccionar la orilla y el croquis seleccionado en color celeste. Realiza simetría con referencia al plano lateral derecho. Coser todos los elementos, “Superficie”, “Coser superficie”.

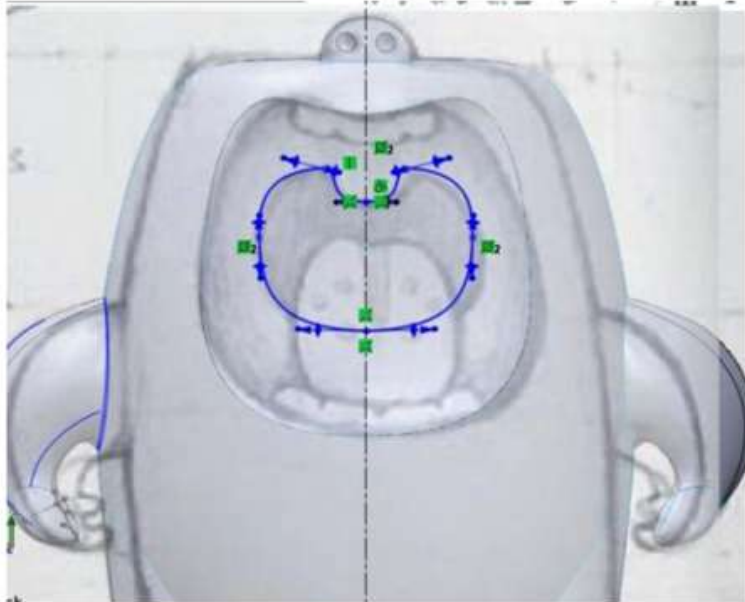
Figura 11.96. Realizar operación de recubrir en superficie por limitante



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

102. En el plano frontal realizar el siguiente croquis con spline, “Croquis”, “Spline”, tratando de imitar la garganta del monstruo.

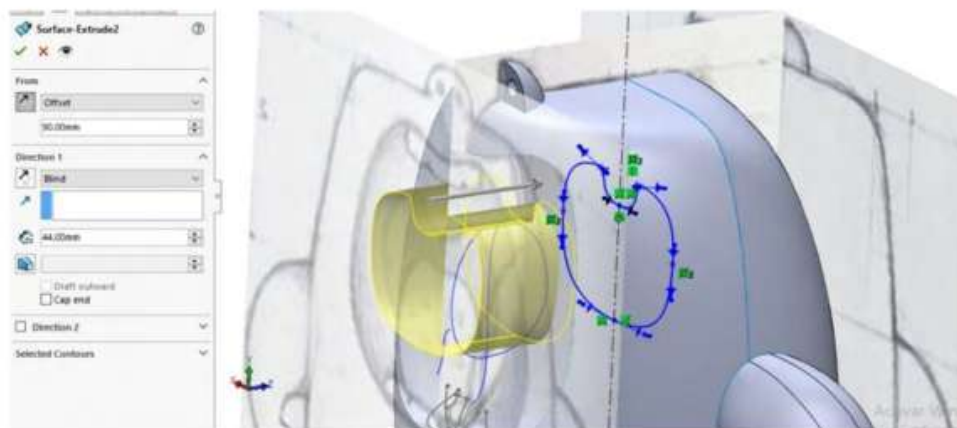
Figura 11.97. Realizar croquis libre por spline para imitar garganta según modelo



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

103. Extruir superficie “Superficie”, “Extruir superficie” con la configuración que se muestra en la imagen.

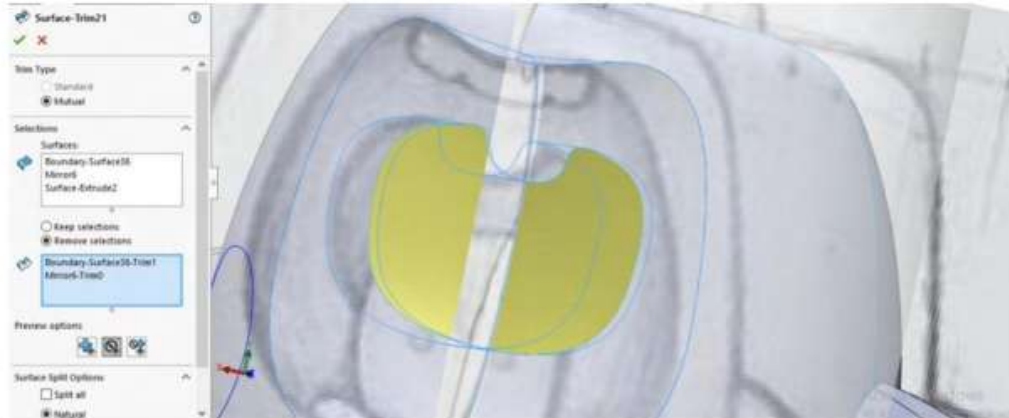
Figura 11.98. Realizar operación extruir superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

104. Realizar un recorte mediante la herramienta recortar superficie, “Superficie”, “Recortar superficie”, seleccionar elementos previos mediante un recorte simultaneo y eliminar las superficies.

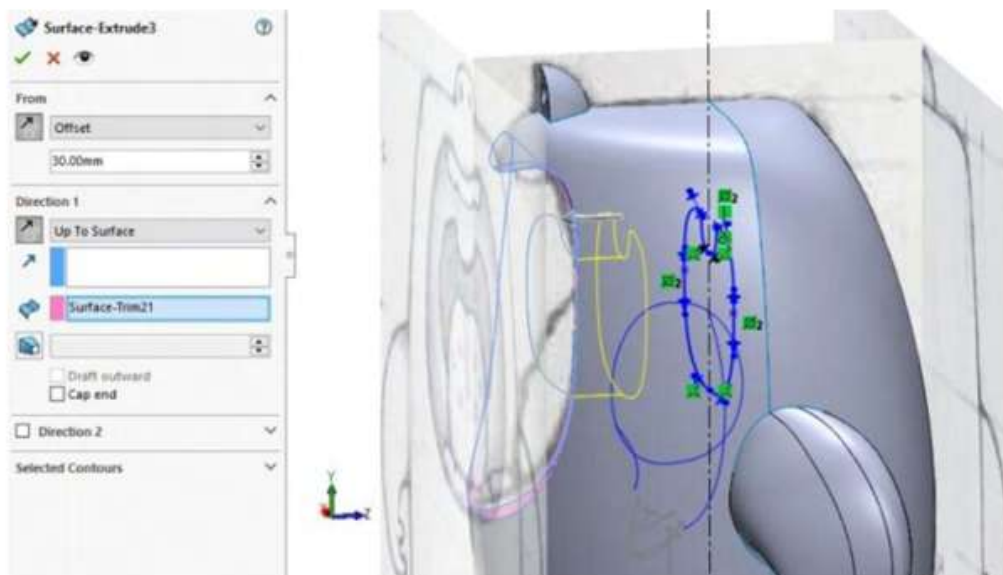
Figura 11.99. Recortar partes externas



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

105. Realizar nuevamente extruir por superficie: “Superficie”, “Extruir superficie”, con las configuraciones que se muestran en la imagen.

