



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Material didáctico para teoría
de CAD CAM**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de
Ingeniero en Mecatrónica

P R E S E N T A N

Erick Manuel Cruz Sosa

Alejandra Selene Núñez Hernández

ASESORA DE MATERIAL DIDÁCTICO

Rosa Itzel Flores Luna



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

Introducción	2
PRÁCTICA 1: ENSAMBLE Y MOVIMIENTO	4
1.1 Ensamble	5
1.2 Movimiento	31
PRÁCTICA 2: IMPRESIÓN 3D	41
PRÁCTICA 3: CORTE LÁSER(MDF)	54
PRÁCTICA 4: GRABADO LÁSER DE PCB	72
PRÁCTICA 5: ANÁLISIS POR FEM	84
PRÁCTICA 6: MOLDFLOW	105
LINKS DIRECTOS A ARCHIVOS Y VIDEOS	137

Introducción

El Material didáctico para teoría de CAD CAM surge como la oportunidad de brindarle al profesor y al alumno una herramienta sencilla de usar, dada su gran capacidad iconográfica y la simplicidad en sus explicación es fácil la comprensión, además de ello, el usuario tendrá la oportunidad de llevar este material al área videográfica, puesto que se complementa con videos en donde los pasos se exhiben a dos velocidades distintas para aquellos que gusten seguir paso a paso o verificar que lo que han hecho siguiendo la parte impresa se realizó de la misma manera.

El uso de las herramientas computacionales fue decidida en base a lo que los alumnos de la Facultad de Ingeniería utilizan con mayor frecuencia.

- NX: La entrega de 2014 (NX10) en la que fueron basadas las prácticas escritas es también la versión más utilizada y más descargada en la actualidad, las piezas y componentes utilizados son compatibles con las siguientes versiones (11 y 12). Al ser un *software* bastante completo, se utilizan los módulos de dibujo, simulación, manufactura y ensamble, lo cual lo convierte en la herramienta computacional base de este manual.
- CatalystEX: La versión 4.2 fue la que dio soporte a la práctica de manufactura aditiva, prefiriendo esta a la 4.4 dadas sus mejoras mínimas (visualización y actualización automática de impresoras disponibles), y a su más rápido desempeño al dar las herramientas meramente necesarias para el procesamiento de las piezas utilizadas por el momento.
- MoldFlow: Al ser una de las herramientas de la familia Autodesk, es a su vez una de las más utilizadas en la industria, siendo la más apta para una introducción a la industria. La entrega 2017 se utilizó gracias a la velocidad de cómputo y la interfaz de usuario que maneja, la cual es más amable que las versiones anteriores.

Aquel usuario que se disponga a realizar estas prácticas solamente deberá de contar con un equipo de cómputo con las siguientes características (o superiores), para optimizar las tareas y ejecuciones:

- 4 GB RAM
- Intel Core i5 o similar
- NVIDIA GeForce GTX 950M

Además a los pasos a seguir en este documento se proponen algunos ejercicios extra para que el usuario pueda manipular los elementos que se dan en cada práctica, esto con el fin de que su experiencia llegue a ser lo más amplia posible.

Objetivo

Elaborar material didáctico para teoría de la asignatura Diseño y manufactura asistidos por computadora, que permita a los usuarios aplicar el modelado y la manufactura en el área de mecatrónica.

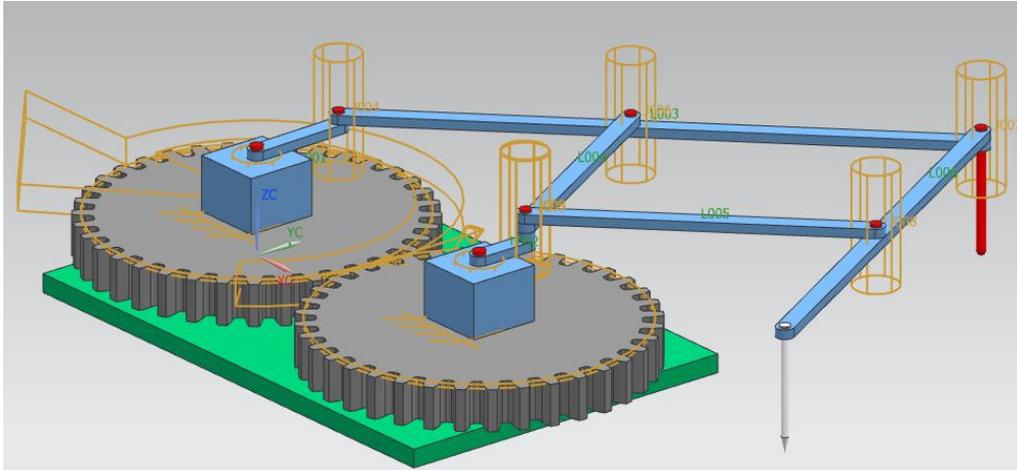
PRÁCTICA 1: ENSAMBLE Y MOVIMIENTO

Duración: 1 hr 30 min

Software utilizado: NX10

Módulos utilizados: Assembly, Motion.

Descargas: <https://goo.gl/K5U5Tu>



Introducción

Una previa acción a la manufactura es la simulación de movimiento de este producto final, con el objetivo de revisar si hay algún desplazamiento inadecuado de elementos, colisiones o errores en diseño.

Objetivo general

El usuario aprenderá a realizar un ensamblaje y una simulación en el software NX 10.

Objetivos específicos

- El usuario se familiarizará con las restricciones de ensamblaje.
- El usuario conocerá los tipos de restricciones y su uso en cada caso.
- El usuario aprenderá a definir un eslabón, enlaces y elementos conductores.

1.1 Ensamble

- Importar el archivo: **ensamble.rar** y extraer en la carpeta designada.
- Abrir NX10 y crear un nuevo *Assembly* con el nombre: **P1 Ensamble.prt**, guardar este archivo en la misma carpeta en donde **ensamble.rar** fue descomprimido (Figura 1.1).

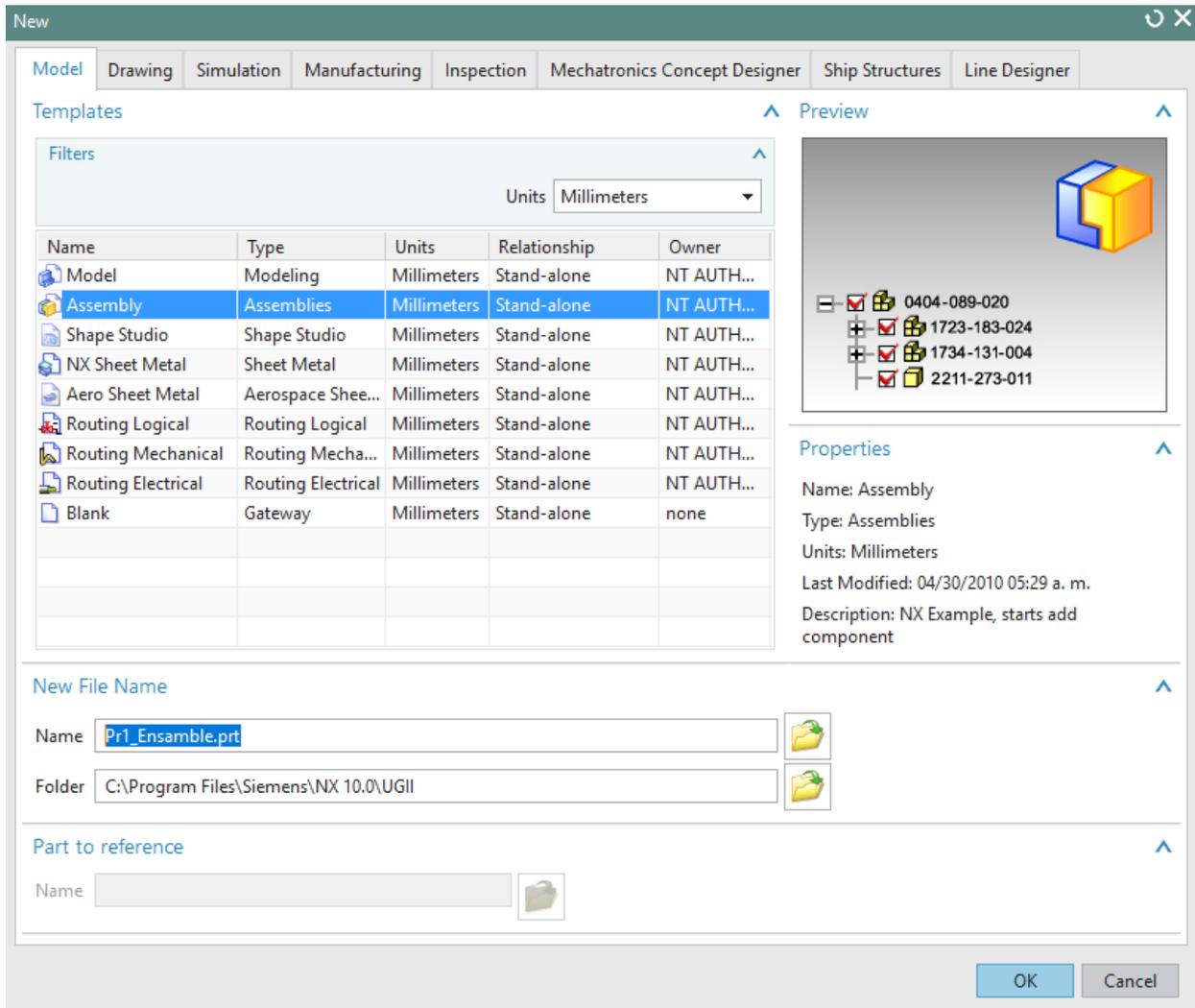


Figura 1.1 Crear nuevo archivo tipo *Assembly*.

- Dar click en *Ok*.

- En la *ribbon bar*, seleccionar **Add** (Figura 1.2).

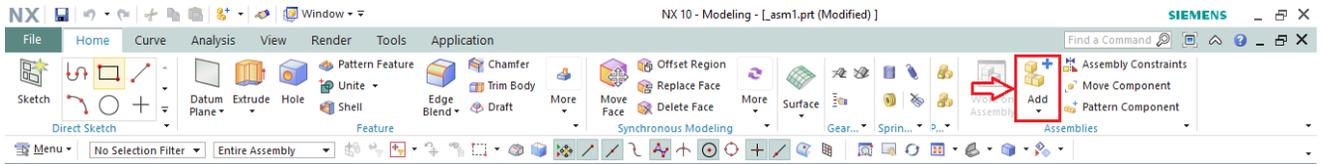


Figura 1.2 Agregar pieza.

- En la ventana de **Add component**, dar click en **Open**, dirigirse a la ruta en donde se descomprimió ensamble.rar y dar doble click en la pieza lamina.prt (Figura 1.3).
- En el apartado de **Placement**, seleccionar **Positioning** → **Absolute Origin** (Figura 1.3).
- Dar click en **Ok**.

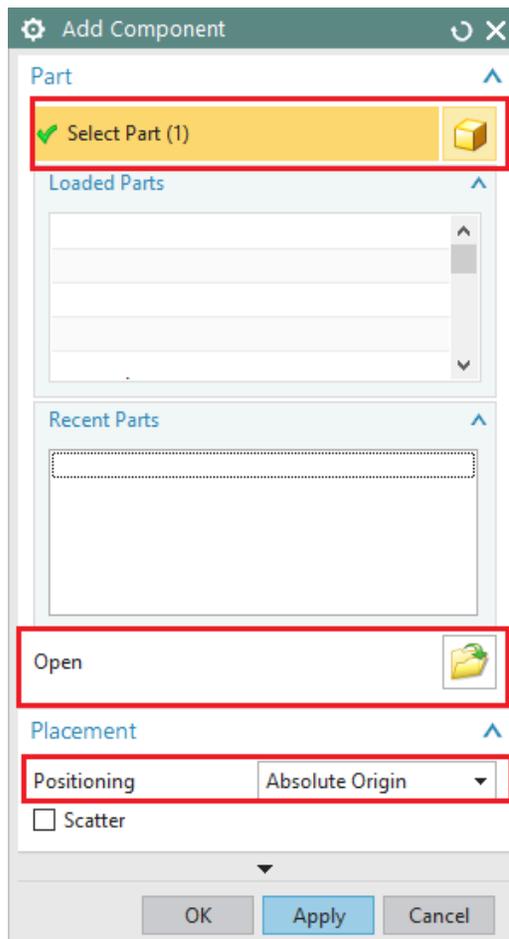


Figura 1.3 Menú Add Component.

- En la sección de **Assemblies**, seleccionar **Move Component** (Figura 1.4). Dar click en la pieza **lamina.prt**. En la sección de **Transform**, elegir **Motion** → **Dynamic** y dar click en **Specify Orientation** (Figura 1.5).



Figura 1.4 Mover pieza.

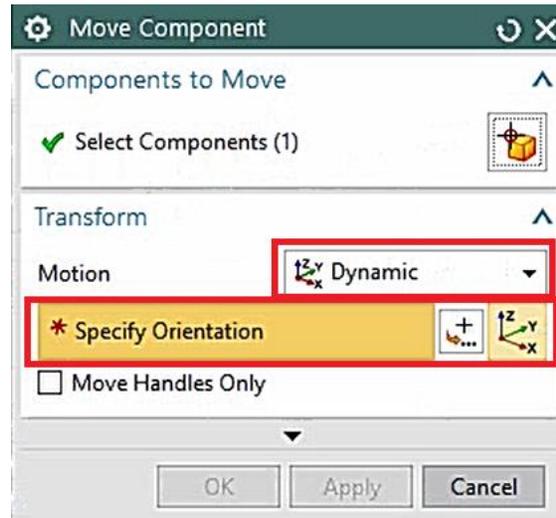


Figura 1.5 Menú *Move Component*.

- En la imagen del sistema de coordenadas que aparece en la pieza, seleccionar el giro en el **plano XY** y dar un giro de 90° (Figura 1.6).
- Dar click en *Apply*.

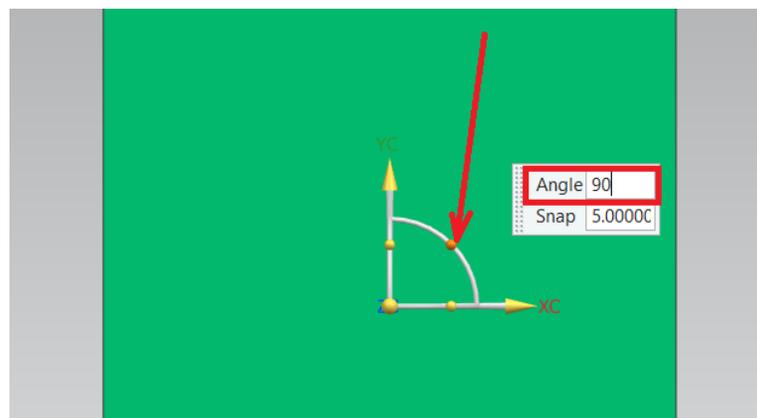


Figura 1.6 Giro de 90° en plano XY.

- Dar click en la pieza **lamina.prt** y posteriormente dar click en **Specify Orientation**.
- En el sistema de coordenadas que aparece, dar los valores de:
 $X=10$ $Y=0$ $Z=-0.5$
- Dar click en **Ok**.
- Agregar la segunda pieza: **engrane1.prt**, seleccionando **Positioning** → **Absolute Origin**.
- En la **ribbon bar**, seleccionar **Assembly Constraints** (Figura 1.7).
- En la ventana de **Assembly Constraints**, elegir el tipo **Touch Align** y en el apartado de **Geometry to Constrain**, seleccionar **Orientation** → **Touch** (Figura 1.8).

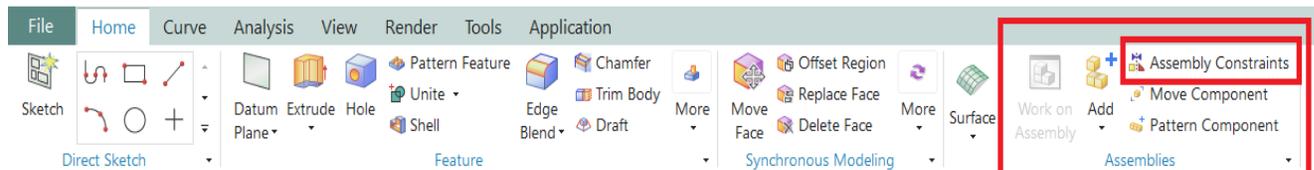


Figura 1.7 Restricciones de ensamble.

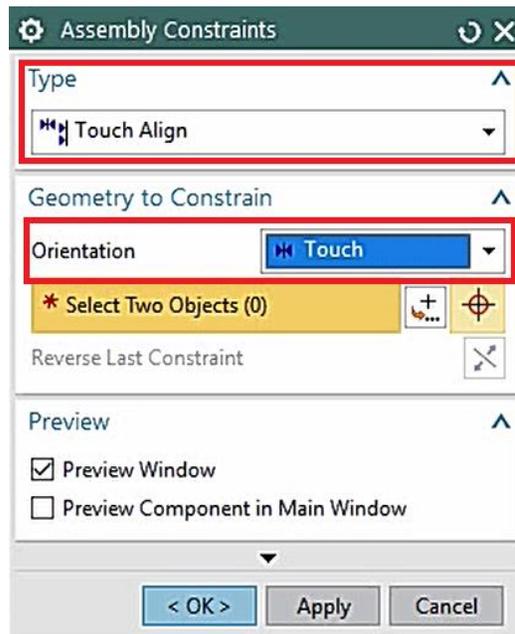
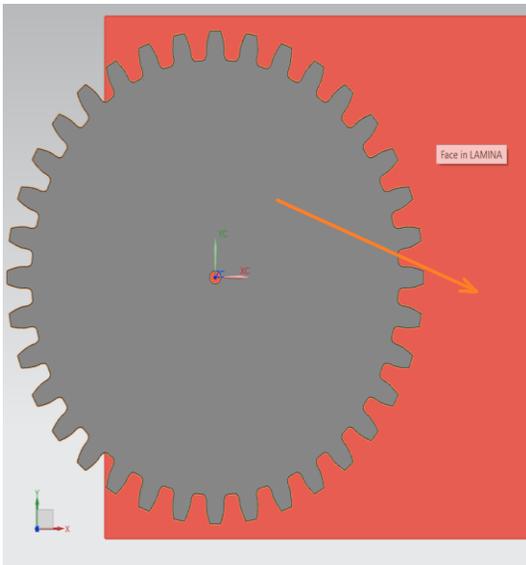


Figura 1.8 Menú **Assembly Constraints**.

- Seleccionar la cara superior de la pieza **lamina.prt** (Figura 1.9) y la cara inferior del **engrane1.prt** (Figura 1.10).

- Dar click en *Ok*.



1.9 Cara superior de lamina.prt.

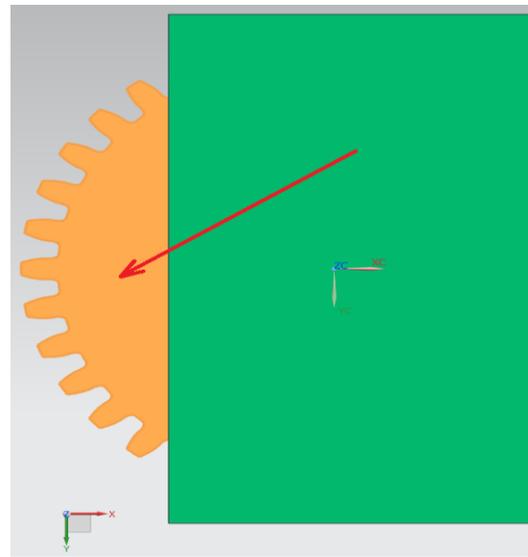


Figura 1.10 Cara inferior de engrane1.prt.

Figura

- Agregar una restricción de tipo **Fix**, seleccionando lamina.prt (Figura 1.11).
- Dar click en *Ok*.

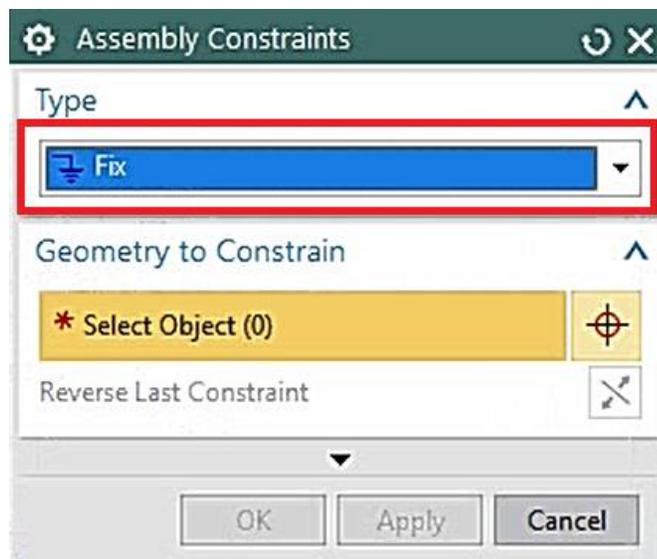


Figura 1.11 Restricción tipo *Fix*.

- Dar click derecho en la pieza **lamina.prt** y seleccionar **Hide** (Figura 1.12).

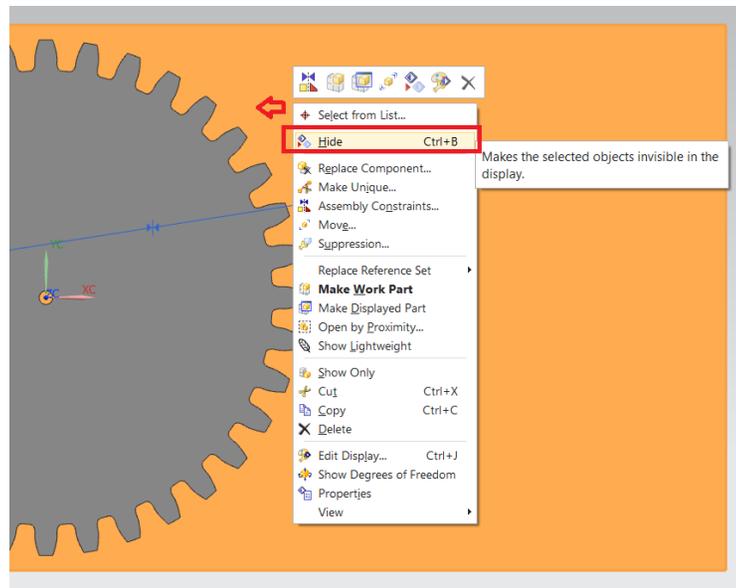


Figura 1.12 Ocultar pieza.

- Agregar la pieza: **engrane2.prt**. Seleccionando **Positioning**  **Move** (Figura 1.13).
- Dar click en **Apply**.



Figura 1.13 Agregar pieza **engrane2.prt**.

- En la sección **Output Coordinates**, en X, poner *18 mm* (Figura 1.14).
- Dar click en *Ok*.

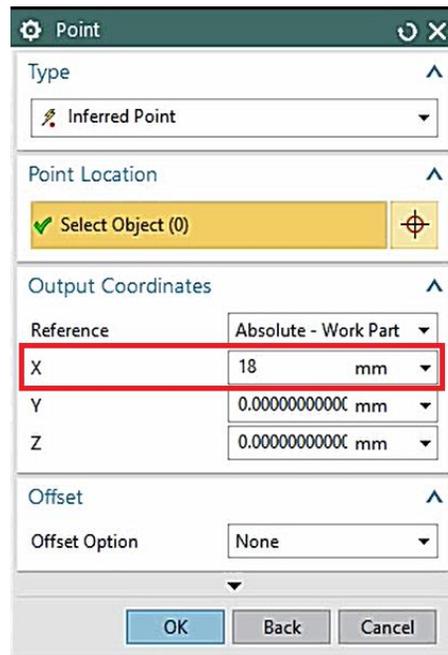


Figura 1.14 Coordenadas de pieza engrane2.prt.

- En el sistema de coordenadas que aparece en la pieza, seleccionar el giro en el **plano XY** y dar un giro de 5° (Figura 1.15).

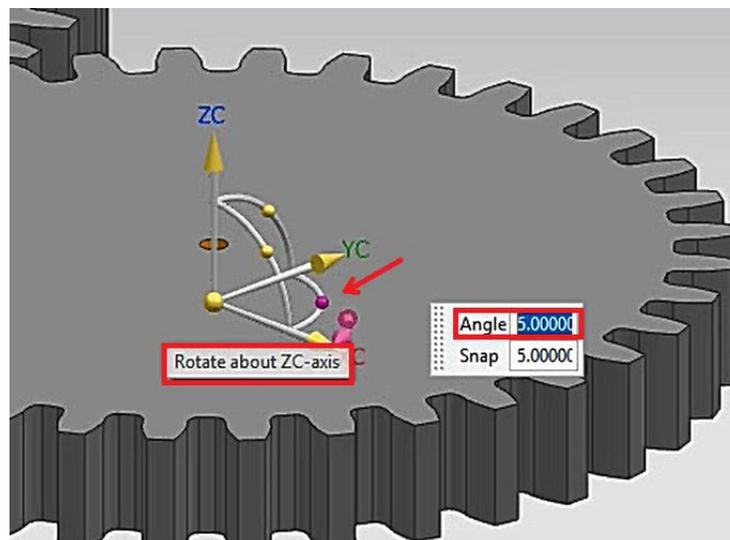


Figura 1.15 Giro 5° en el plano XY.

- Agregar la pieza **dado1.prt**. En el apartado de **Placement: Positioning** → **By constraints** (Figura 1.16).
- Dar click en **Apply**.

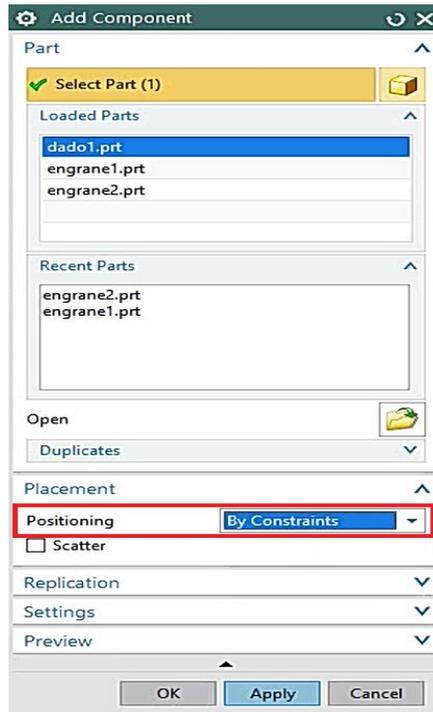


Figura 1.16 Agregar pieza **dado1.prt**.

- En la ventana de **Assembly Constraints**, elegir el tipo **Touch Align** y en el apartado de **Geometry to Constrain**, seleccionar **Orientation** → **Touch** (Figura 1.17).

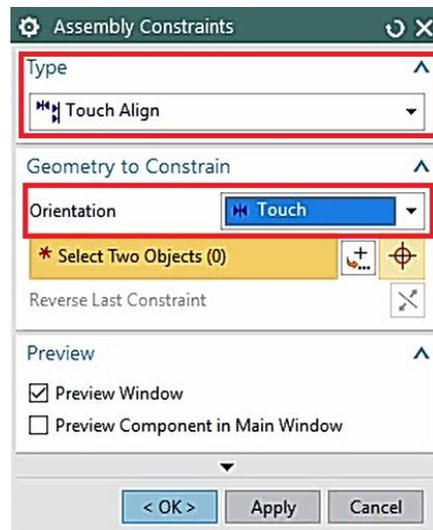


Figura 1.17 Restricción tipo **Touch Align**.

- Dar click en la cara inferior de la pieza **dado1.prt** (Figura 1.18) y posteriormente en la cara superior de **engrane1.prt** (Figura 1.19).
- Dar click en *Apply*.

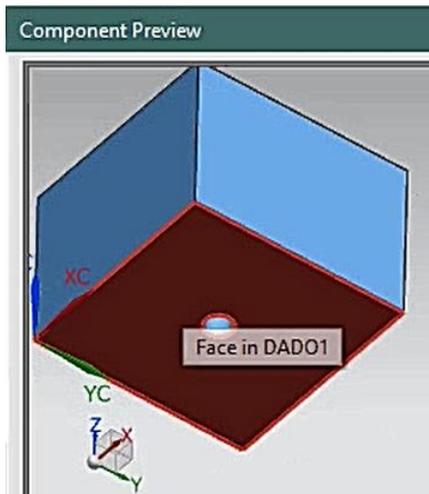


Figura 1.18 Cara inferior de pieza **dado1.prt**.

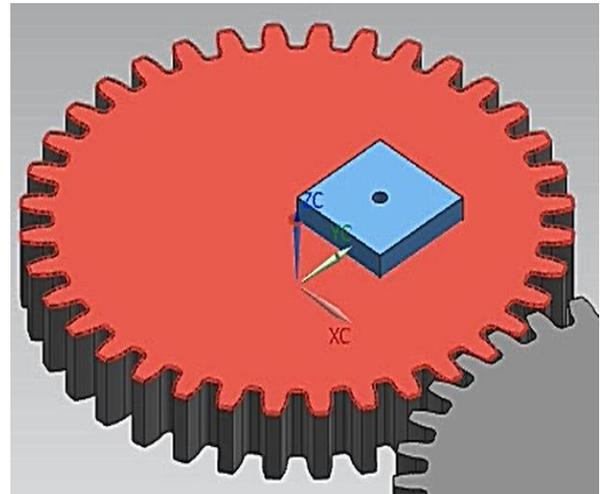


Figura 1.19 Cara superior de pieza **engrane1.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior del **dado1.prt** (Figura 1.20) y la circunferencia superior del **engrane1.prt** (Figura 1.21).

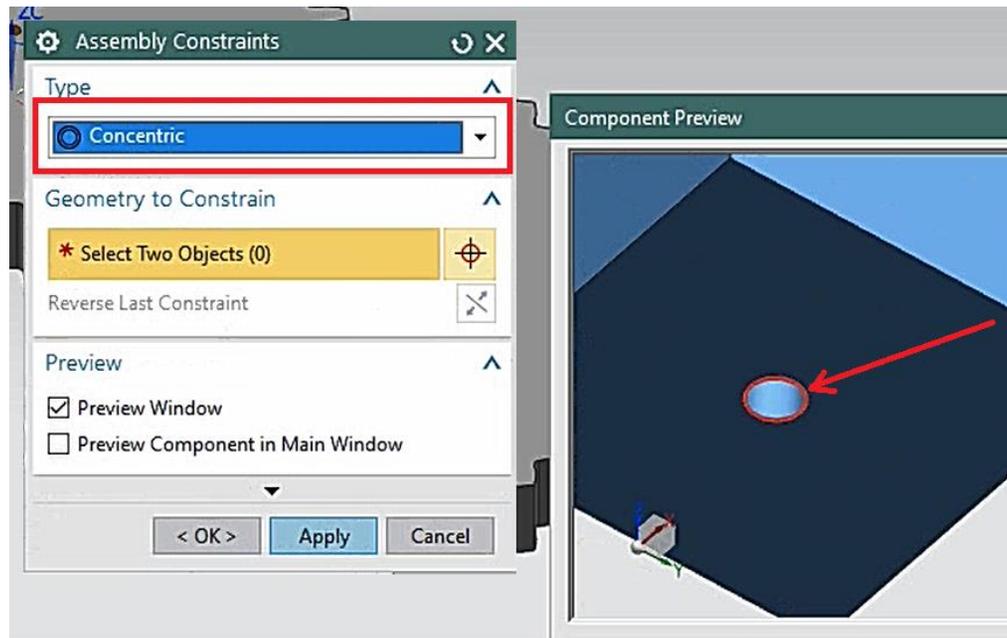


Figura 1.20 Restricción tipo *concentric* en circunferencia inferior de pieza **dado1.prt**.

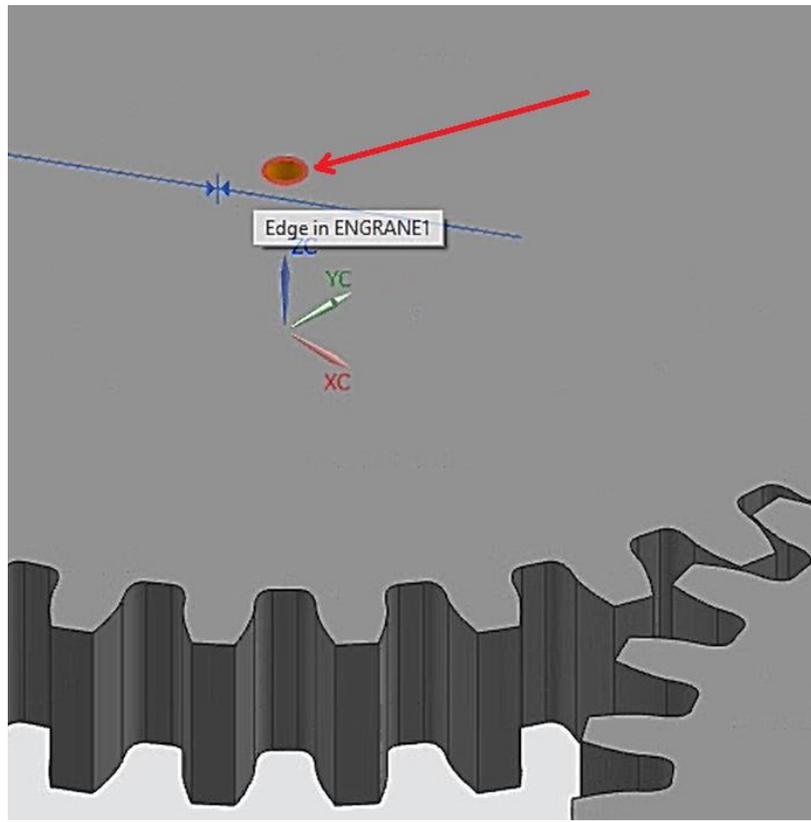


Figura 1.21 Circunferencia superior en pieza engrane1.prt.

- Repetir los 6 pasos anteriores para el par de piezas dado2.prt y engrane2.prt.
- Agregar una restricción de tipo *Fix*, seleccionando dado1.prt y dado2.prt (Figura 1.22).
- Dar click en *Ok*.

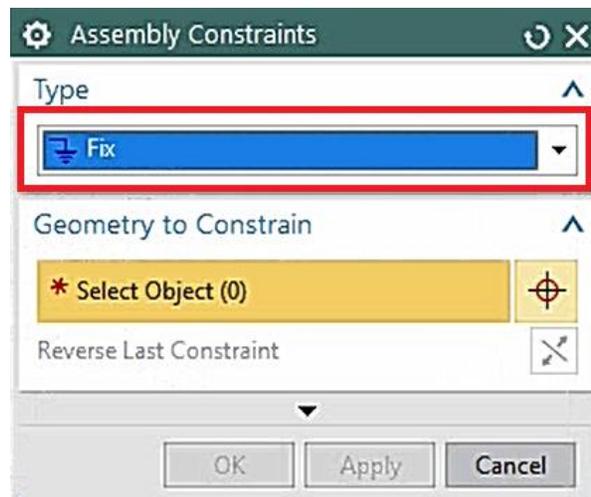


Figura 1.22 Restricción tipo *Fix*.

- Agregar la pieza **biela1a.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints** (Figura 1.23).
- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionar la circunferencia inferior del barreno y la circunferencia superior del **dado1.prt** (Figura 1.24).
- Dar click en *Ok*.

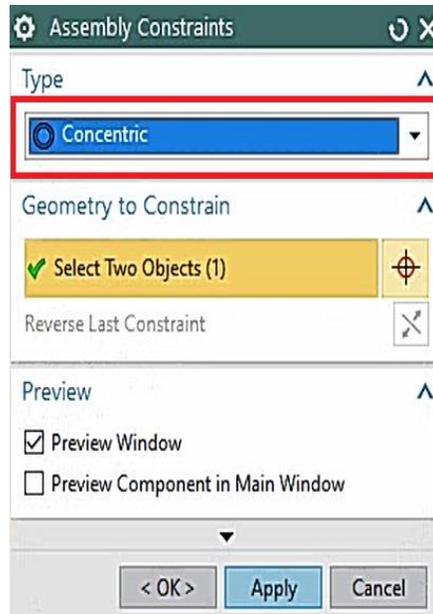


Figura 1.23 Restricción tipo *concentric*.

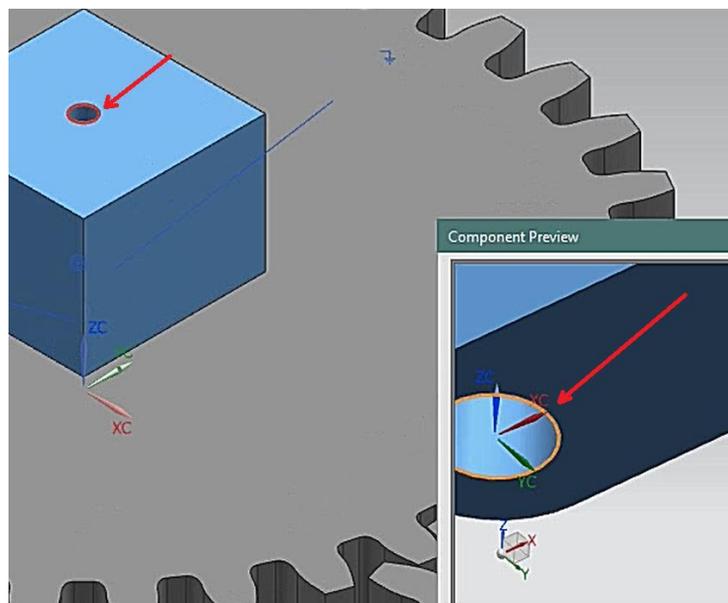


Figura 1.24 Circunferencia superior de pieza **dado1.prt** y circunferencia inferior de pieza **biela1a.prt**.

- Agregar la pieza **perno1a.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Fit** (Figura 1.25). Seleccionar la superficie lateral del perno y la superficie interior del barreno en la pieza **biela1a.prt** (Figura 1. 6).

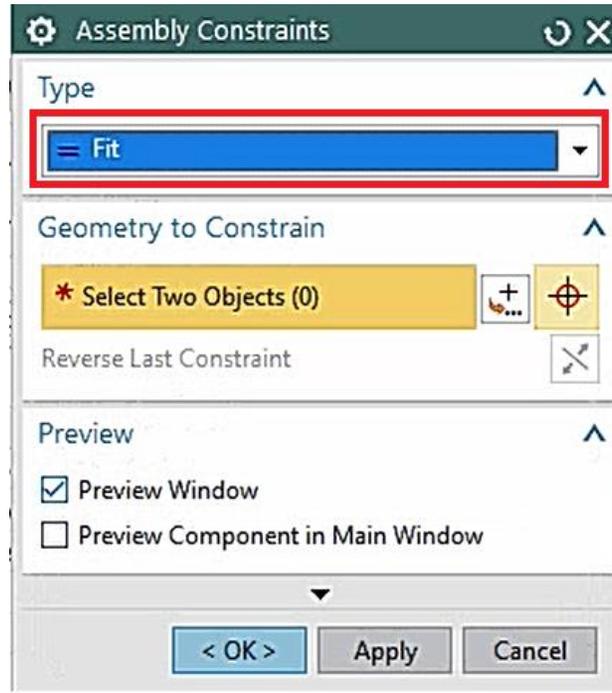


Figura 1.25 Restricción tipo fit.