Figura 11.100. Seguir recortando superficie y coser

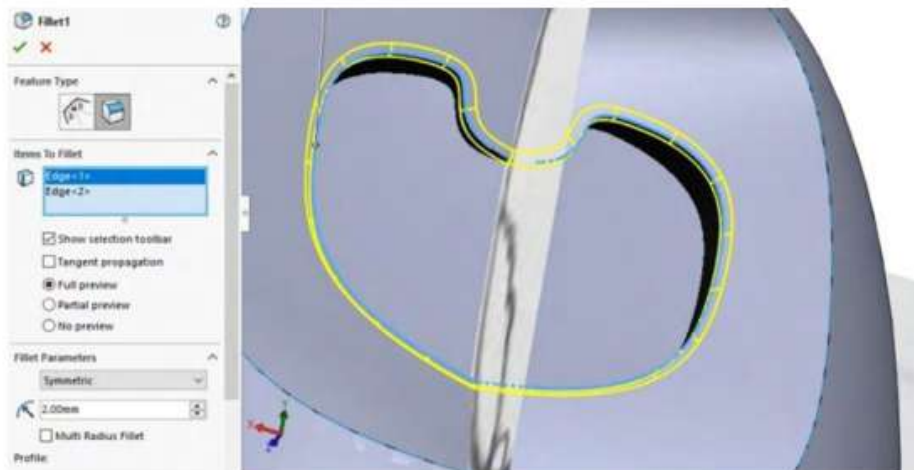


Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

*Nota:* Coser, operaciones, coser.

106. Realizar el siguiente redondeo con “Operaciones”, “Redondeo” con el redondeo de 2 mm.

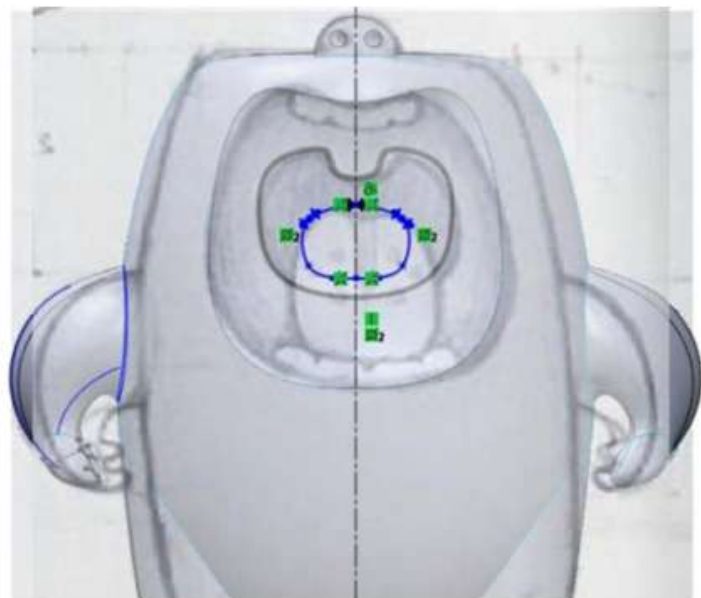
Figura 11.101. *Aplicar redondeo en aristas*



Fuente: Elaboración propia.

107. Realizar el siguiente croquis imitando el grosor de la lengua en un plano con spline, “Croquis”, “Spline”.

Figura 11.102. *Realizar croquis libre por spline según modelo para imitar la lengua*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.



108. Proyectar línea con “Superficie”, “Línea de partición” con el croquis previamente realizado y las caras que aparecen en azul.

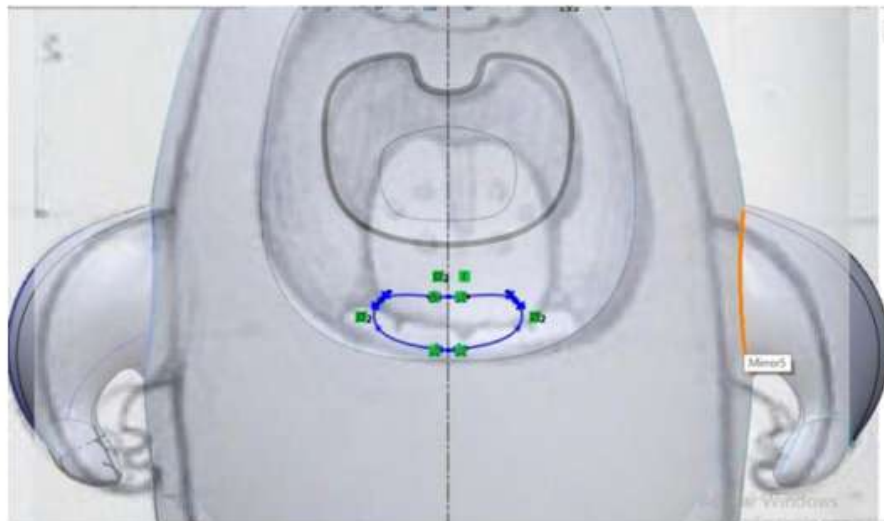
Figura 11.103. *Particionar superficie por curva*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

109. Realizar el siguiente croquis imitando el final de la lengua en un plano frontal con spline, “Croquis”, “Spline”.

Figura 11.104. *Realizar curva para dar el final de la lengua*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

110. Proyectar mediante Split line “Operaciones”, “Curva”, “Línea de partición” en las superficies marcadas en color azul.

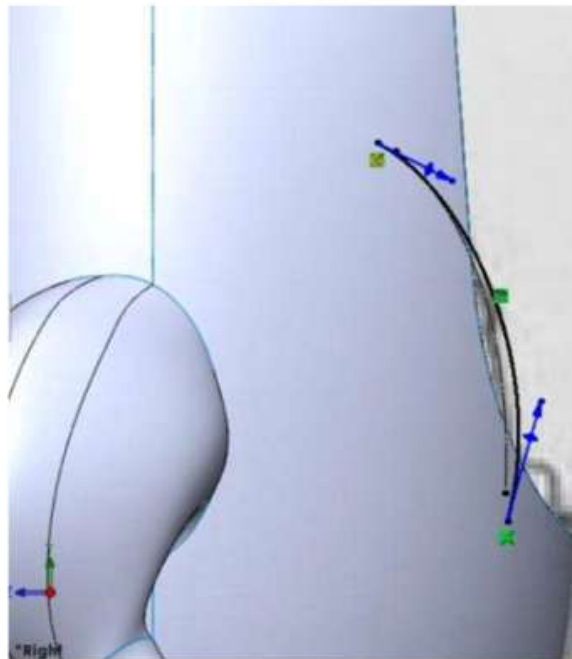
Figura 11.105. *Proyectar curva*



Fuente: Elaboración propia.

111. Realizar el siguiente croquis en un plano lateral imitando la silueta de la lengua.

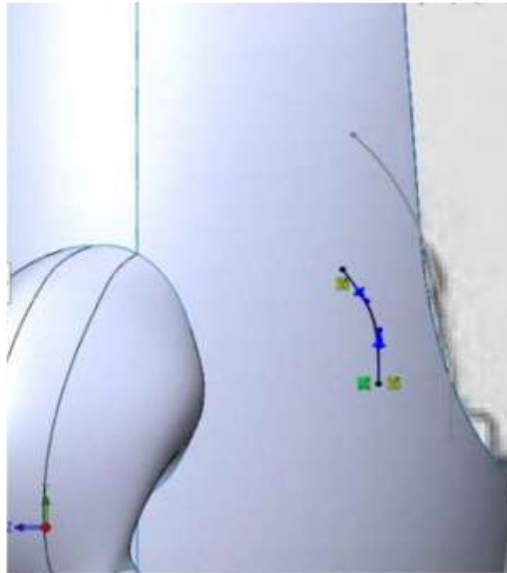
Figura 11.106. *Realizar curva para dar el cuerpo de lengua*



Fuente: Elaboración propia.

112. Realizar el siguiente croquis con spline en un plano lateral con spline:  
 “Croquis”, “Spline”.

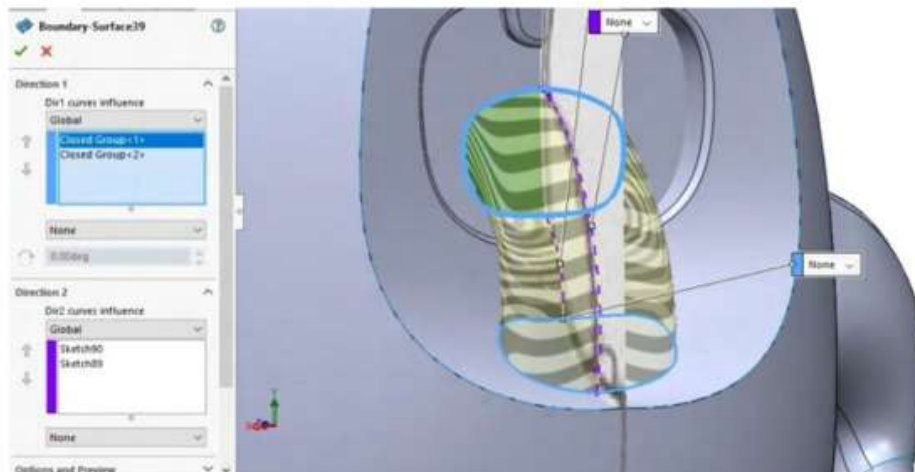
Figura 11.107. Realizar curva libre



Fuente: Elaboración propia.

113. Daremos cuerpo a la lengua con la ayuda de superficie limitante; “Superficie”, “Superficie limitante”, seleccionando las orillas de color azul con curvas guías en color morado.

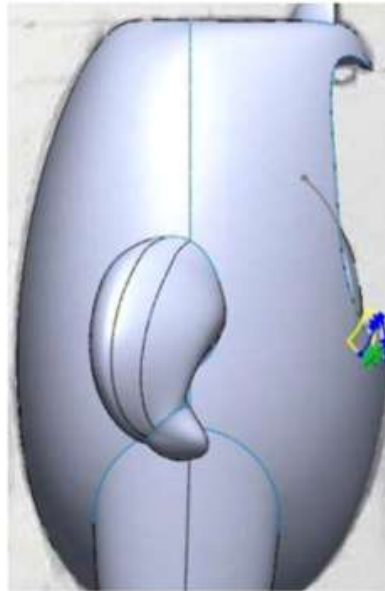
Figura 11.108. Realizar recubrir por superficie limitante



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

114. Realizar el siguiente croquis en un plano lateral con spline: “Croquis”, “Spline”, imitando la silueta de los dientes.

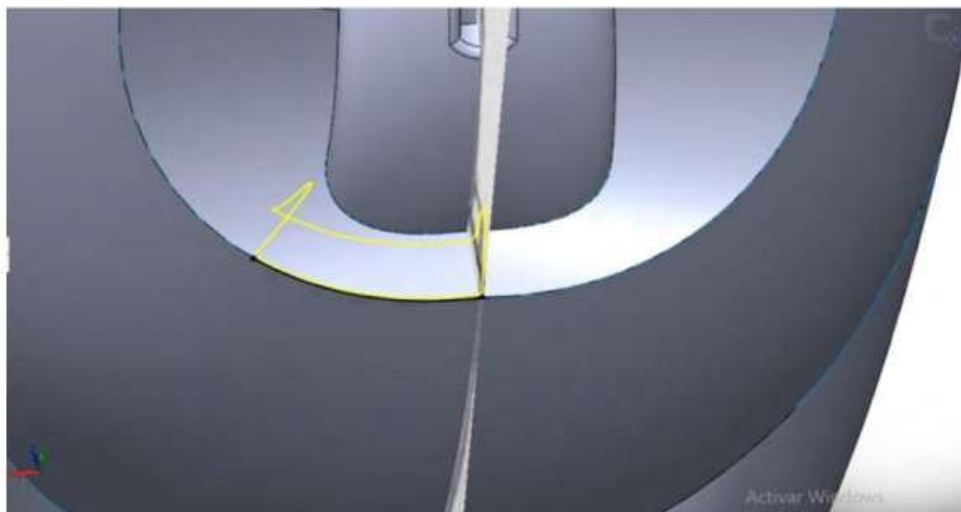
Figura 11.109. Realizar línea libre para el perfil de dientes



Fuente: Elaboración propia.

115. En un croquis 3D convertir unidades de la orilla de la boca como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 11.110. Realizar croquis 3D en arista de boca



Fuente: Elaboración propia.

116. Realizar el cuerpo de los dientes mediante barridos de superficie. Seleccionar el croquis en azul y como trayectoria el croquis 3D marcado en rosa.

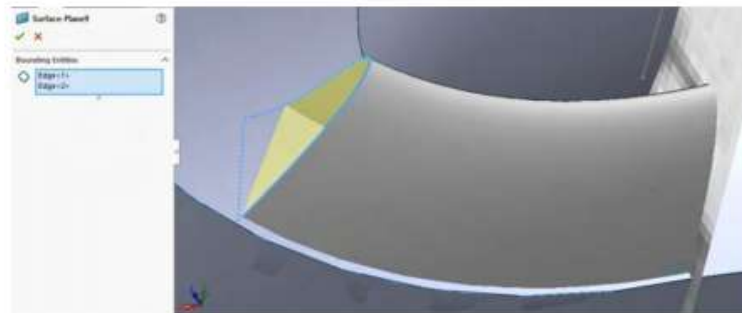
Figura 11.111. Aplicar un barrido por superficie



Fuente: Elaboración propia.

117. Tapar los orificios mediante la herramienta superficie plana; “Superficie”, “Superficie plana”, realizar simetría con referencia al plano lateral.

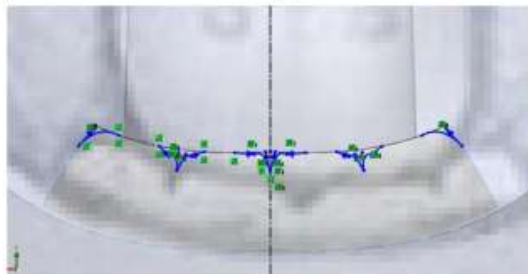
Figura 11.112. Tapar con superficie mediante plano



Fuente: Elaboración propia.