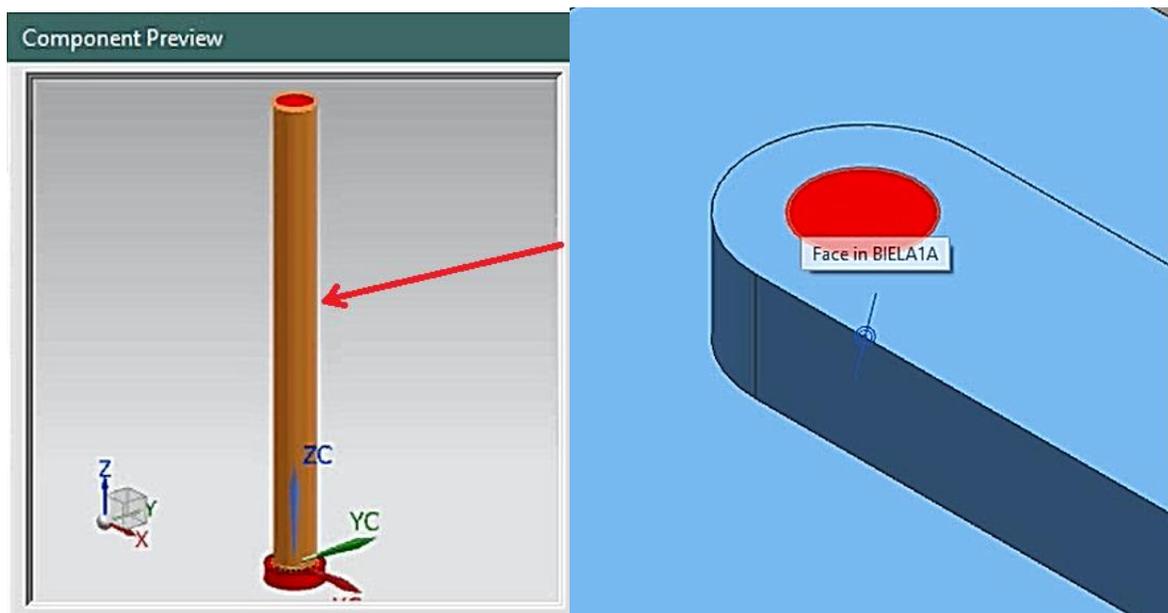


Figura 1.26 Superficie lateral del perno (izquierda), superficie interior del barreno (derecha).

- Agregar una restricción tipo **Touch Align** seleccionando **Orientation** → **Touch**.
- Seleccionar la cara inferior de la cabeza de **perno1a.prt** y la cara superior de **biela1a.prt** (Figura 1.27).
- Dar click en **Ok**

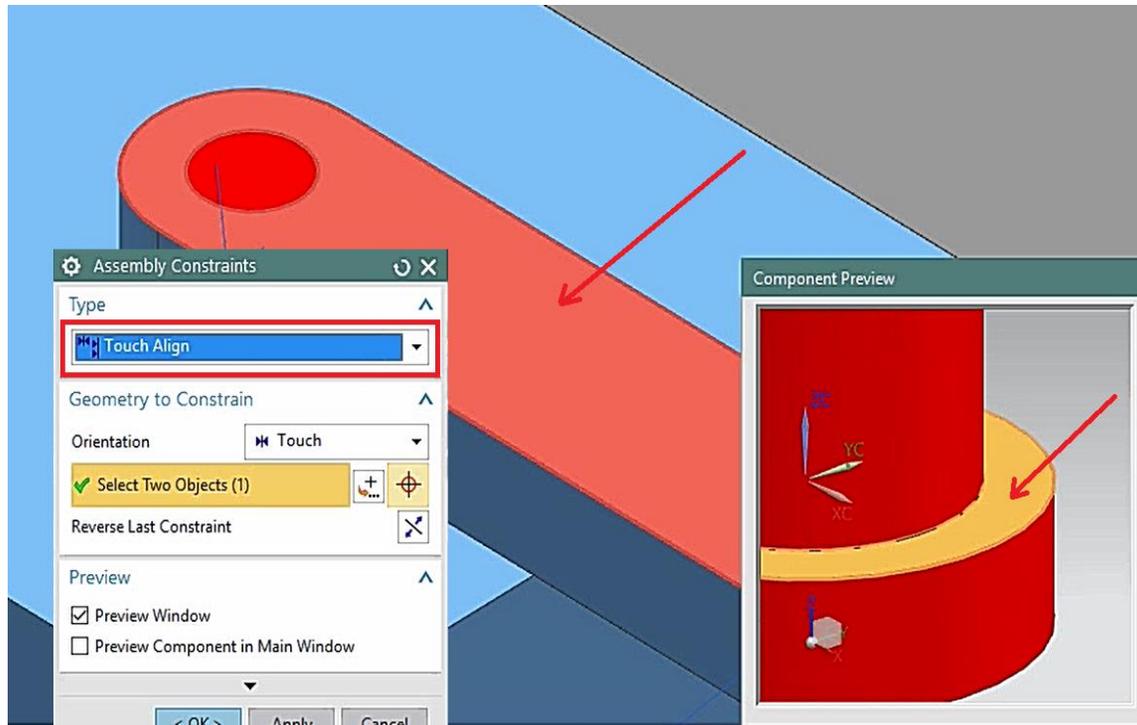


Figura 1.27 Restricción tipo **Touch Align**, cara superior de **biela1a.prt** y cara inferior de la cabeza de **perno1a.prt**.

- Agregar la pieza **barra3b1.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior de **barra3b1.prt** y la circunferencia superior de la **biela1a.prt** (Figura 1.28).

- Dar click en *Apply*.

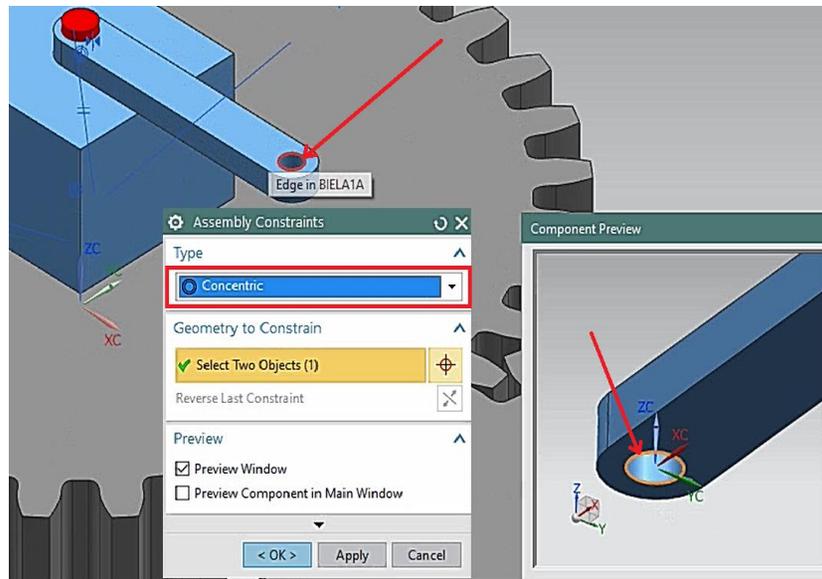


Figura 1.28 Restricción tipo **Concentric**, circunferencia superior de biela1a.prt y circunferencia inferior de barra3b1.prt.

- Agregar una restricción, de tipo **Touch Align** seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionando la cara inferior de la barra3b1.prt y la cara superior de la biela1a.prt (Figura 1.29).
- Dar click en *Ok*.

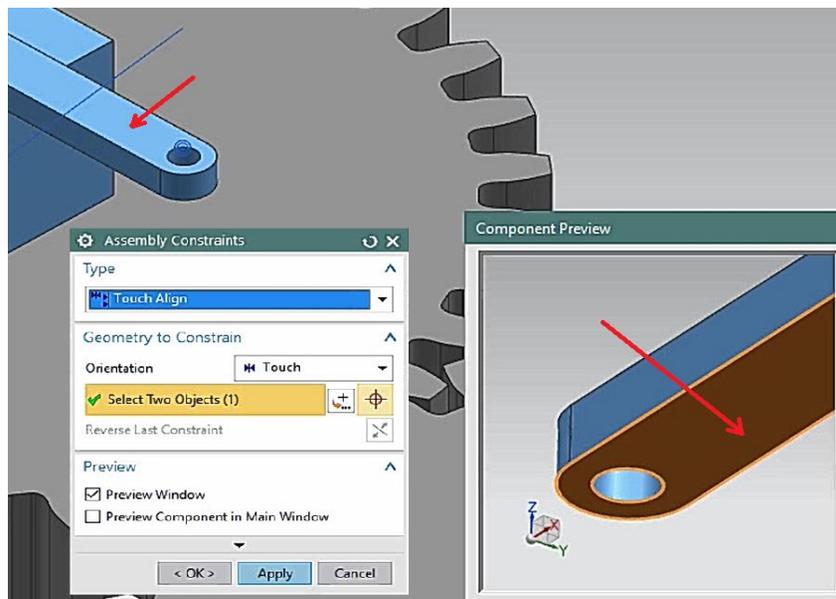


Figura 1.29 Restricción tipo **Touch Align**, cara superior de la biela1a.prt y cara inferior de la barra3b1.prt.

- Agregar la pieza **broche1 1.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **broche1 1.prt** y la cara superior de **barra3b1.prt** (Figura 1.30).
- Dar click en *Apply*.

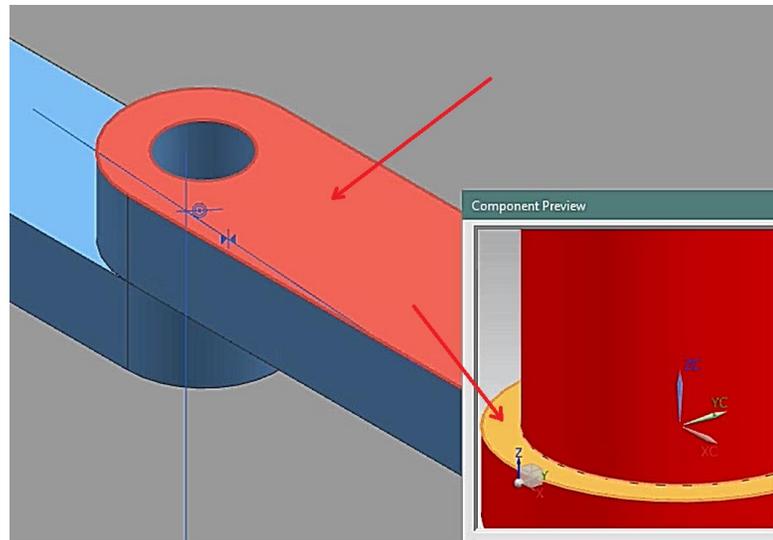


Figura 1.30 Cara superior de **barra3b1.prt** y cara inferior de la cabeza de **broche1 1.prt**.

- Agregar otra restricción, ahora de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **broche1 1.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra3b1.prt** (Figura 1.31).

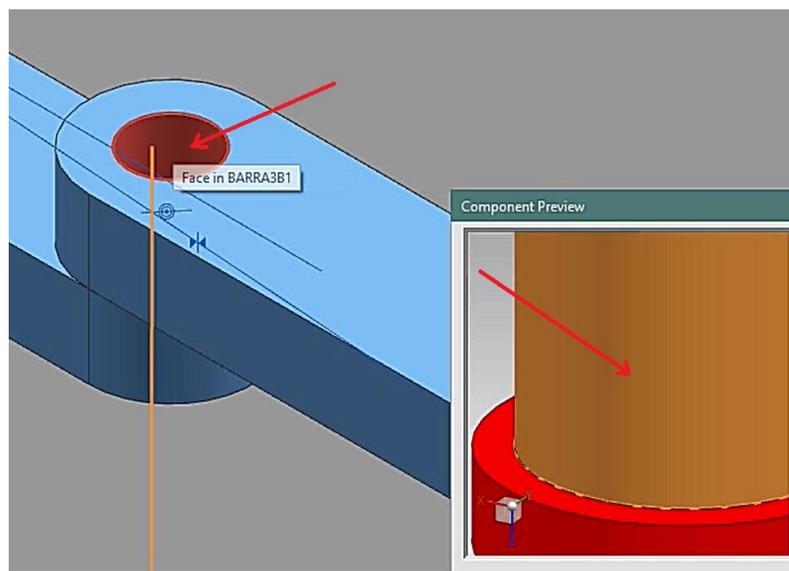


Figura 1.31 Superficie interior del barreno en la pieza **barra3b1.prt** y superficie lateral del **broche1 1.prt**

- Agregar la pieza **biela2a.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior de **biela2a.prt** y la circunferencia superior del **dado2.prt** (Figura 1.32).
- Dar click en **Apply**.

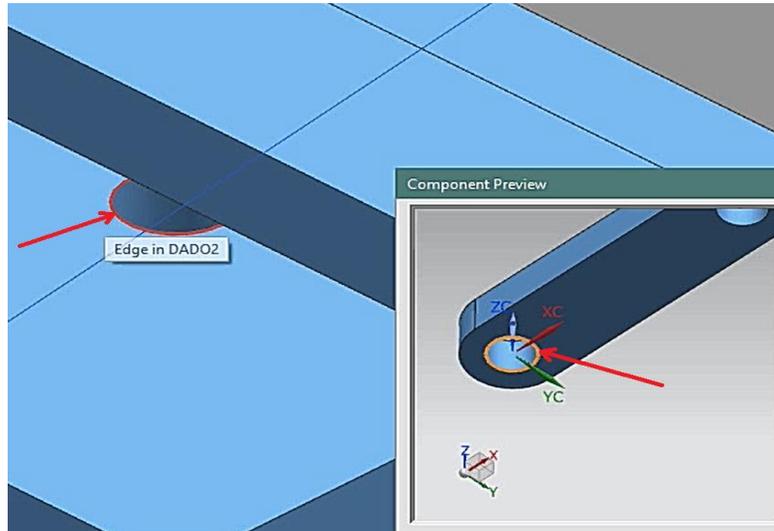


Figura 1.32 Circunferencia superior de **dado2.prt** y circunferencia inferior de **biela2a.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Touch Align** seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionando la cara inferior de la **biela2a.prt** y la cara superior del **dado2.prt** (Figura 1.33).
- Dar click en **Ok**.

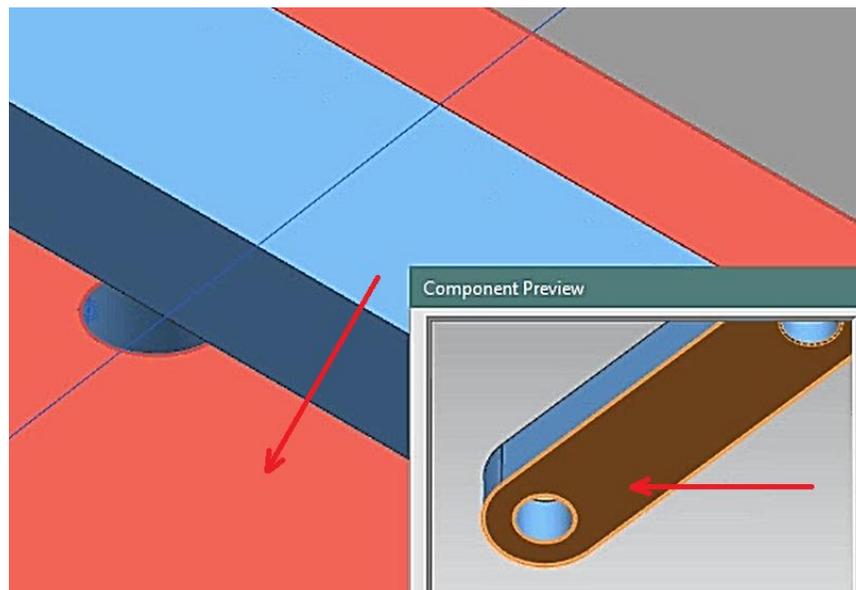


Figura 1.33 Cara superior de **dado2.prt** y cara inferior de **biela2a.prt**.

- En la sección de Assemblies, seleccionar **Move Component** (Figura 1.34). Dar click en la pieza **barra3b1.prt**. En la sección de **Transform**, elegir **Motion** → **Dynamic** y dar click en **Specify Orientation** (Figura 1.35).



Figura 1.34 Mover pieza.

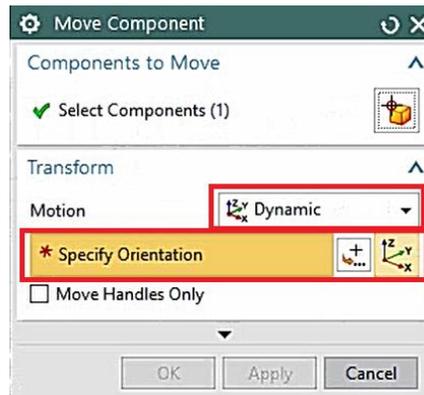


Figura 1.35 Menú Move Component.

- En la imagen del *sistema de coordenadas* que aparece en la pieza, seleccionar el giro en el **plano XY** y mover la pieza hasta que se pueda observar la pieza **biela2a.prt** (Figura 1.36).
- Dar click en *Ok*.

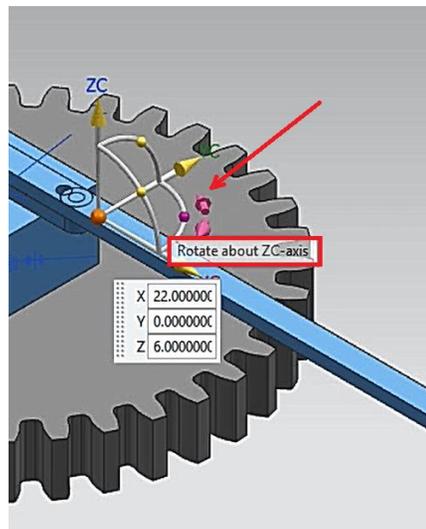


Figura 1.36 Giro en el plano XY.

- Agregar la pieza **perno2a.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **perno2a.prt** y la cara superior de **biela2a.prt** (Figura 1.37).
- Dar click en **Apply**.

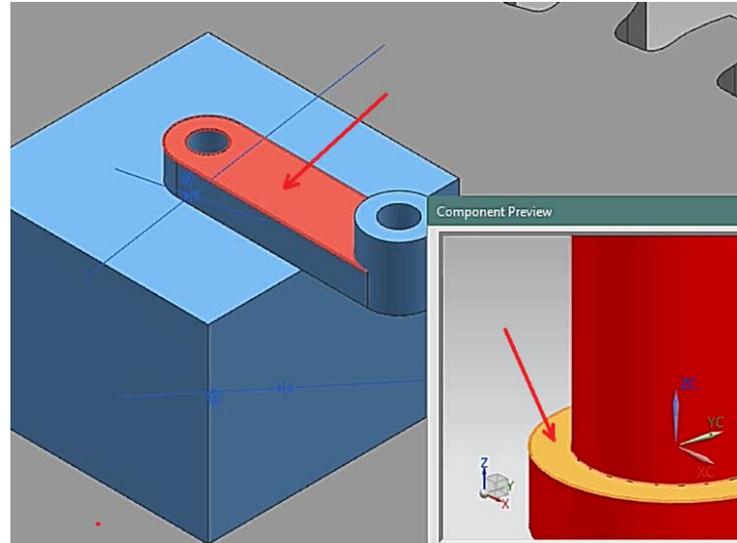


Figura 1.37 Cara superior de **biela2a.prt** y cara inferior de la cabeza de **perno2a.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **perno2a.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **biela2a.prt** (Figura 1.38).
- Dar click en **Ok**.

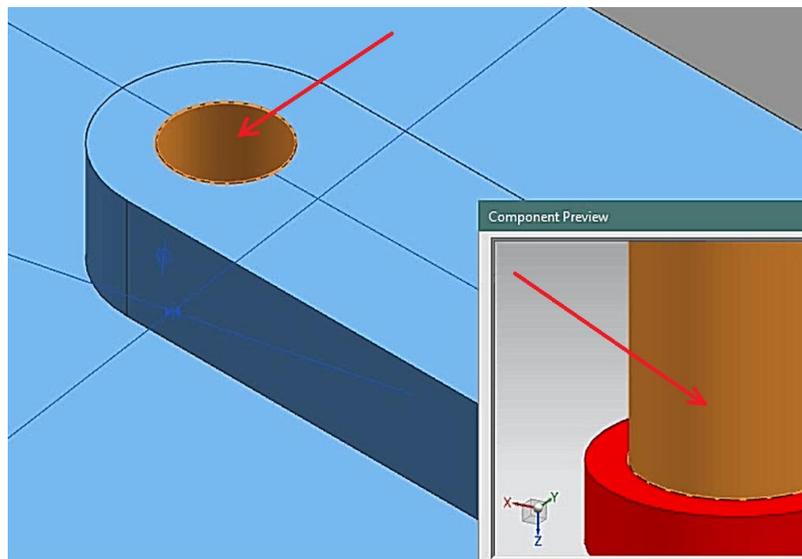


Figura 1.38 Superficie interior de barreno en **biela2a.prt** y superficie lateral de **perno2a.prt**.

- Agregar la pieza **barra2b1.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.

- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior de **barra2b1.prt** y la circunferencia superior de la **barra3b1.prt** (Figura 1.39).
- Dar click en *Apply*.

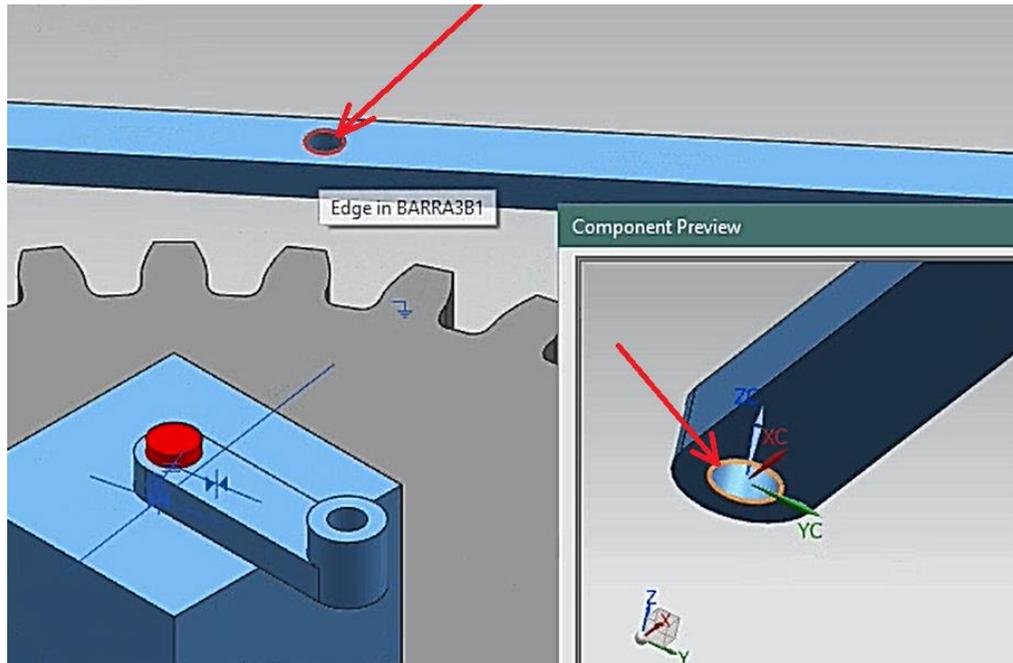


Figura 1.39 Circunferencia superior de **barra3b1.prt** y circunferencia inferior de **barra2b1.prt**.

- Agregar una restricción tipo **Concentric**. Seleccionar la circunferencia inferior de **barra2b1.prt** (Figura 1.40) y la circunferencia superior de la **biela2a.prt** (Figura 1.41).
- Dar click en *Ok*.

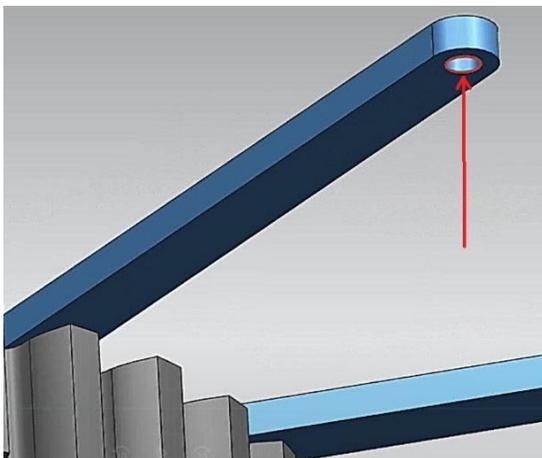


Figura 1.40 C. inferior de **barra2b1.prt**.

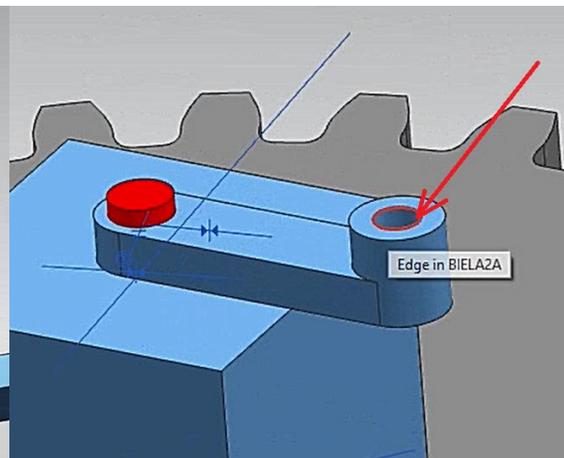


Figura 1.41 C. superior de **biela2a.prt**.

- Agregar la pieza **broche1 1.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **broche1 1.prt** y la cara superior de **barra2b1.prt** (Figura 1.42).
- Dar click en **Apply**.

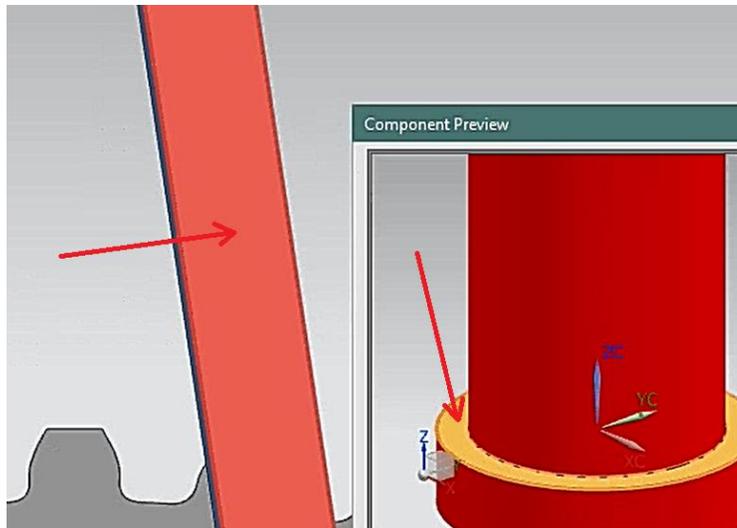


Figura 1.42 Cara superior de **barra2b1.prt** y cara inferior de la cabeza de **broche1_1.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **broche1 1.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra3b1.prt** (Figura 1.43).
- Dar click en **Ok**.

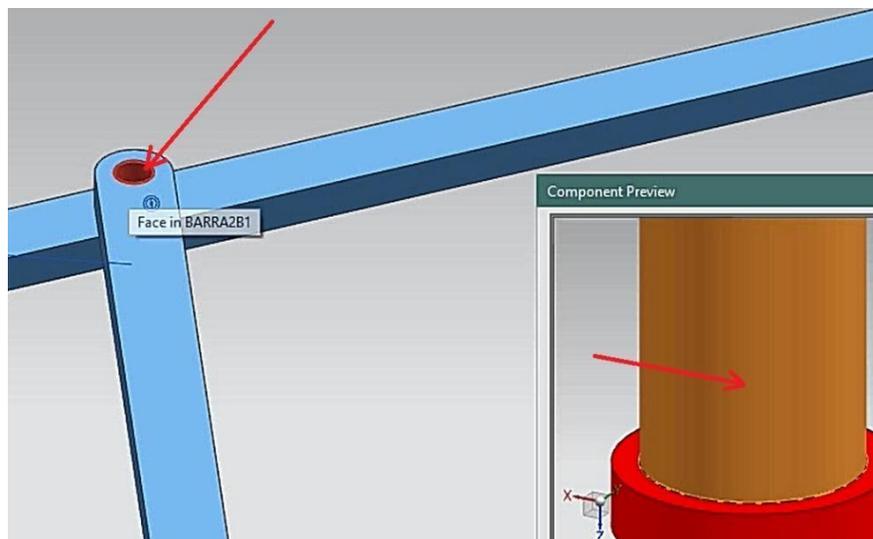


Figura 1.43 Superficie interior del barreno de **barra3b1.prt** y superficie lateral de **broche1 1.prt**.

- Agregar la pieza **barra2b2.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior de **barra2b2.prt** y la circunferencia superior del **barra2b1.prt** (Figura 1.44).
- Dar click en **Ok**.

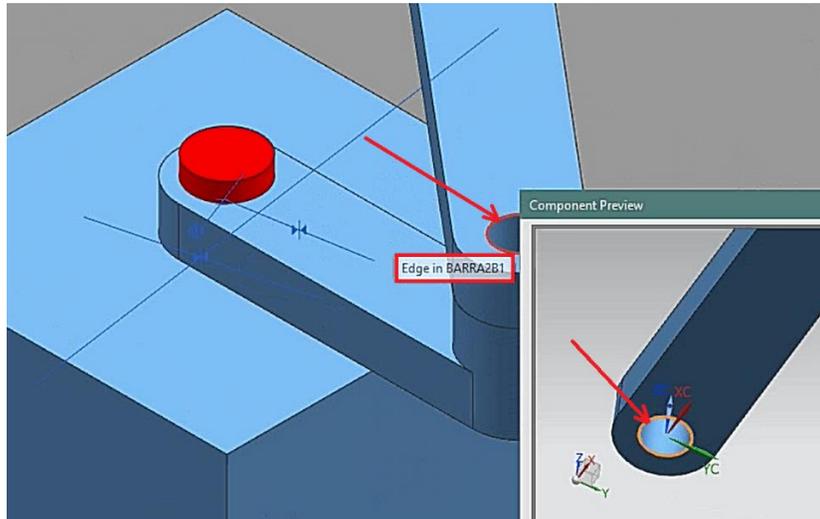


Figura 1.44 Circunferencia superior de **barra2b1.prt** circunferencia inferior de **barra2b2.prt**.

- Agregar la pieza **broche2.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **broche2.prt** y la cara superior de **barra2b2.prt** (Figura 1.45).
- Dar click en **Apply**.

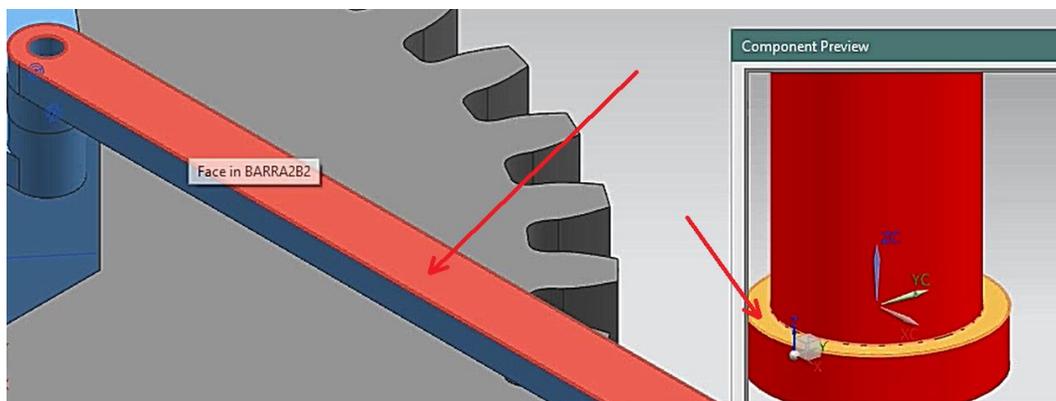


Figura 1.45 Cara superior de **barra2b2.prt** y cara inferior de la cabeza de **broche2.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **broche2.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra2b2.prt** (Figura 1.46).

- Dar click en *Ok*.

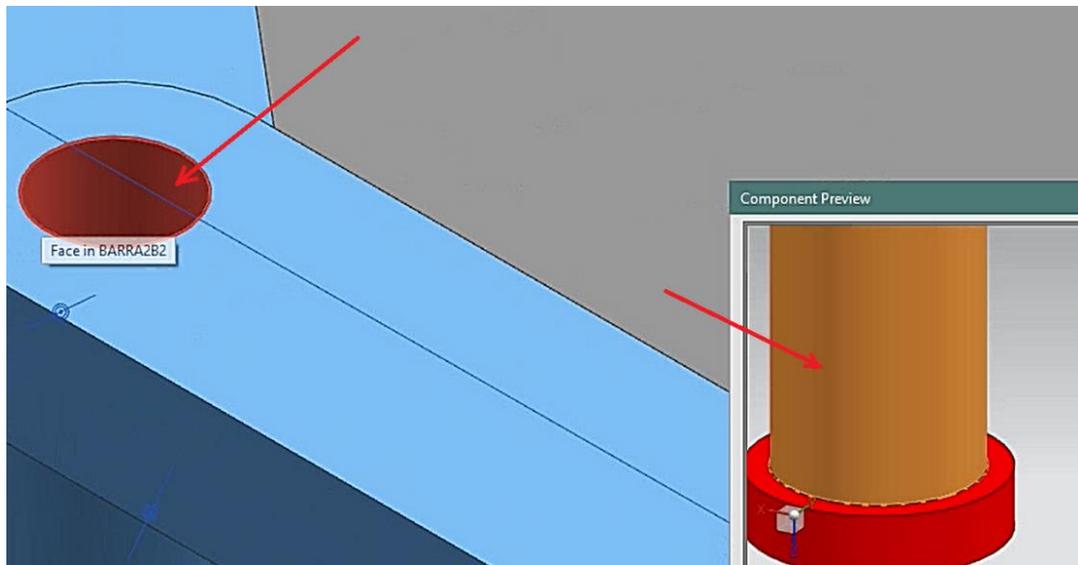


Figura 1.46 Superficie interior del barreno de barra2b2.prt y superficie lateral de broche2.prt.

- Agregar la pieza barra3b2.prt. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Concentric**. Seleccionando la circunferencia inferior de barra3b2.prt y la circunferencia superior de la barra3b1.prt (Figura 1.47).
- Dar click en *Apply*.

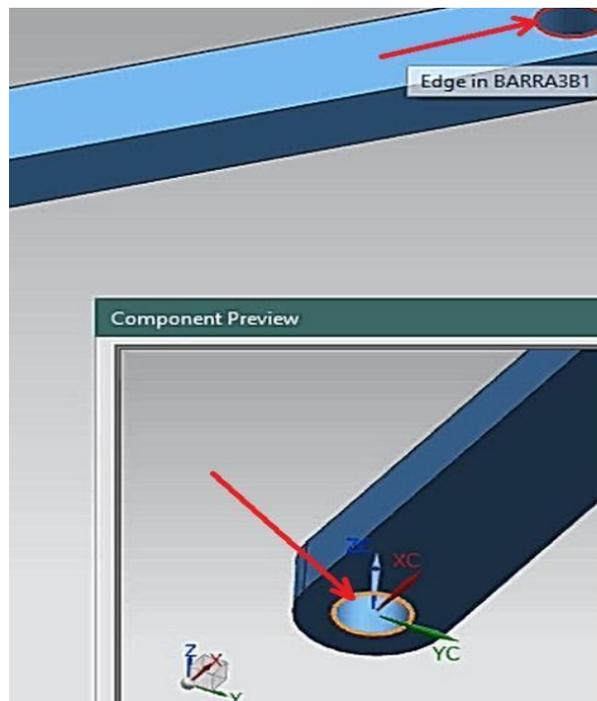


Figura 1.47 Circunferencia superior de barra3b1.prt y circunferencia inferior de barra3b2.prt.

- Agregar una restricción tipo **Concentric**. Seleccionar la circunferencia superior de **barra3b2.prt** y la circunferencia inferior de la **bara2b2.prt** (Figura 1.48).
- Dar click en *Ok*.

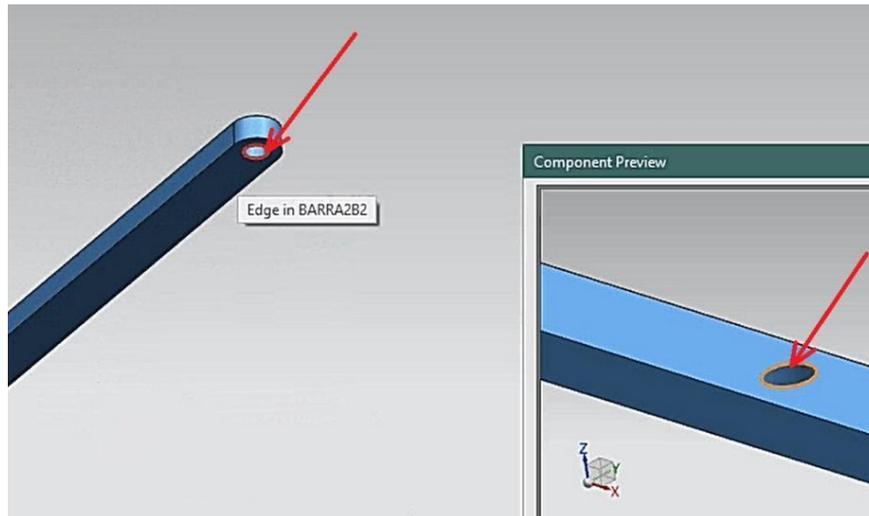


Figura 1.48 Circunferencia inferior de **barra2b2.prt** y circunferencia superior de **barra3b2.prt**.

- Agregar la pieza **lapiz.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **lapiz.prt** y la cara superior de **barra3b2.prt** (Figura 1.49).
- Dar click en *Apply*.