118. Realizar el siguiente croquis en un plano frontal con “Spline”: “Croquis”, “Spline”.

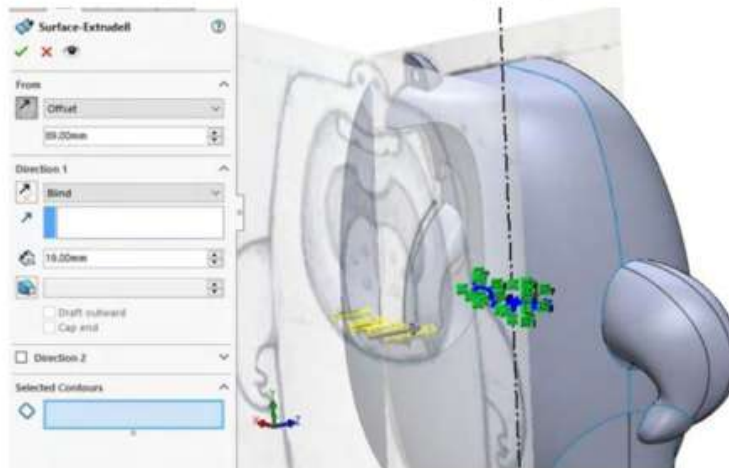
Figura 11.113. Realizar croquis simulando los dientes



Fuente: Elaboración propia.

119. Extruir con la configuración mostrada en la imagen.

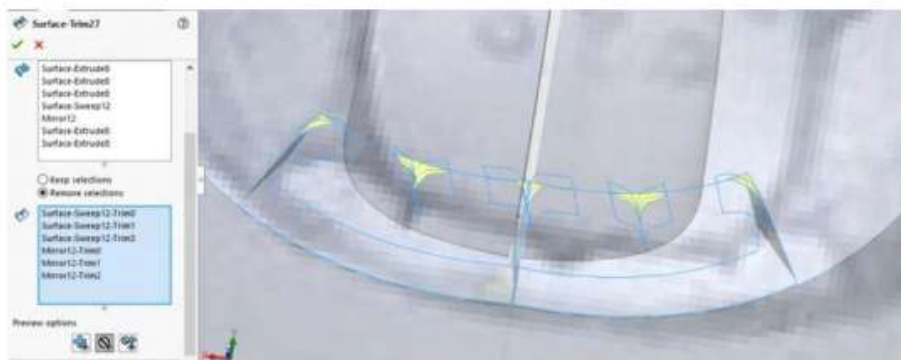
Figura 11.114. Realizar extruir por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

120. Mediante la herramienta “Cortar superficie”; “Superficie”, “Recortar superficie”, realizar un corte simultaneo seleccionando los dientes y la operación extruir anterior, y recortar los elementos mostrados en amarillo.

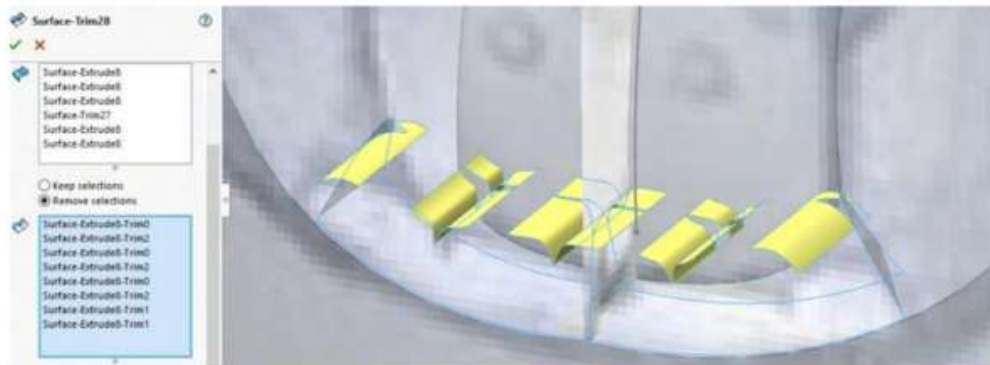
Figura 11.115. Recortar partes que se traslapan entre dientes



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

121. Repetir operaciones para eliminar excedentes mostradas en amarillo y coser todas las partes.

Figura 11.116. Recortar por superficie las caras externas



Fuente: Elaboración propia.

122. En un plano lateral realizar el siguiente croquis mediante “Spline”:  
“Operaciones”, “Spline”.

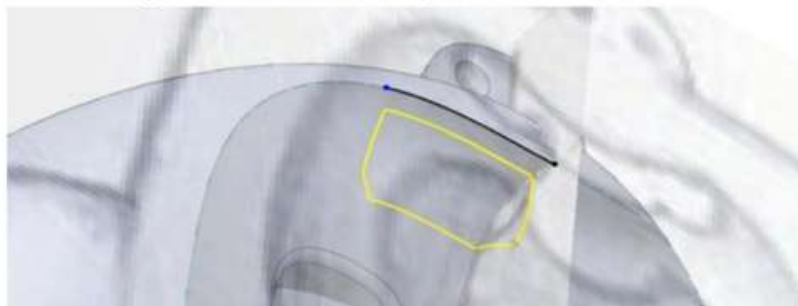
Figura 11.117. Realizar croquis de perfil para diente superior



Fuente: Elaboración propia.

123. Realizar el siguiente croquis 3D convirtiendo unidades de la orilla de la boca como se muestra en la imagen.

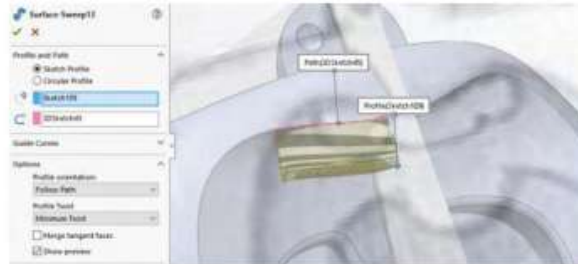
Figura 11.118. Realizar croquis 3D en arista de boca



Fuente: Elaboración propia.

124. Realizar cuerpo mediante barrido de superficies “Superficie”, “Barrer superficie”, escogiendo el croquis mostrado en azul y la trayectoria del croquis 3D mostrado en rosa.

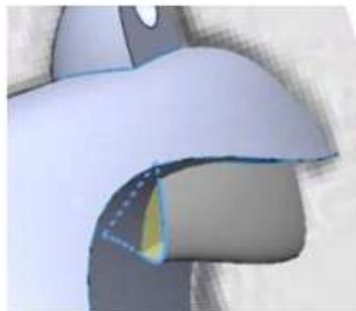
Figura 11.119. Realizar operación de extruir por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

125. Tapar hueco con superficie plana y seleccionar los contornos en azul.

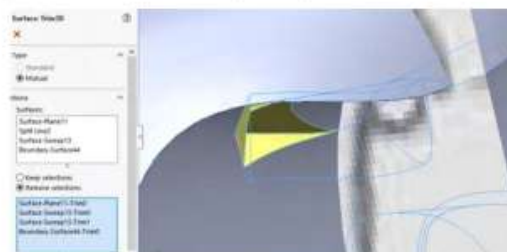
Figura 11.120. Realizar operación por superficie opción plana



Fuente: Elaboración propia.

126. Realizar un corte con recortar superficie (ruta) con un recorte simultáneo y eliminando las superficies mostradas en amarillo. Recortar excedentes mediante recortar superficies y “Superficie”, “Recortar superficie”. Realizar simetría con referencia al plano lateral.

Figura 11.121. Recortar por superficie caras externas

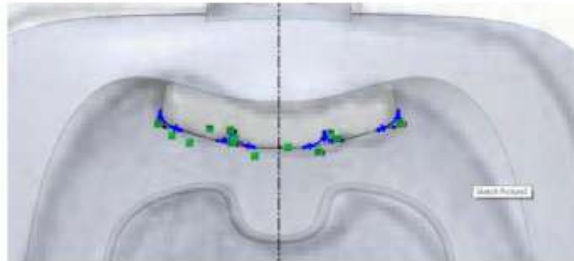


Fuente: Elaboración propia.



127. Realizar el siguiente croquis en un plano frontal haciendo la silueta de los dientes.

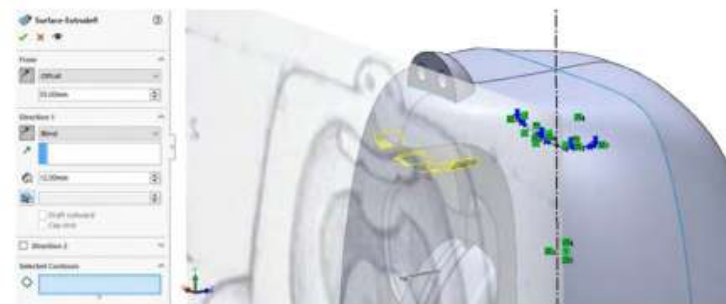
Figura 11.122. Realizar croquis simulando la forma de diente



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

128. Extruir superficie “Superficie”, “Extruir superficie” con la configuración mostrada en la imagen.

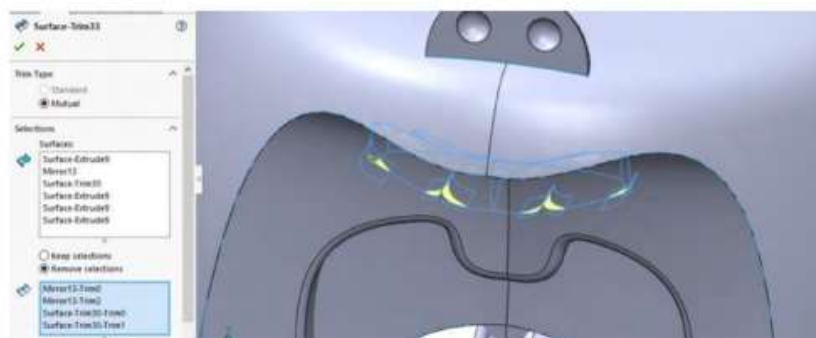
Figura 11.123. Aplicar operación extruir por superficie



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

129. Recortar superficie “Superficie”, “Recortar superficie”, recorte simultaneo y recortar lo mostrado en amarillo.

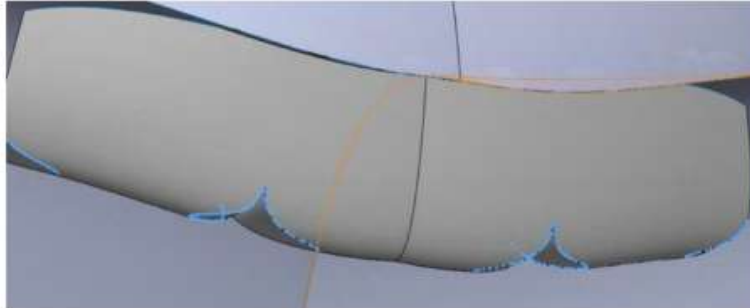
Figura 11.124. Retirar caras externas por recortar superficie



Fuente: Elaboración propia.

130. Coser todas las entidades. Resultado:

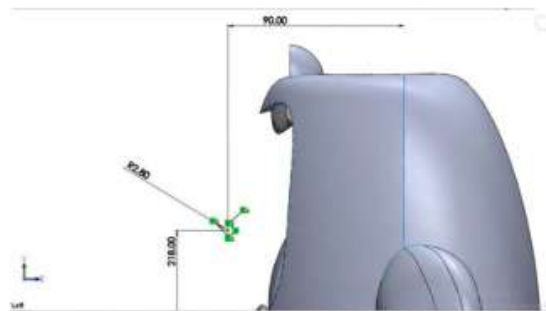
Figura 11.125. Aplicar coser en caras



Fuente: Elaboración propia.

131. Realizar el siguiente croquis en un plano lateral mediante un medio círculo con las medidas mostradas con referencia al origen.

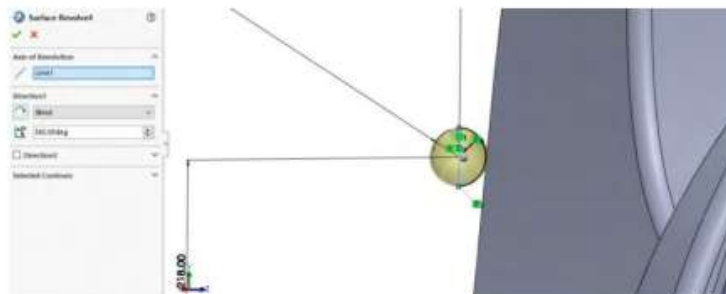
Figura 11.126. Realizar croquis en plano lateral



Fuente: Elaboración propia.

132. Crear esfera mediante revolución de superficies “Superficie”, “Revolución de superficie”, crear línea constructiva a la mitad del medio círculo, como se muestra en la imagen.

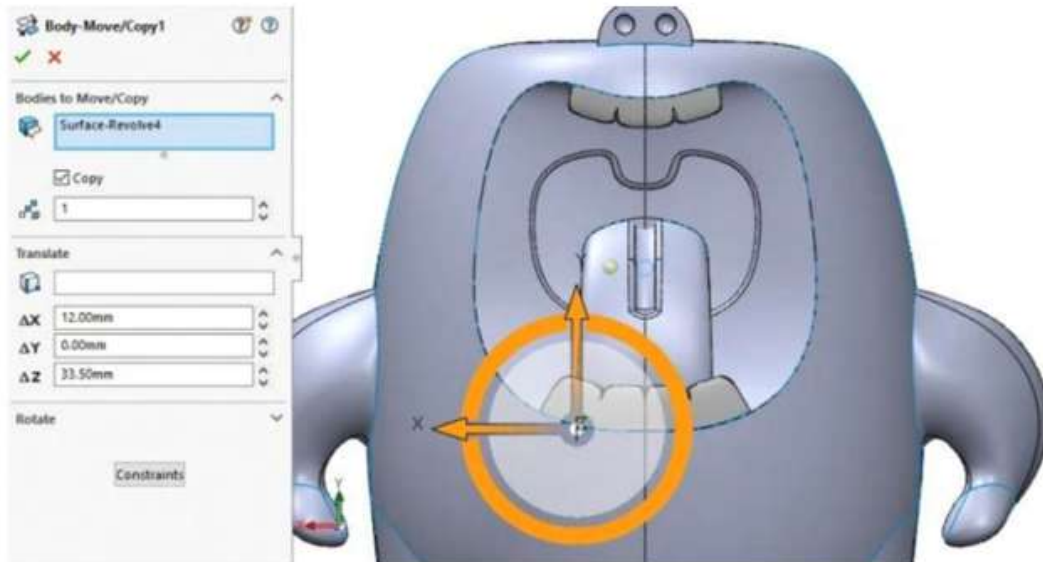
Figura 11.127. Aplicar revolución por superficie



Fuente: Elaboración propia.