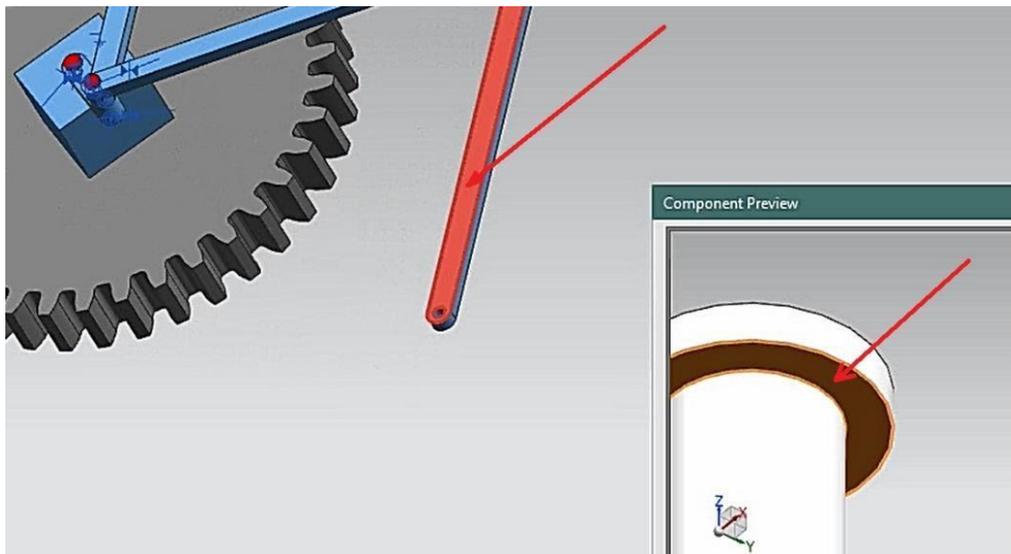


Figura 1.49 Cara superior de **barra 3b2.prt** y cara inferior de la cabeza de **lápiz.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **lápiz.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra3b2.prt** (Figura 1.50).
- Dar click en **Ok**.

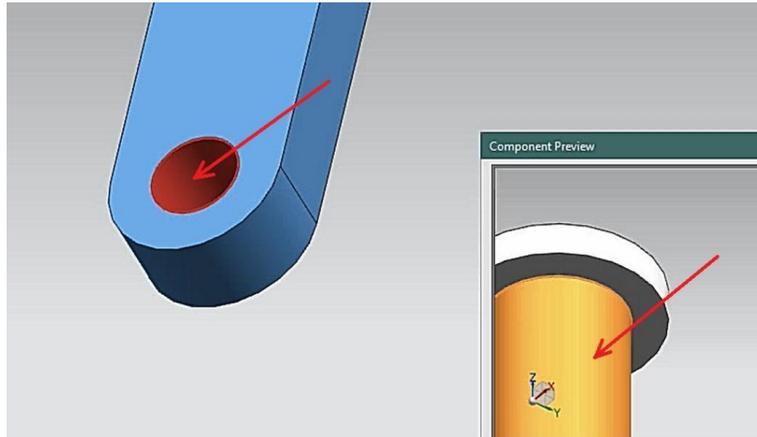


Figura 1.50 Superficie interior del barreno de **barra3b2.prt** y superficie lateral de **lápiz.prt**.

- Agregar la pieza **broche1 1 largo.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **broche1 1 largo.prt** y la cara superior de **barra3b2.prt** (Figura 1.51).
- Dar click en **Apply**.

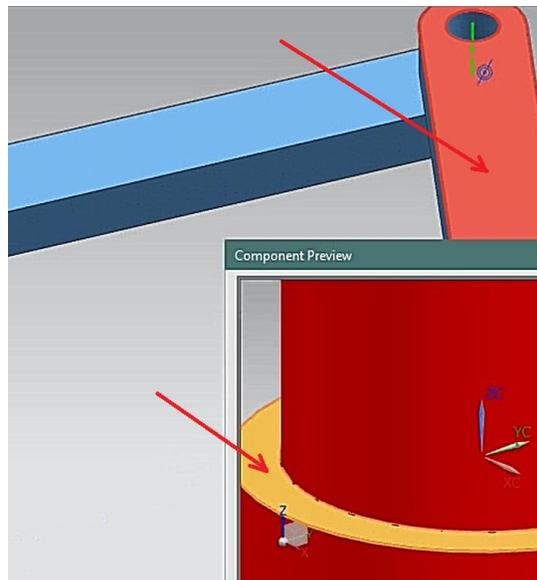


Figura 1.51 Cara superior de **barra3b2.prt** y cara inferior de la cabeza de **broche1 1 largo.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **broche1 1 largo.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra3b2.prt** (Figura 1.52).
- Dar click en **Ok**.

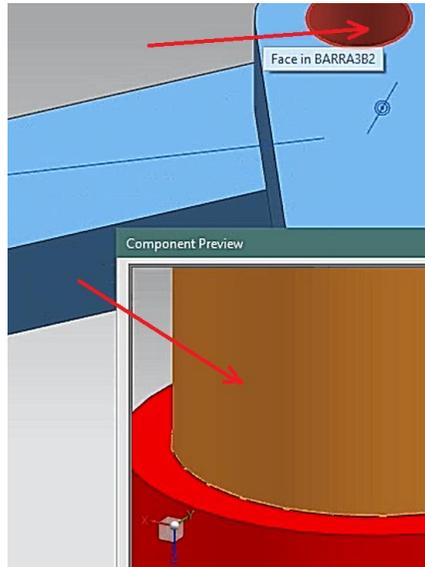


Figura 1.52 Superficie interior del barreno de **barra3b2.prt** y superficie lateral de **broche1 1 largo.prt**.

- Agregar la pieza **broche1 1.prt**. Seleccionando **Positioning** → **By constraints**.
- Elegir el tipo de restricción **Touch Align**. Seleccionando **Orientation** → **Touch**. Seleccionar la cara inferior de la cabeza del **broche1 1.prt** y la cara superior de **barra3b2.prt** (Figura 1.53).
- Dar click en **Apply**.

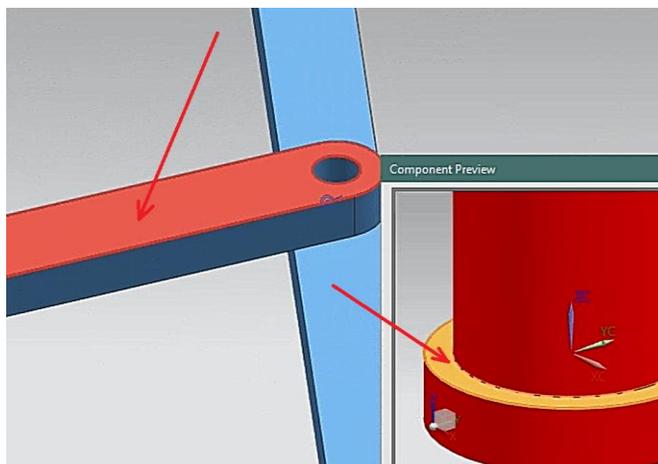


Figura 1.53 Cara superior de **barra3b2.prt** y cara inferior de la cabeza de **broche1 1.prt**.

- Agregar una restricción, de tipo **Fit**. Seleccionar la superficie lateral del **broche1 1.prt** y la superficie interior del barreno en la pieza **barra3b2.prt** (Figura 1.54).
- Dar click en *Ok*.

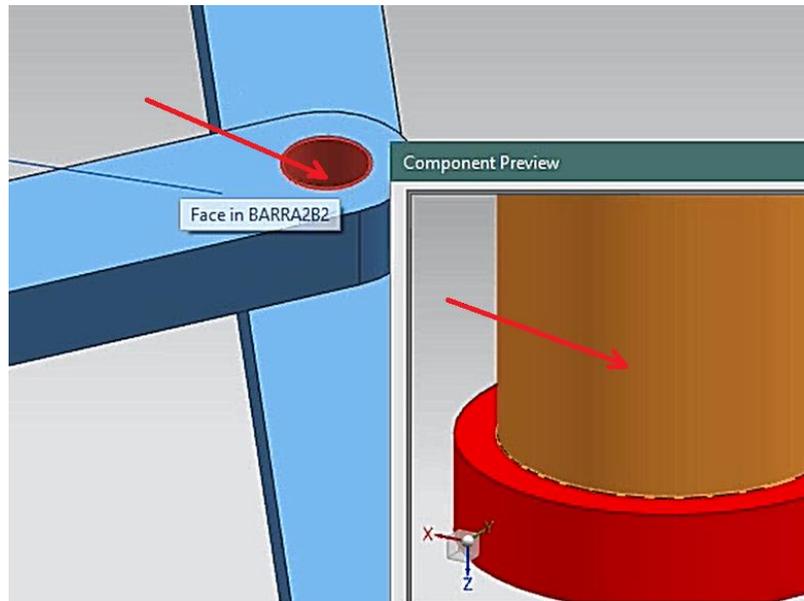


Figura 1.54 Superficie interior del barreno de **barra3b2.prt** y superficie lateral de **broche1 1.prt**.

1.2 Movimiento

- A partir del ensamble generado en **1.1 Movimiento**, ir a la pestaña **Application**, seleccionar la opción **Motion** (Figura 1.2.1)



Figura 1.2.1 Pestaña Application

- Una ventana de aviso se mostrará en pantalla, seleccionar **Yes**.
- Seleccionar **Motion Navigator** en la barra de opciones, dar click derecho sobre el nombre del ensamble y a continuación en **New Simulation**. (Figura 1.2.2)

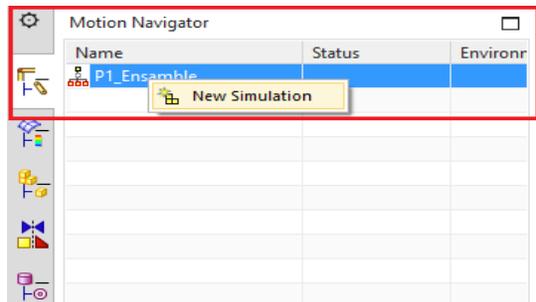


Figura 1.2.2 Menú Motion Navigator

- En el recuadro de **Environment** seleccionar **Dynamics** en **Analysis Type** y **simulacion_ensamble** en **Simulation Name**, finalmente **Ok**. (Figura 1.2.3).

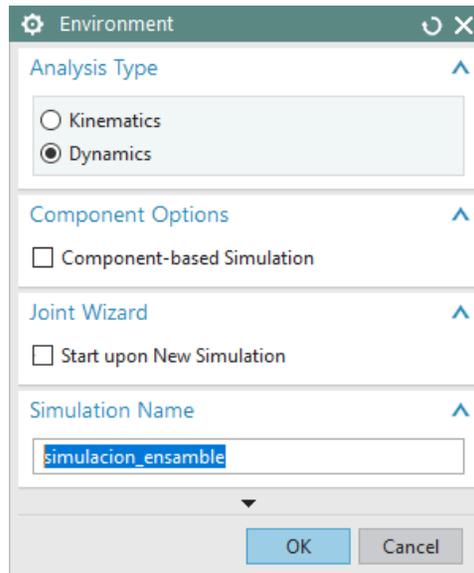


Figura 1.2.3 Menú Environment

- En la ribbon bar, seleccionar **Link**, se realizarán 6 selecciones, mantener el nombre predeterminado y al finalizar cada una dar click en *Apply* (Figura 1.2.4 - Figura 1.2.10).



Figura 1.2.4 Pestaña Home

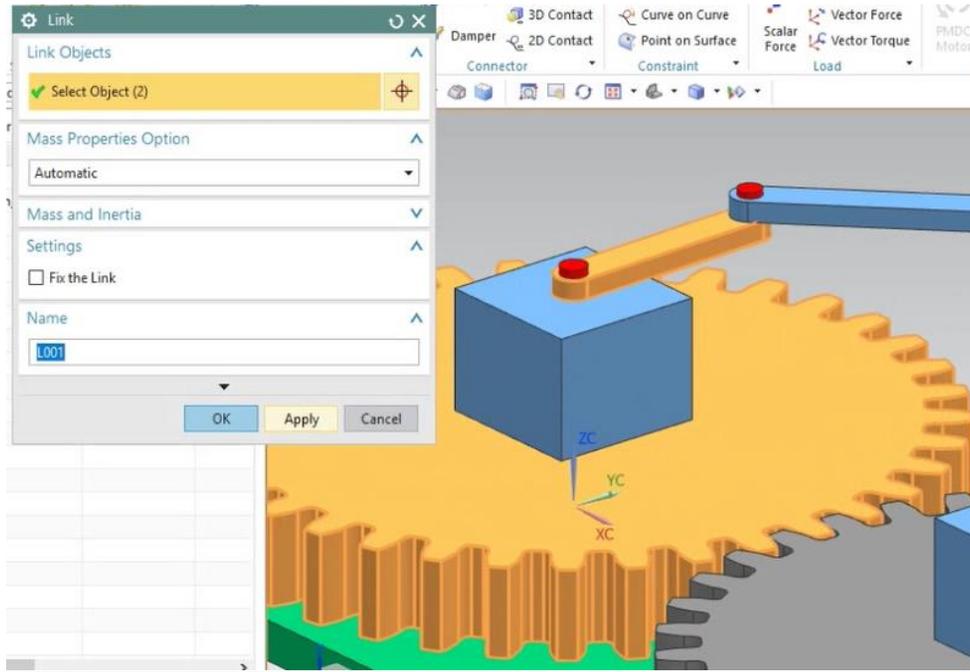


Figura 1.2.5 Link 1: ENGRANE1 y BIELA1A

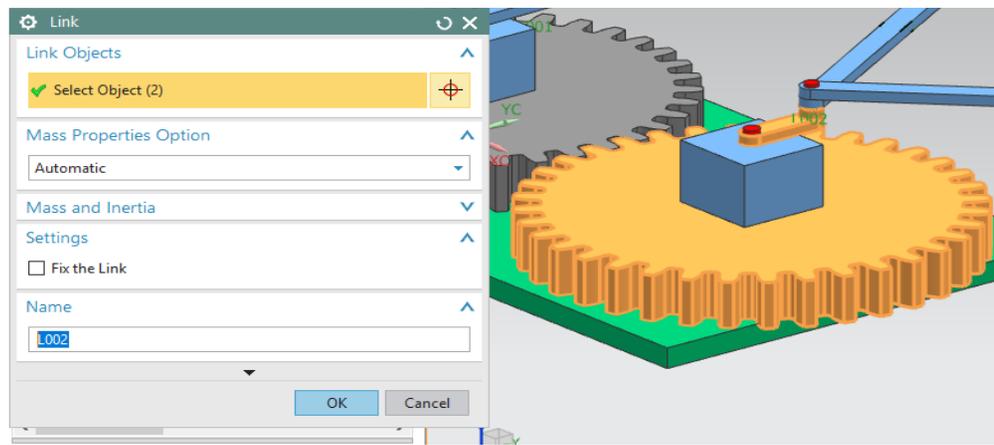


Figura 1.2.6 Link 2: ENGRANE2 y BIELA2A

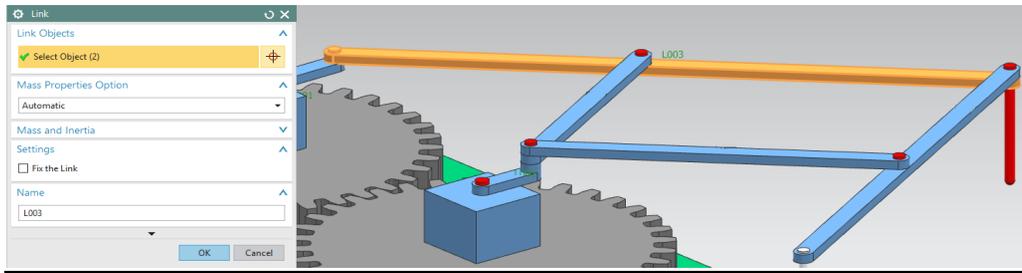


Figura 1.2.7 Link 3: BROCHE1_1 y BARRA3B1

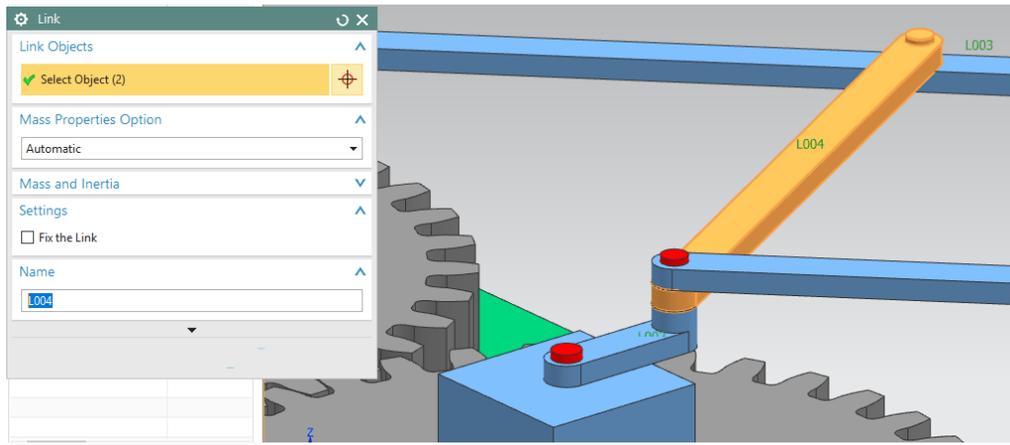


Figura 1.2.8 Link 4: BROCHE1_1 y BARRA2B1

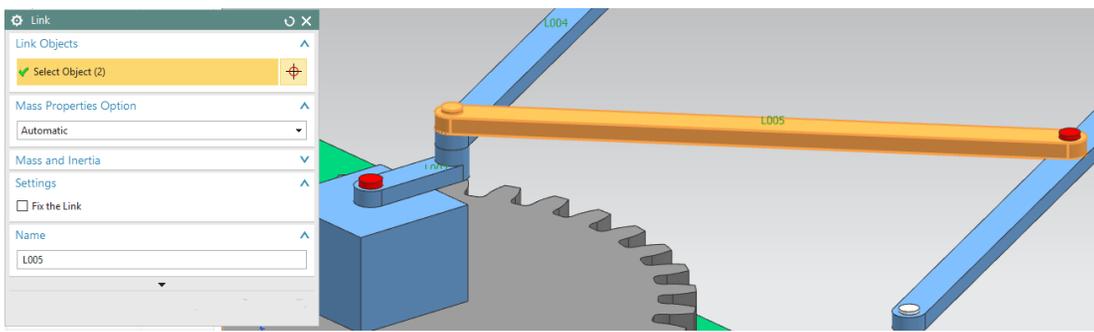


Figura 1.2.9 Link 5: BROCHE2 y BARRA2B2

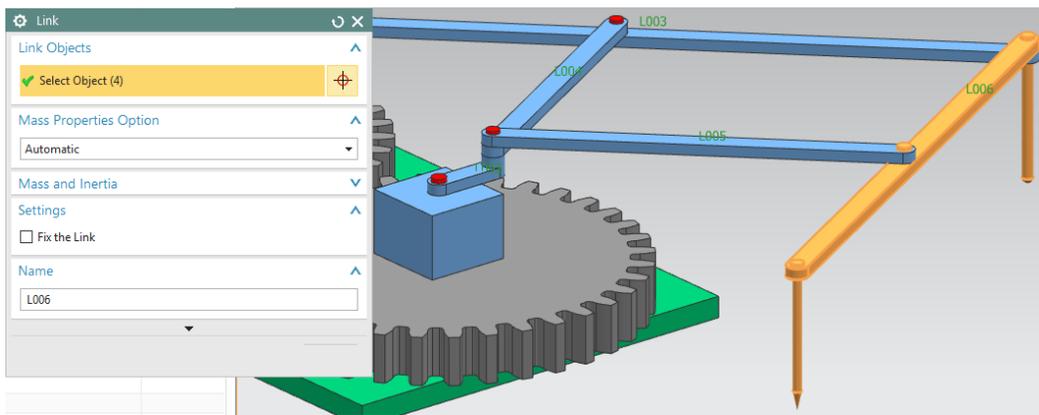


Figura 1.2.10 Link 6: BROCHE1_1 LARGO, BROCHE1_1 y BARRA3B2

- En la ribbon bar, posicionarse en la pestaña **Home**, seleccionar la opción **Joint** (Figura 1.2.11) se realizarán 9 selecciones (Figura 1.2.12 - Figura 1.2.20), mantener el nombre predeterminado y en la sección de **Specify Vector** seleccionar el eje z, al finalizar cada una dar click en **Apply**.



Figura 1.2.11 Pestaña Home

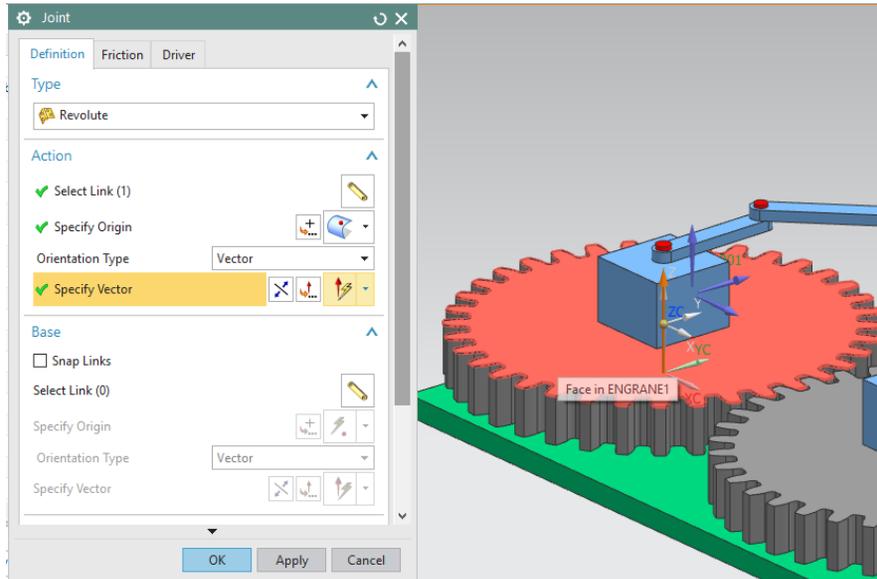


Figura 1.2.12 Joint 1: Seleccionar ENGRANE1

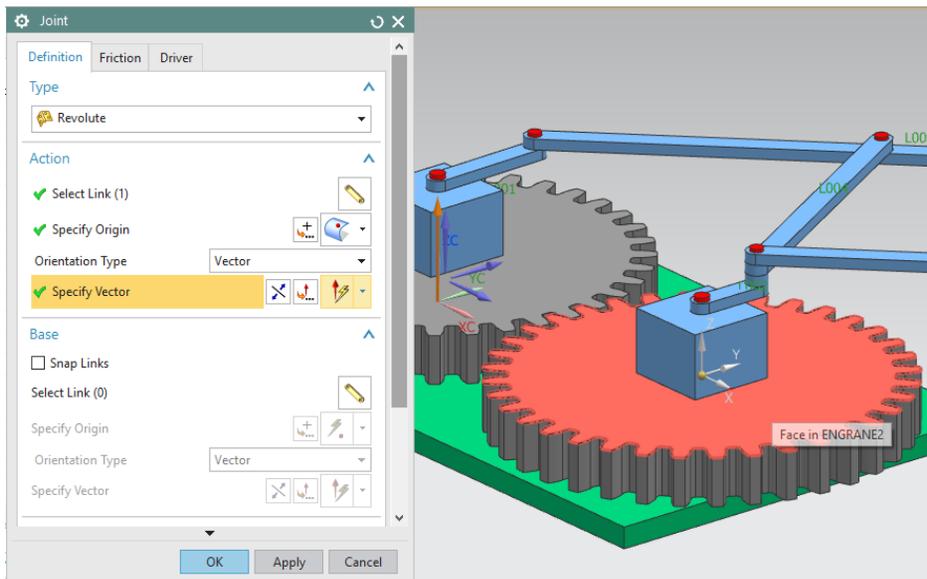


Figura 1.2.13 Joint 2: Seleccionar ENGRANE2

Joint 3: Seleccionar Link L001 en **Action>Select Link**, seleccionar (1) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar L003 (Figura 1.2.14).

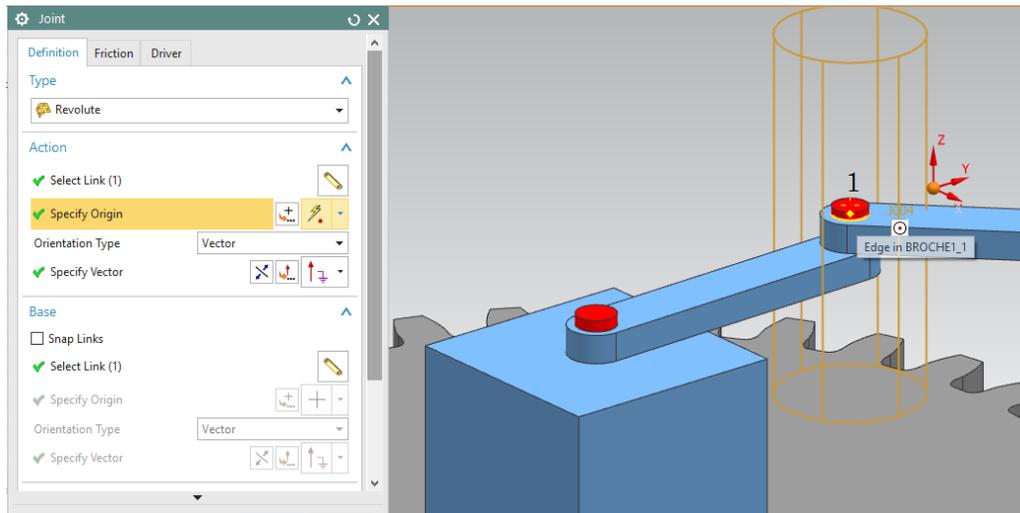


Figura 1.2.14 Articulación 3.

Joint 4: Seleccionar Link L002 en **Action>Select Link**, seleccionar (2) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar Link L005 (Figura 1.2.15).

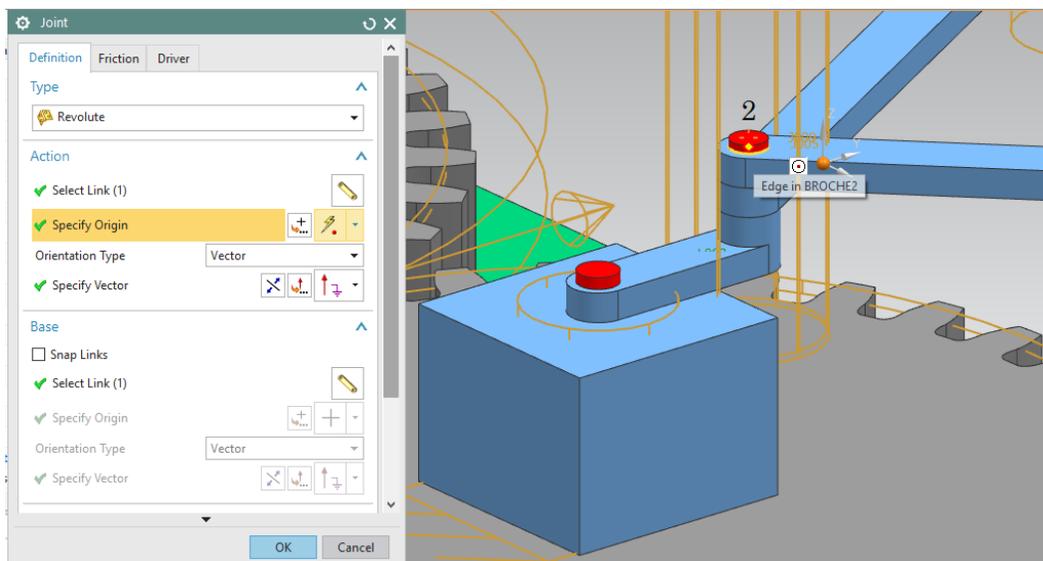


Figura 1.2.15 Articulación 4.

Joint 5: Seleccionar Link L003 en **Select>Select Link**, seleccionar (3) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar Link L004 (Figura 1.2.16).

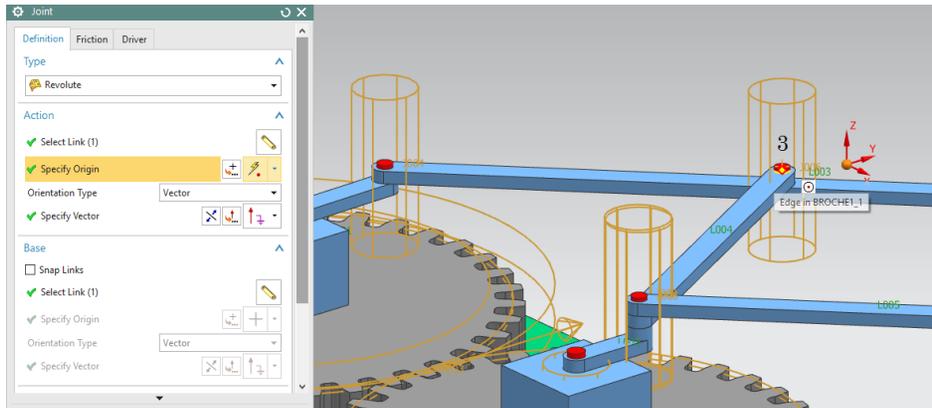


Figura 1.2.16 Articulación 5.

Joint 6: Seleccionar Link L006 en **Select>Select Link**, seleccionar (4) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar Link L003 (Figura 1.2.17).

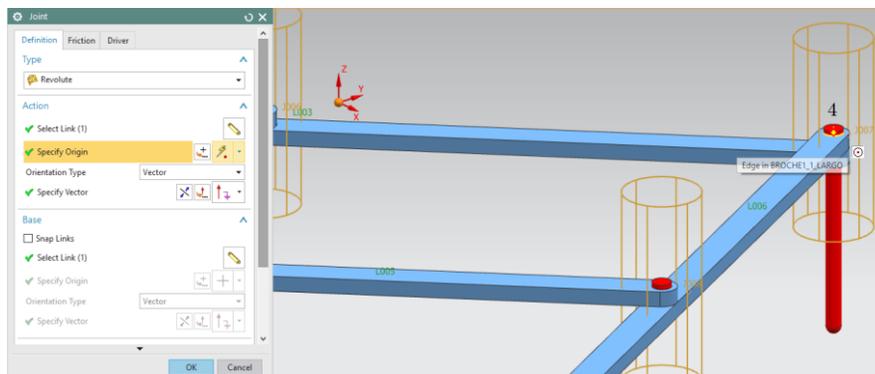


Figura 1.2.17 Articulación 6.

Joint 7: Seleccionar Link L006 en **Select>Select Link**, seleccionar (5) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar Link L005 (Figura 1.2.18).

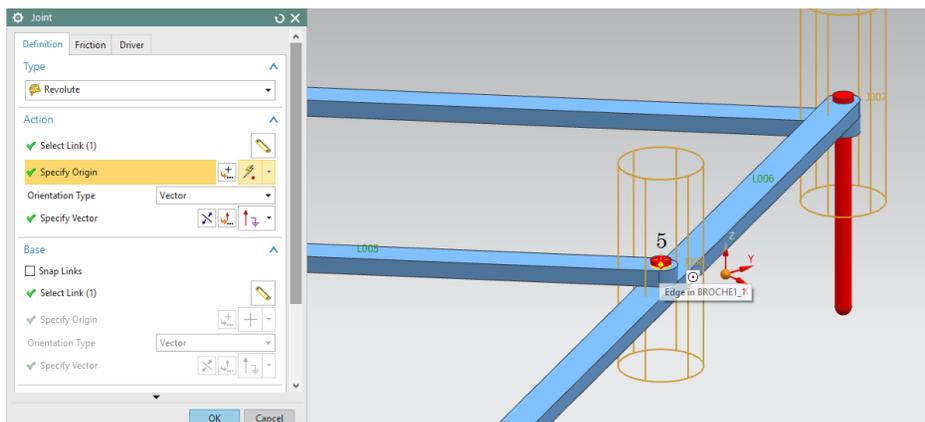


Figura 1.2.18 Articulación 7.

Joint 8: Seleccionar Link L002 en **Select>Select Link**, seleccionar (6) en **Specify Origin** y en **Base>Select Link** seleccionar Link L004 (Figura 1.2.19 y Figura 1.2.20).

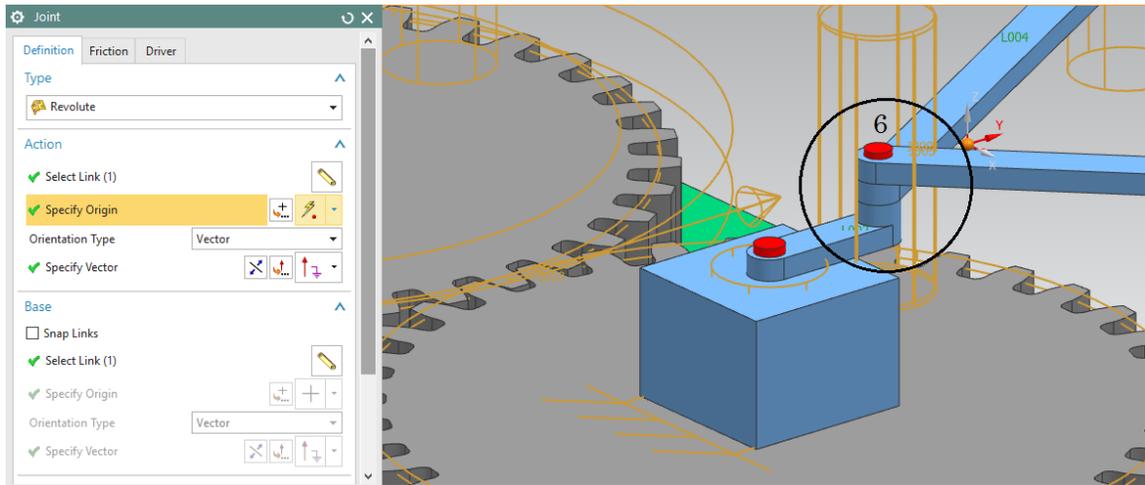


Figura 1.2.19 Origen de articulación 8.

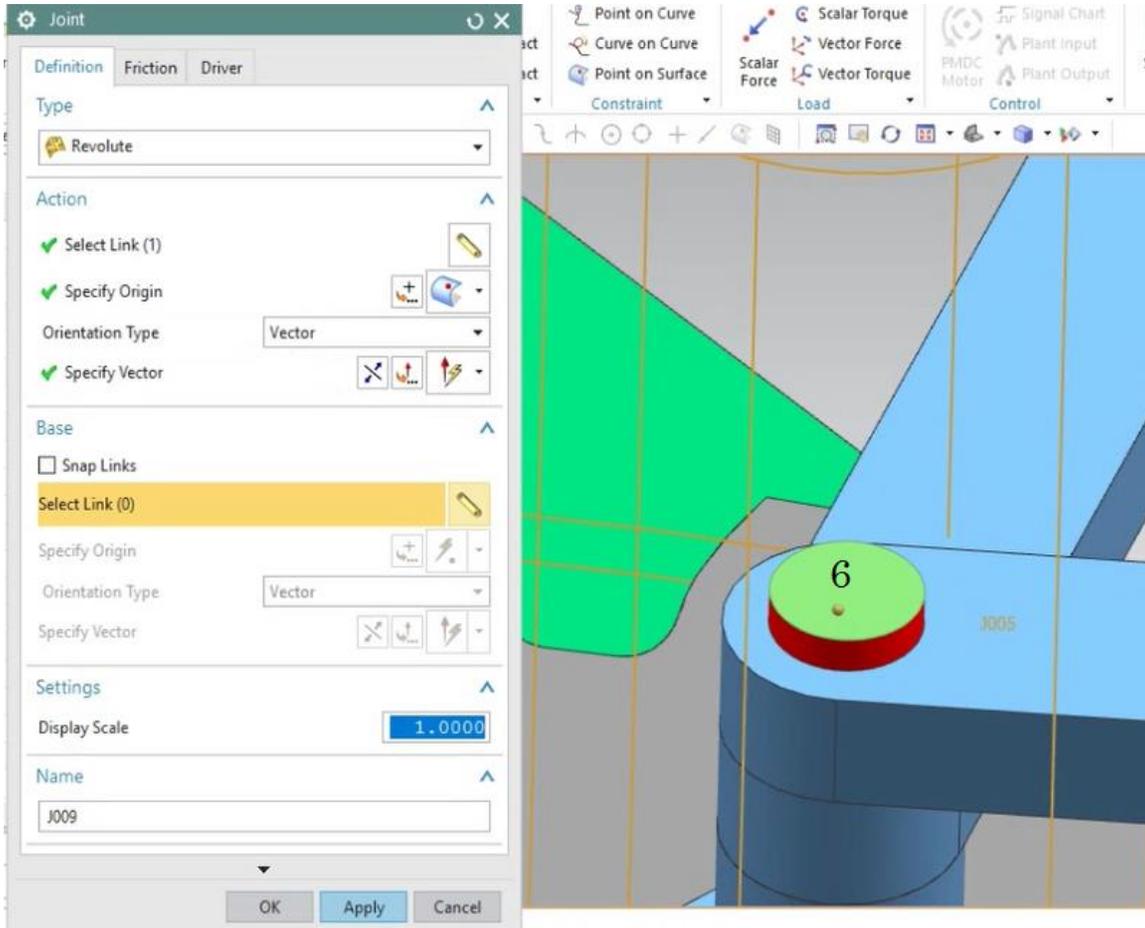


Figura 1.2.20 Eslabón de articulación 8.

- En la **ribbon bar**, posicionarse en la pestaña **Home**, seleccionar la opción **Gear**, en **First Joint** seleccionar Joint J001, en **Second Joint** seleccionar Joint J002, dar click en **Apply** y después en **Ok** (Figura 1.2.21).

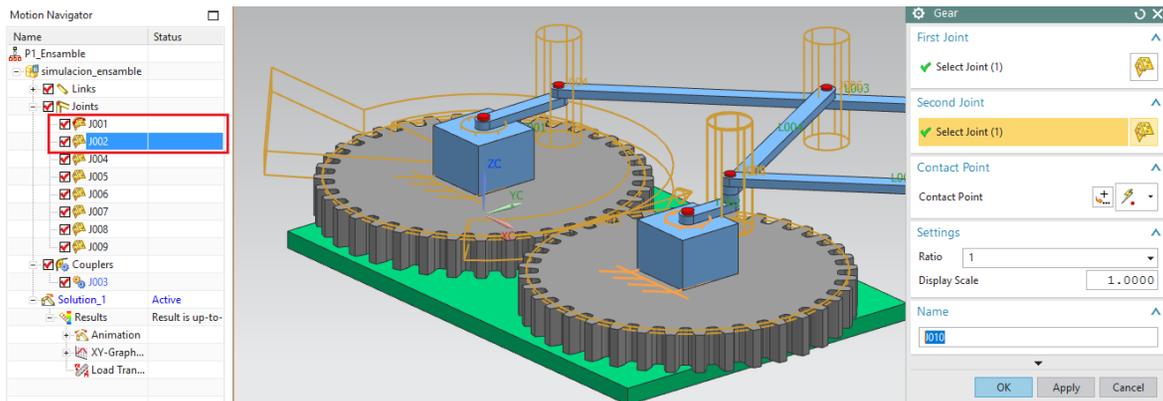


Figura 1.2.21 Menú Gear.