133. Mediante la herramienta “Mover/copiar”, “Operaciones”, “Mover copiar entidades”, seleccionar la esfera anterior y acomodar con las medidas mostradas en la imagen.

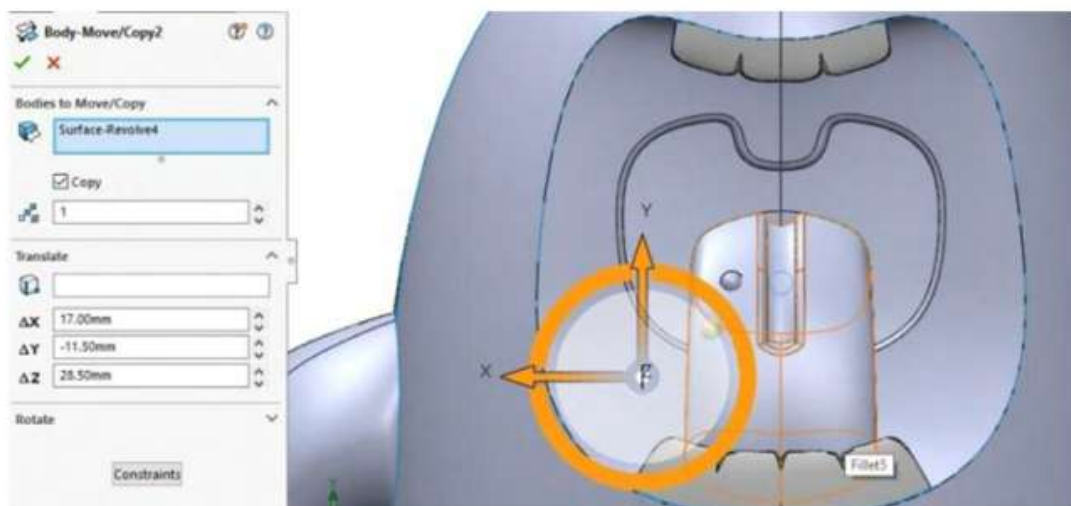
Figura 11.128. Mediante técnica de mover/copiar



Fuente: Elaboración propia.

134. Repetir paso anterior con las medidas.

Figura 11.129. Repetir procedimiento anterior con dimensiones en coordenadas x, y, z



Fuente: Elaboración propia.

135. Volver a realizar lo anterior ahora con las siguientes medidas mostradas. Realizar simetría con el plano lateral.

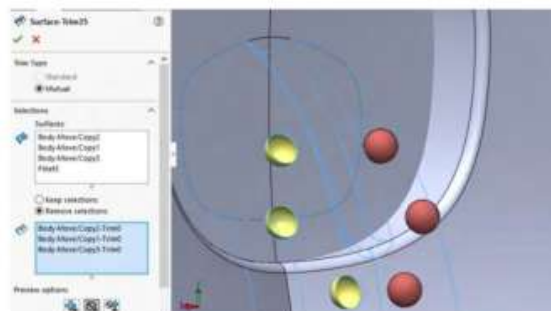
Figura 11.130. Repetir operación de mover/copiar



Fuente: Elaboración propia.

136. Realizar corte simultaneo “Superficie”, “Recortar superficie” para eliminar las caras internas de ambos lados de la lengua.

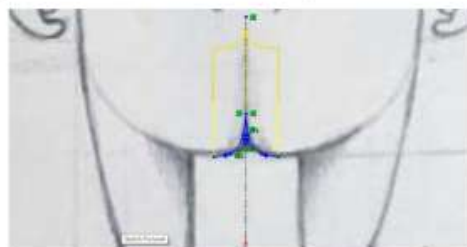
Figura 11.131. Aplicar un recorte por superficie



Fuente: Elaboración propia.

137. Activar vista trasera para realizar el siguiente croquis en un plano frontal “Croquis”, “Spline” e imitar la silueta de los glúteos.

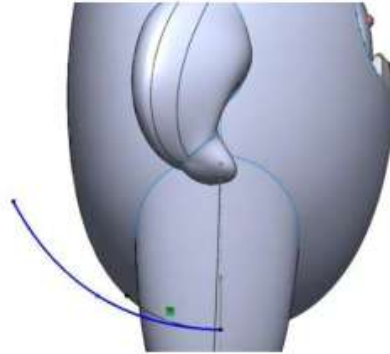
Figura 11.132. Realizar un croquis en vista trasera



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.

138. Realizar el siguiente croquis en un plano lateral.

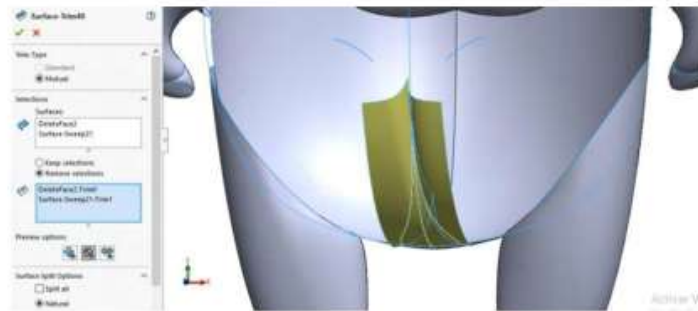
Figura 11.133. Realizar croquis en vista lateral



Fuente: Elaboración propia.

139. Realizaremos un recorte de los glúteos con la herramienta recortar superficie “Superficie”, “Recortar superficie”, haciendo un recorte simultaneo para borrar las superficies en amarillo.

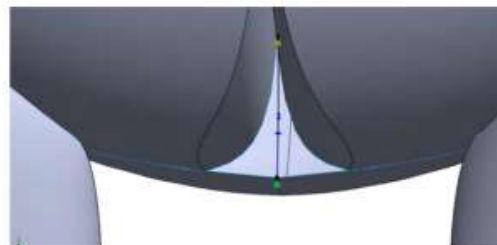
Figura 11.134. Realizar una operación de extruir y posteriormente de recortar por superficie



Fuente: Elaboración propia.

140. Realizar el siguiente croquis 3D con spline que vaya desde el centro de la orilla hasta la unión de superficies que se muestra en la imagen.