- En barra de aplicaciones seleccionar la Joint J001 con click derecho y acceder a **Edit** (Figura 1.2.22), en la pestaña **Driver**, cambiar el valor de **Initial Velocity** a 10, luego en **Ok** (Figura 1.2.23).

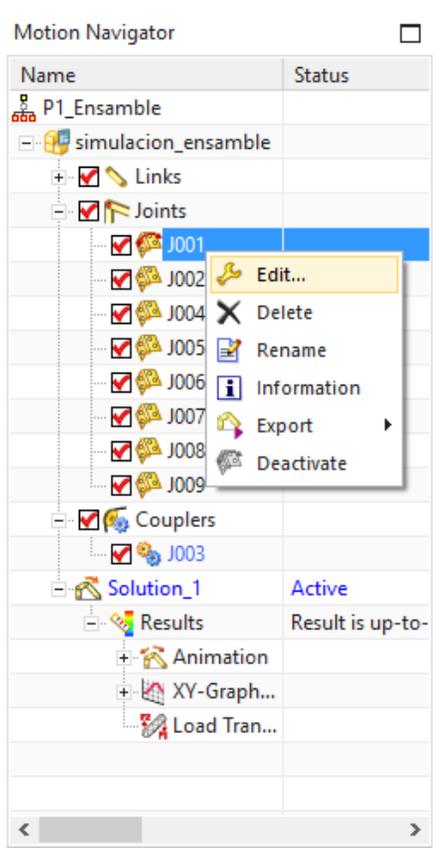


Figura 1.2.22 Click derecho en articulación J001.

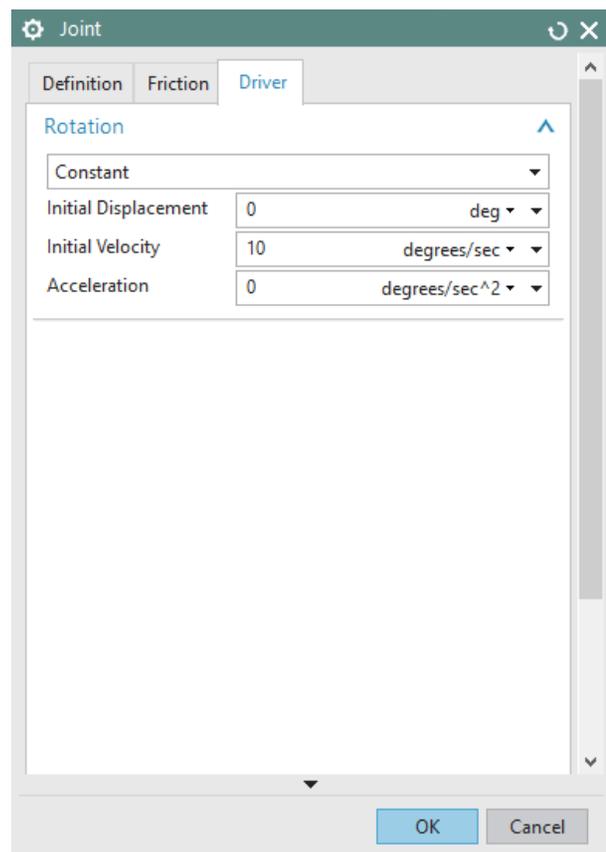


Figura 1.2.23 Menú Joint, pestaña Driver.

- En la **ribbon bar**, posicionarse en la pestaña **Home**, seleccionar la opción **Solution** Dar click en Ok (Figura 1.2.24).
- En la **ribbon bar**, dar click en **Solve**, cerrar la pestaña que aparecerá y dar click en **Animation** (Figura 1.2.24).

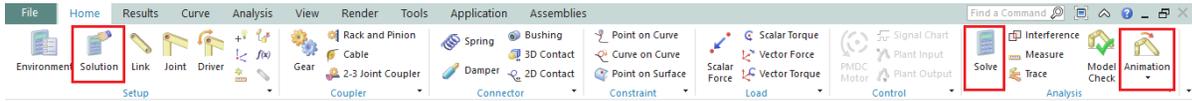


Figura 1.2.24 Pestaña Home.

- En la pestaña de **Animation**, seleccionar **Loop** en **Play Mode** y luego en **Play** (Figura 1.2.25).

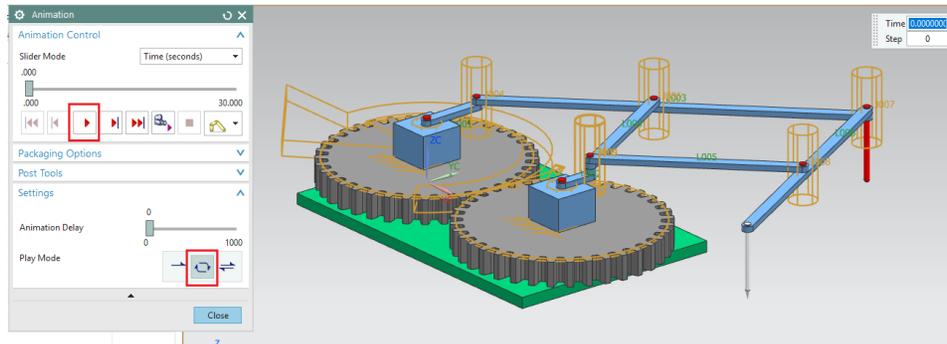


Figura 1.2.25 Pestaña Animation.

Si se requiere exportar la simulación en formato gif:

File>>Export Motion>> Animated GIF (Figura 1.2.26).

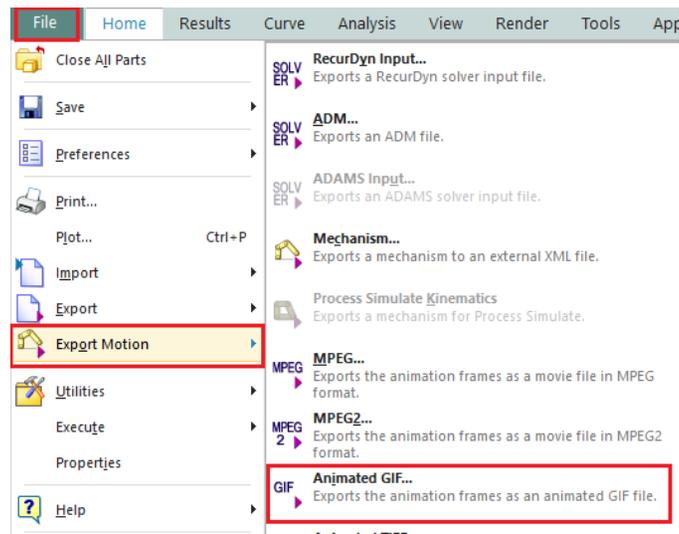


Figura 1.2.26 Exportar como *.gif.

La duración del GIF dependerá de la velocidad que se le haya asignado a la simulación.

Ejercicio propuesto: Hacer que el pantógrafo dibuje un círculo.

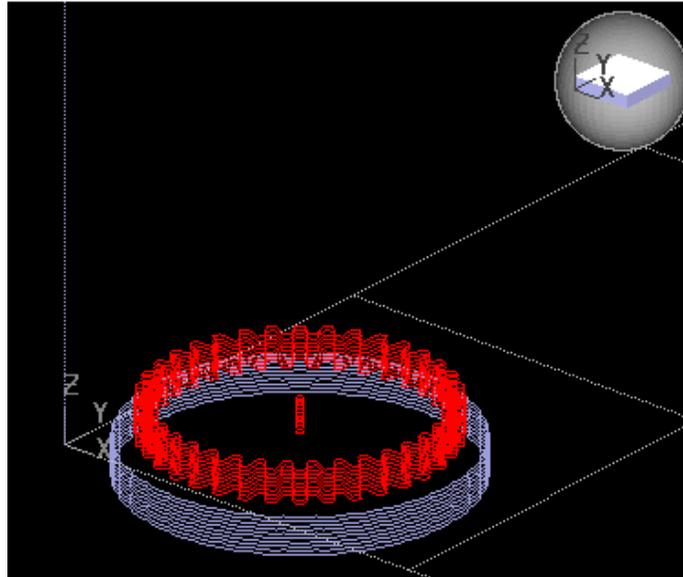
PRÁCTICA 2: IMPRESIÓN 3D

Duración: 1 hr

Software utilizado: CatalystEX, NX10

Módulos utilizados: Export

Descargas: <https://goo.gl/y1UQKQ>



Introducción:

La manufactura aditiva se caracteriza por la construcción de objetos en 3D, mediante la adición de capas de material para construir objetos físicos, esto puede tornarse un proceso con muchas iteraciones innecesarias, si no se hace un adecuado aprovechamiento de la herramienta de simulación.

En esta práctica se verá cómo importar los archivos del *software* de modelado, simular la orientación de las piezas, agregar más elementos al paquete de impresión, así como abrir paquetes previamente trabajados. Lo anterior para disminuir el número de iteraciones en el proceso de impresión 3D.

Objetivo general

El usuario se simulará la impresión 3D con el *software* CatalystEX.

Objetivos específicos

- El usuario importará una pieza a CatalystEX.
- El usuario aprenderá a crear paquetes de impresión y a importarlos.

Un paso previo es la generación de un archivo 3D, el cual se genera utilizando *software* de modelado, este mismo archivo es enviado a otro de impresión para su manufactura. Muchas veces se requiere exportar dichos archivos para que el *software* de impresión pueda interpretarlo, en su mayoría archivos de tipo *.STL.

¿De donde puedo obtener archivos tipo STL?

Muchos *software* de diseño cuentan con la opción de exportar los modelos que se crean en ellos como STL, algunos de los más conocidos son Inventor, Solid Edge, Solid Works, NX, Fusion, Catia, Rhino, entre otros.

El *software* CatalystEX soporta 2 tipos de extensiones: *.stl y *.cmb, a continuación se mostrará como crear un archivo con extensión *.stl.

- De la carpeta Impresion3D, abrir la pieza ***engrane1.prt*** en NX10.
- En la **ribbon bar** ir a **File** → **Export** → **STL...** (Figura 2.1).

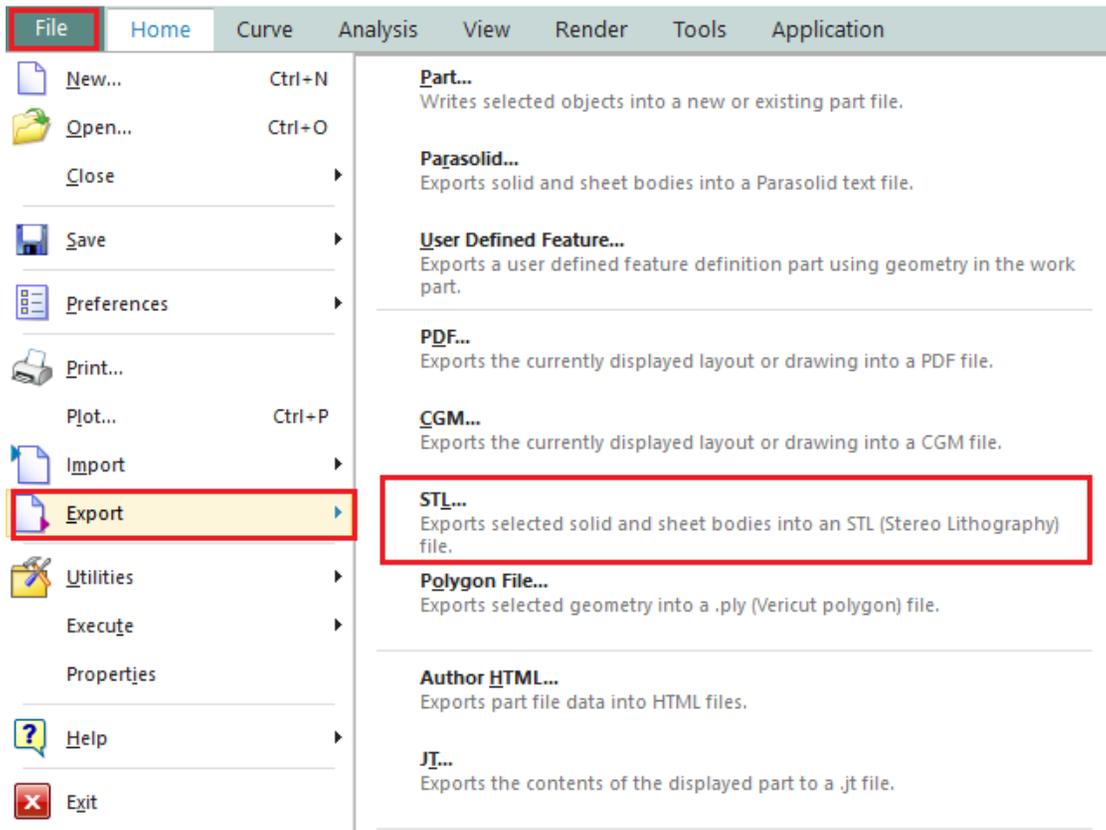


Figura 2.1 Exportar archivo *.stl

- En la ventana **Rapid Prototyping** mantener los datos por default y dar click en **Ok** (Figura 2.2).

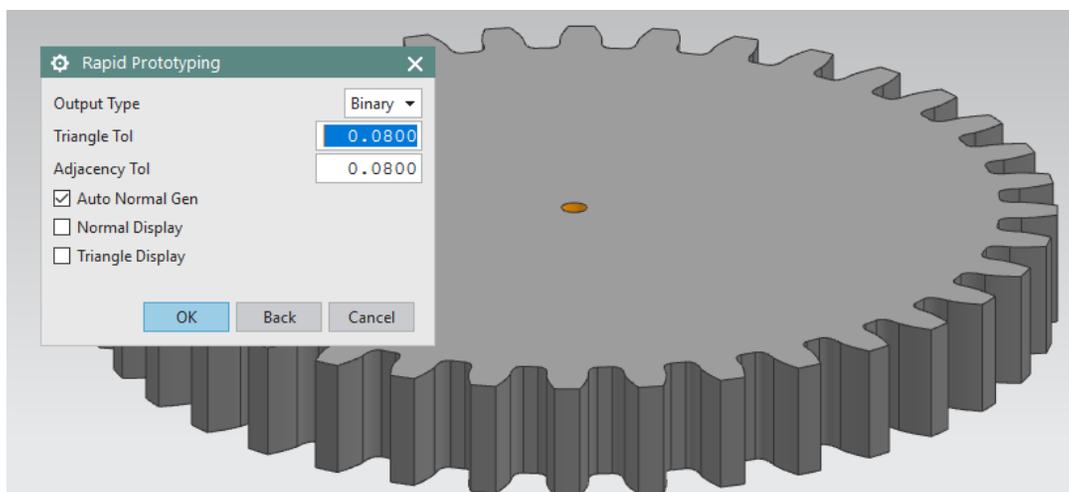


Figura 2.2 Ventana Rapid Prototyping.

- Nombrar el archivo como **engrane1** y despues dar click en *Ok* (Figura 2.3).

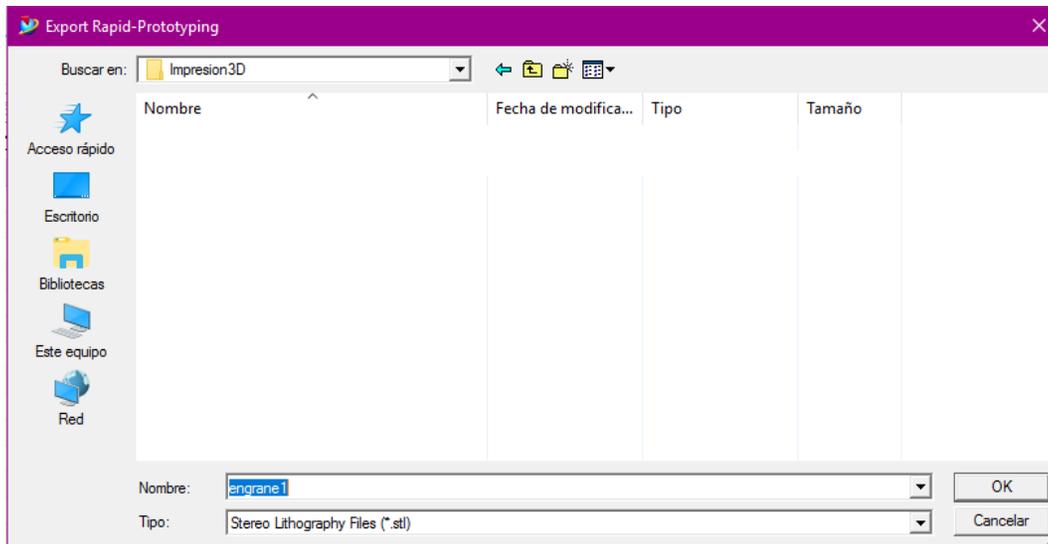


Figura 2.3 Crear archivo **engrane1.stl**.

- Aparecerá un pequeño recuadro vacío, en el cual solo se dará click en *Ok* (Figura 2.4).

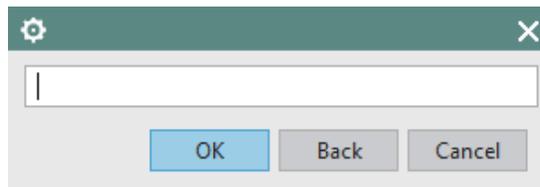


Figura 2.4 Ventana emergente.

- En la ventana ***Class: Selection*** → ***Objects*** → ***Select Objects*** seleccionar el engrane, cuando esté seleccionado se iluminará de color amarillo. (Figura 2.5).
- Dar click en *Ok*.

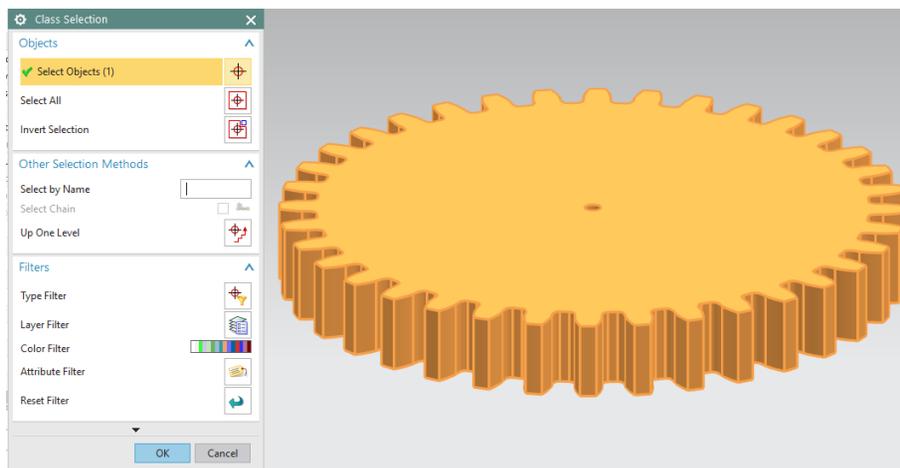


Figura 2.5 Ventana ***Class Selection***.

- En las dos siguientes pestañas dar click en *Ok*. (Figuras 2.6 y 2.7).