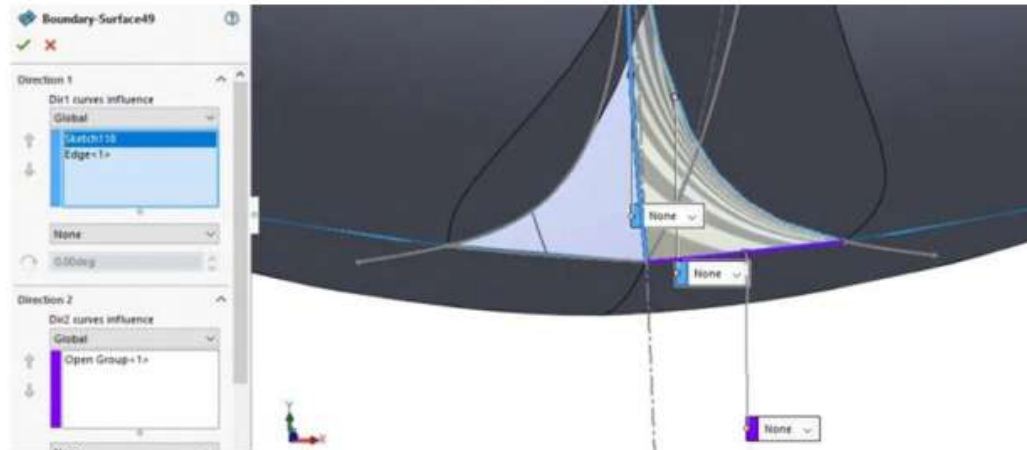
Figura 11.135. Visualizar el recorte



Fuente: Elaboración propia.

141. Realizar cuerpos del fondo con la herramienta superficie limitante: “Superficie”, “superficie limitante”, dirección 1 croquis realizado y orilla en color azul, dirección 2 orilla marcada con color morado.

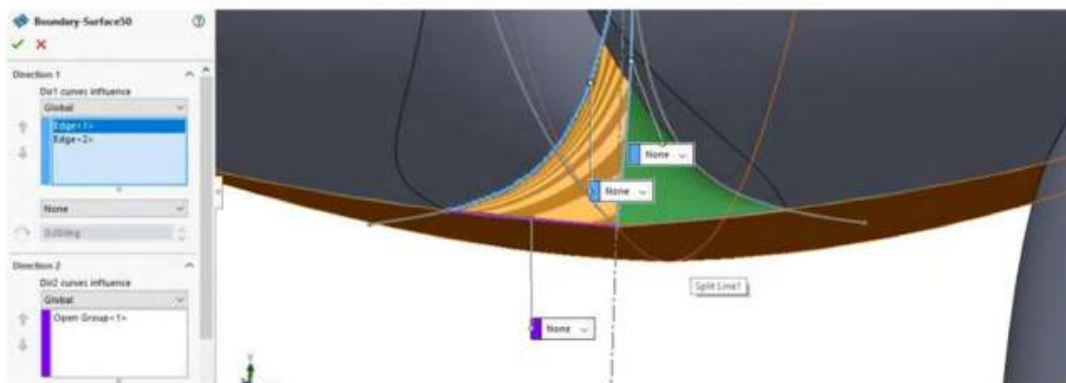
Figura 11.136. Realizar operación de recubrir por limitante



Fuente: Elaboración propia.

142. Repetir operación del lado contrario. Coser todos los elementos permisibles.

Figura 11.137. Realizar operación anterior para el lado contrario



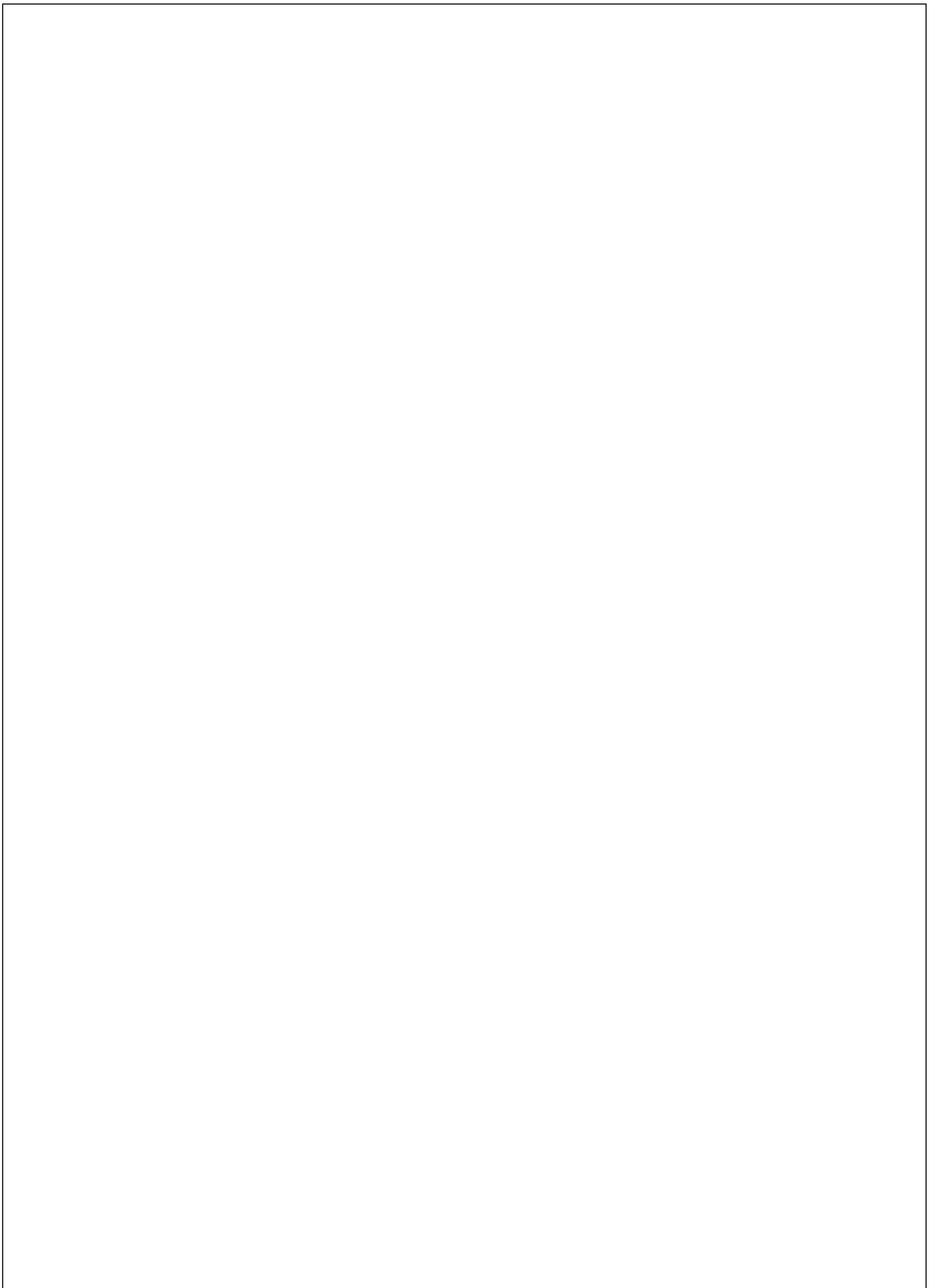
Fuente: Elaboración propia.

143. Agregar apariencias. Activar herramientas de renderizado en el apartado de SolidWorks.

Figura 11.138. *Renderizar producto final de un cuerpo de caricatura con material*



Fuente: Elaborado con base en las prácticas 15.





## Comentarios finales

3 Los conocimientos y el dominio de softwares de diseño como herramienta de un diseñador e ingeniero son fundamentales hoy en día.

5 Una *superficie* es, básicamente, una frontera que separa dos regiones en el espacio. Un ejemplo de esta definición podría ser la tela de un globo aerostático, en el cual la tela separa el aire caliente del frío.

Para la mayoría de los procesos de diseño, como los de creación de objetos con formas y curvas bastante complejas, las superficies son muy útiles. Es decir, se puede llevar a cabo la modelización de productos a través de la utilización de cuerpos de poco espesor (láminas) similares a superficies. Este tipo de geometría sin espesor se utiliza para todo diseño actual.

3 La ventaja de diseñar con superficies es que, al no poseer espesor, no es necesario preocuparse por el volumen de la pieza. Esto nos facilita el trabajo, ya que únicamente debemos preocuparnos por la forma externa de nuestra pieza, y no por su interior. También es interesante la utilización de estas para partir otros cuerpos y así tener distintas partes que provienen de un cuerpo principal. Aunque las superficies no posean en un principio espesor ni volumen, se les puede dar posteriormente, convirtiéndolas, así, en un sólido y poder manufacturar el producto.

Ventajas al aplicar diseño mediante superficies:

- 8 ✓ Modelado dimensionalmente preciso.
- ✓ Se diferencian superficies de las partes sólidas, lo que se asemeja más al producto real.


- ✓ Capacidad para simular materiales (propiedades físicas, mecánicas, ensamblajes).
- ✓ Facilidad para la creación de planos, vistas, isométricos, despiece de materiales.
- ✓ Capacidad para modificar las operaciones iniciales.

Los diseños de multicuerpos, superficies complejas o amorfas son aquellos que nos darán el mejor resultado para solucionar o definir modelado.

El modelado a través de superficies se reduce a operaciones muy básicas y a través de su dominio se pueden conseguir resultados adecuados y de alta gama en complejidad, ergonomía, anatomía y diseños bioinspirados en la naturaleza.

El diseño es donde la ciencia y el arte se equilibran. Recuerda que todo está ya diseñado, pero no todo está bien diseñado, ahora te toca a ti mejorar y diseñar tu propio destino.

## Técnicas básicas por superficie

**Coser superficie:** Utiliza la herramienta "coser superficie"  para combinar dos o más caras o superficies en una sola.

**Desplegar superficie:** Se utiliza cualquier cara, superficie o conjunto de caras para crear plantillas de fabricación. Esto resulta útil al trabajar con superficies que no se pueden desarrollar, como piezas de chapa metálica con pliegues no estándar.

**Eliminar cara/eliminar taladro:** El cuadro de diálogo "eliminar taladro" presenta una lista de las instancias de perfil cerrado que se han eliminado anteriormente de una superficie. Permite eliminar una o más instancias sin eliminar toda la operación "eliminar taladro" del gestor de diseño del FeatureManager.

**1** **Eliminar recorte de superficie:** Con "eliminar recorte de superficie", se pueden parchar cortes superficiales y aristas externas extendiendo una superficie existente a lo largo de sus límites naturales.

**Extender superficie:** Se puede extender una superficie seleccionando una arista, múltiples aristas o una cara.

**1** **Mover/copiar sólidos:** En las piezas multicuerpo es posible mover, girar y copiar sólidos y conjuntos de superficies, o colocarlos mediante relaciones de posición.


**1** **Ocultar y mostrar sólidos:** Con las piezas multicuerpo se pueden ocultar o visualizar conjuntos de superficies o sólidos mediante Ver > Ocultar/visualizar sólidos.

**Property Manager/mover cara:** Puede hacer equidistancia, trasladar y

girar caras y operaciones directamente en modelos de superficie o sólidos.

**Recortar superficie:** Utiliza una superficie, un plano o un croquis como herramienta de recorte para recortar superficies que se interceptan. También se puede utilizar una superficie junto con superficies adicionales como herramientas de recorte mutuo. Recortar superficie incluye las siguientes opciones:


1


**Reemplazar cara:** Se pueden reemplazar caras en una superficie o sólido con una nueva superficie o un nuevo sólido mediante la herramienta "reemplazar cara"  de la barra de herramientas Superficies.

1

**Superficie redondeada:** Se puede utilizar un redondeo para suavizar la arista entre dos caras adyacentes en un conjunto de superficies que se encuentran en ángulo.

1

**Superficie media:** La herramienta "superficie media"  permite crear superficies medias entre pares de caras seleccionadas adecuadas en los sólidos. Los pares de caras adecuados deben ser equidistantes entre sí.

**Superficie rellena:** La operación "superficie rellena"  construye un parche de superficie con un número ilimitado de lados dentro de un límite definido por las aristas, croquis o curvas, incluyendo curvas compuestas, del modelo existentes.

## Bibliografía

- Abbasinejad, F., y Pushkar, J. (2013). Surface Patches for 3D Sketching. ACM.
- Alexander, C. (1964). *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Infinito.
- Aresta, M. (2014). *Arquitectura biológica: la vivienda como organismo vivo*. Buenos Aires: Diseño.
- Aresta, M. (2012). Diseños criptomórficos (pp. 17-28). En Vera W. de Spinadel, *Forma y matemática. Fractales*. Buenos Aires: Nobuko.
- Binimelis, M. I. (2010). *Una nueva manera de ver el mundo: la geometría fractal*. España: RBA.
- Doberti, R. (2008). *Espacialidades*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Eglash, R. (2007). Ron Eglash sobre fractales africanos. *TED Global*. [http://www.ted.com/talks/lang/es/ron\\_eglash\\_on\\_african\\_fractals.html](http://www.ted.com/talks/lang/es/ron_eglash_on_african_fractals.html).
- Mandelbrot, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Matt, L. (2008). *SOLIDWORKS: Surfacing and Complex Shape Modeling Bible*. Wiley Publishing, Inc.
- Moisset, I. (2003). *Fractales y formas arquitectónicas*. Argentina: i+p editorial.
- Salingaros, N. (2014). *AntiArquitectura y deconstrucción: El triunfo del nihilismo*. Buenos Aires: Diseño Editorial.
- Spinadel, Vera W. de, y Perera, J. G. (2007). *Geometría fractal*. Buenos Aires: Nueva Librería S.R.L.

*Técnicas avanzadas de superficies. Segunda entrega*, de Eddie Armendariz Mireles y Enrique Rocha Rangel, publicado por Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se terminó de imprimir en julio de 2024, Litográfica Ingramex S. A. de C. V., Centeno 162-1, Granjas Esmeralda, 09810, Ciudad de México. El tiraje fue de 20 ejemplares impresos y en versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML.

# Técnicas avanzadas de superficie. Segunda entrega

INFORME DE ORIGINALIDAD

# 2%

ÍNDICE DE SIMILITUD

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://help.solidworks.com">help.solidworks.com</a> Internet	146 palabras — < 1%
2	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Internet	128 palabras — < 1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet	124 palabras — < 1%
4	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet	88 palabras — < 1%
5	<a href="https://repositorio.unitec.edu">repositorio.unitec.edu</a> Internet	88 palabras — < 1%
6	<a href="https://easyworks.es">easyworks.es</a> Internet	53 palabras — < 1%
7	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet	45 palabras — < 1%
8	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet	42 palabras — < 1%
9	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet	22 palabras — < 1%
10	<a href="https://codeu.org.ec">codeu.org.ec</a> Internet	15 palabras — < 1%
11	<a href="https://www.archdaily.pe">www.archdaily.pe</a>	

---

EXCLUIR CITAS            ACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA    ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES            DESACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 15 PALABRAS