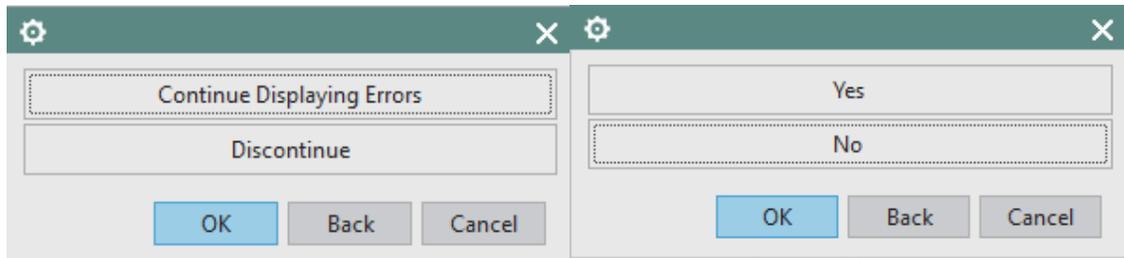


Figura 2.6 Ventana emergente

Figura 2.7 Ventana emergente

- Revisar si el archivo se creó satisfactoriamente en la carpeta destinada.
- Abrir CatalystEX y en la cinta de opciones seleccionar: **Archivo** → **Abrir archivo .STL** (Figura 2.8).

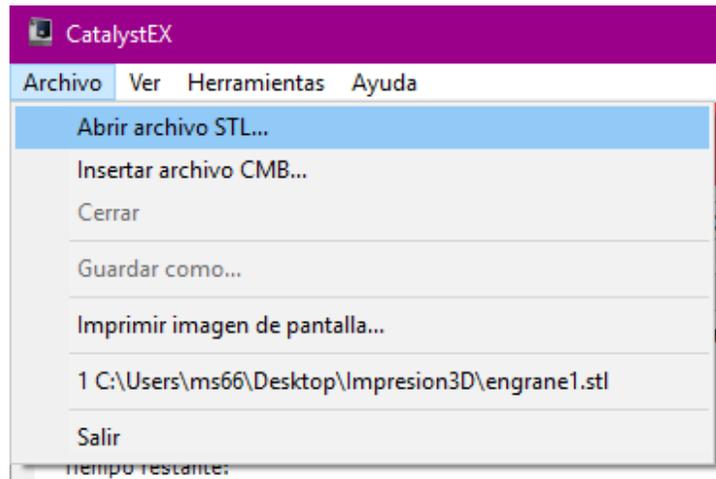


Figura 2.8 Abir archivo *.stl

- Seleccionar la pieza **engrane1.stl**, luego dar click en *Abrir* (Figura 2.9).

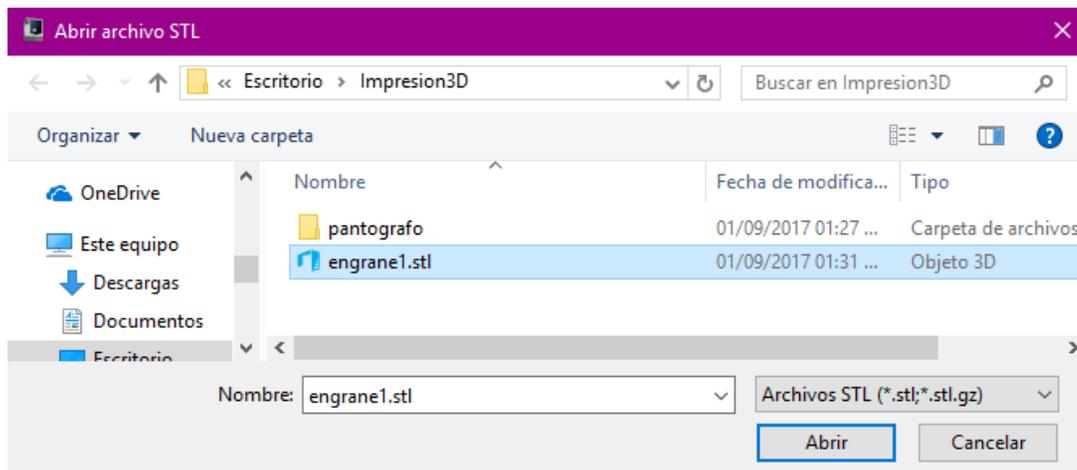


Figura 2.9 Abrir pieza **engrane1.stl**

- Al abrirse una ventana indicando que la pieza es muy pequeña, dar click en **No** (Figura 2.10).

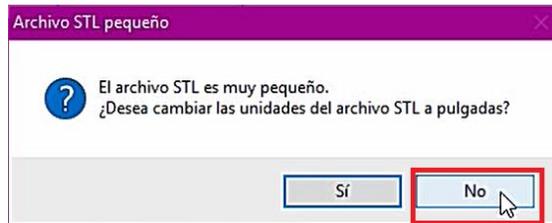


Figura 2.10 Ventana emergente.

- En la barra de propiedades, ubicada a la derecha de la ventana (Figura 2.11), seleccionar los siguientes parámetros (Figura 2.12):

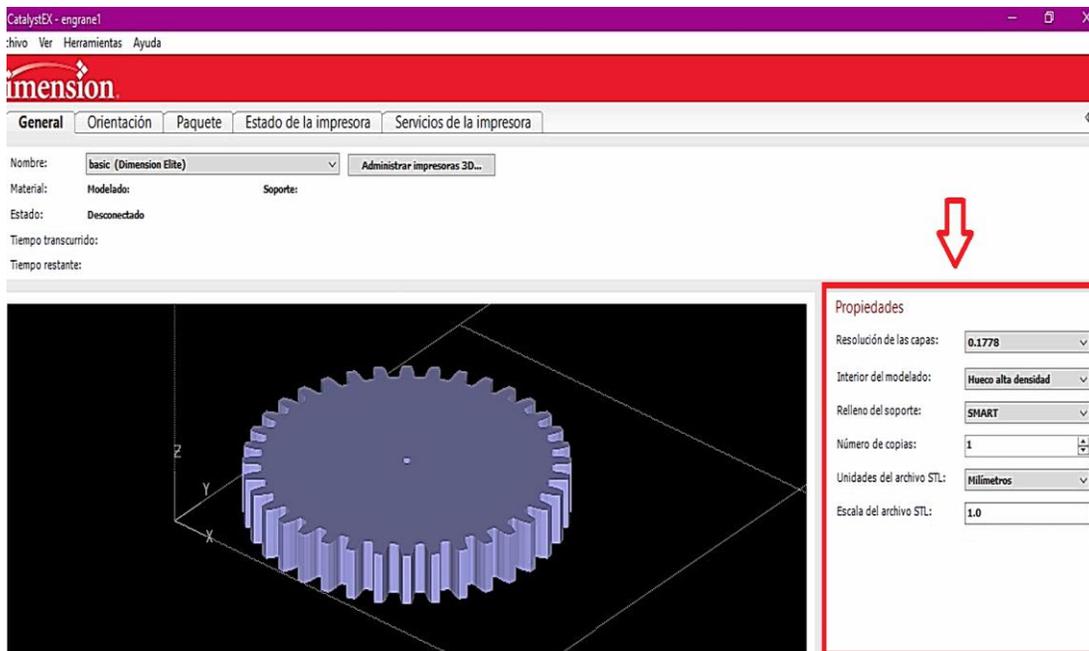


Figura 2.11 Barra de propiedades.



Figura 2.12 Valores a elegir.

- En la pestaña superior seleccionar **Orientación** (Figura 2.13).

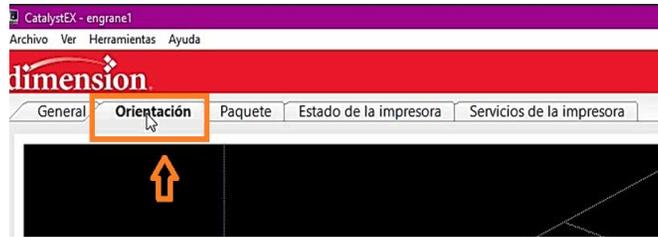


Figura 2.13 Pestaña de **Orientación**.

- Colocar la pieza en la posición que se muestra (Figura 2.14) y posteriormente dar click en **Agregar al paquete** (Figura 2.15).

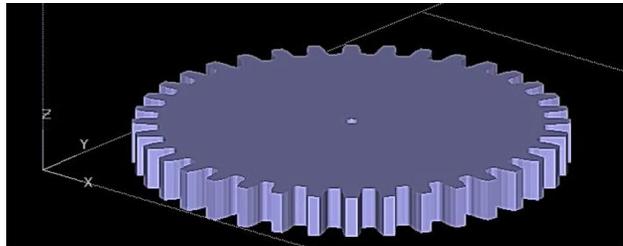


Figura 2.14 Posición de la pieza.

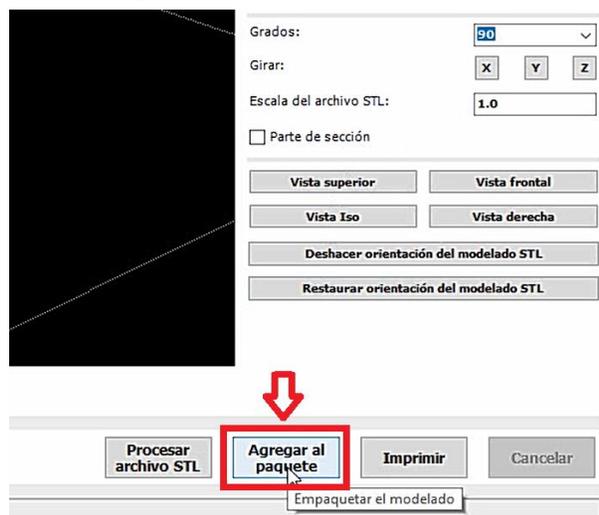


Figura 2.15 Creación del paquete.

- En la pestaña superior, seleccionar **Paquete** (Figura 2.16).

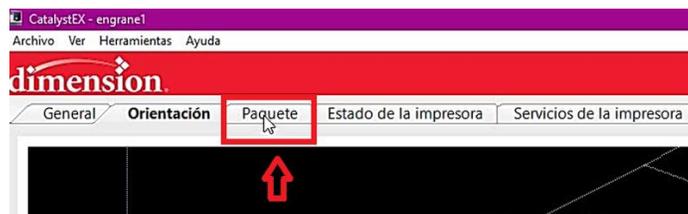


Figura 2.16 Pestaña **Paquete**.

- En el recuadro de **Detalles del paquete** (Figura 2.17) ubicado al lado derecho de la ventana, observar los detalles proporcionados en cuanto a tiempo de manufactura y material a utilizar.

Detalles del paquete

Nombre: engrane1

Material de modelado: 0.60 cm³

Material de soporte: 0.33 cm³

Tiempo: 0:09

Notas: ...

ID	Nombre
1	engrane1

Figura 2.17 Barra Detalles del paquete

- En la ventana de **Vista preliminar**, dar click en **Eliminar** (Figura 2.18).

Vista preliminar

Insertar archivo CMB

Copiar

Eliminar

Reempaquetar

Borrar paquete

Guardar como

Figura 2.18 Ventana Vista Preliminar.

- Repetir el procedimiento anterior, modificando la **Orientación** de la pieza (Figura 2.19). Cambiar el nombre a **engrane1X.cmb.gz** y analizar la diferencia entre los detalles de tiempo y material de manufactura (Figura 2.20).

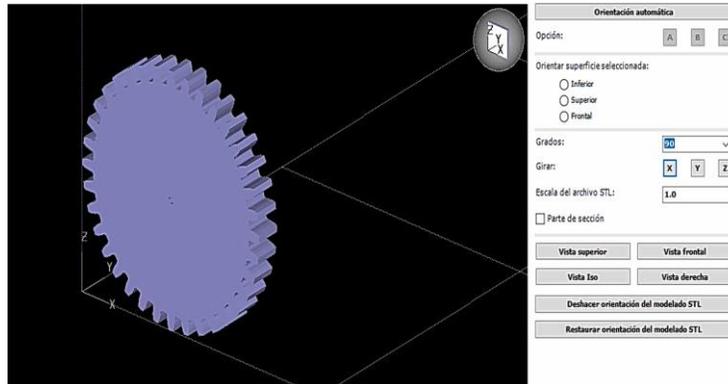


Figura 2.19 Pieza en nueva orientación.

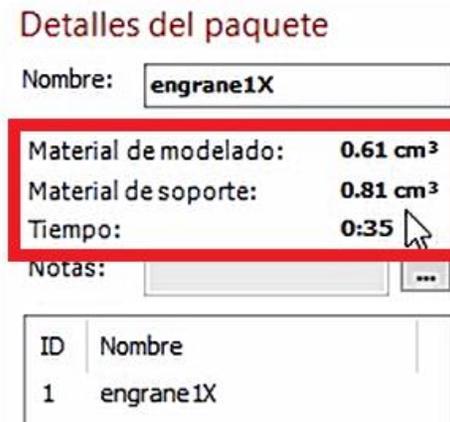


Figura 2.20 Detalles a analizar del nuevo paquete.

Algunos consejos de impresión 3D:

- El sentido de impresión deberá ser en dirección normal a la cual se aplique la mayor fuerza sobre la pieza, esto para evitar que se rompa (si el tiempo y el material de soporte lo permiten).
- El tiempo de impresión debe ser el menor posible.
- Usar la menor cantidad de material de soporte, para economizar el costo de la pieza(esto también ahorra tiempo).

El nivel de importancia de estos consejos se enlistan de mayor a menor, y que en caso de no cumplirse todos, el usuario considerará que opción elegir.

Creación de un paquete

- A partir del archivo generado anteriormente (**engrane1X.cmb.gz**), en la pestaña **Paquete** seleccionar la pieza en la vista preliminar y dar click en **Copiar**, seleccionar 7 copias y dar click en **Aceptar** (Figura 2.21).

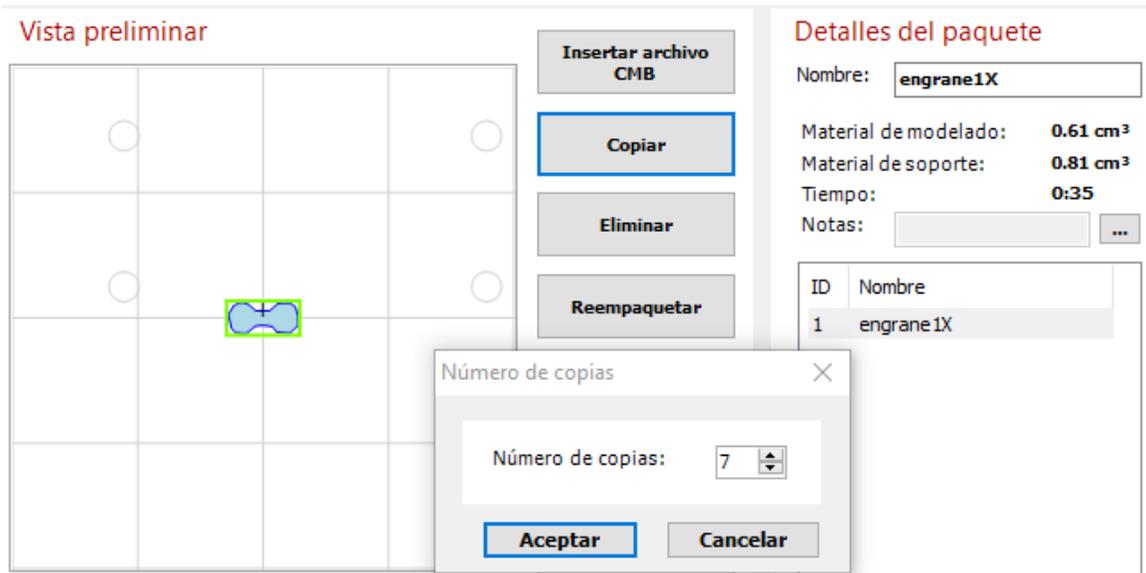


Figura 2.21 Crear 7 copias de la pieza.

- En la misma pestaña seleccionar la opción **Insertar archivo CMB**, seleccionar **engrane1.cmb.gz**, crear 5 copias (Figura 2.22).

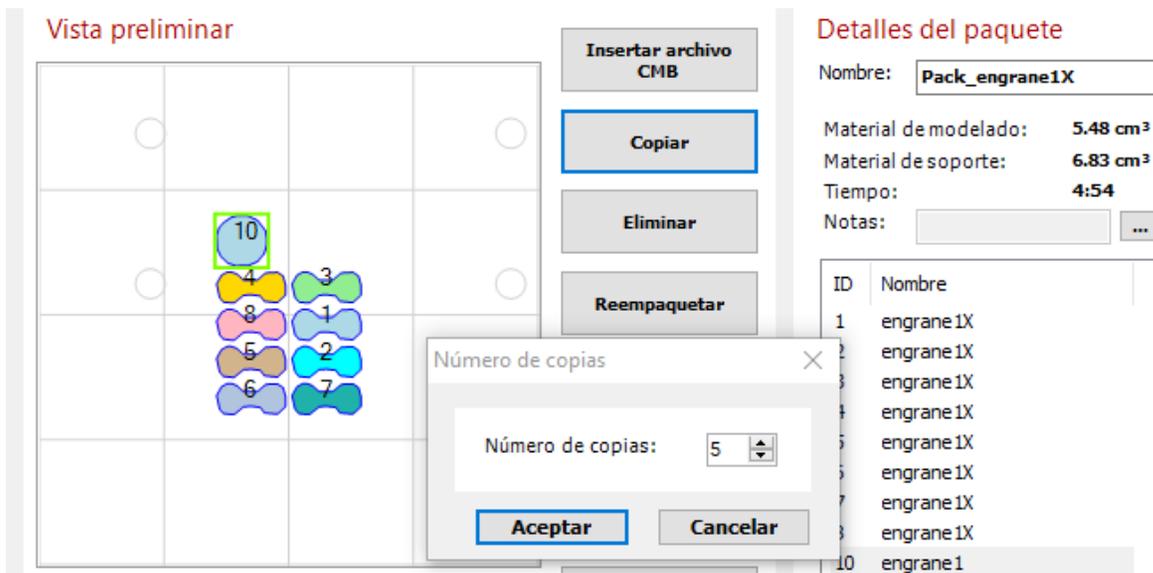


Figura 2.22 Insertar archivo CMB y crear 5 copias.

- Reempaquetar y guardar el paquete como **Pack engraneS.cmb.gz** (Figura 2.23).

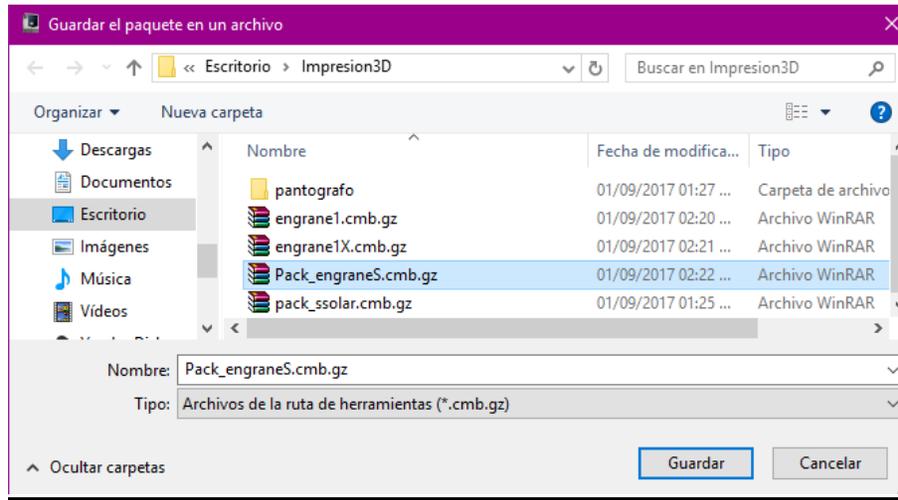


Figura 2.23 Guardar el nuevo paquete como **Pack engraneS.cmb.gz**

Agregando un paquete ya guardado anteriormente

- En la barra de tareas ir a: **Archivo** → **Insertar archivo CMB** (Figura 2.24)

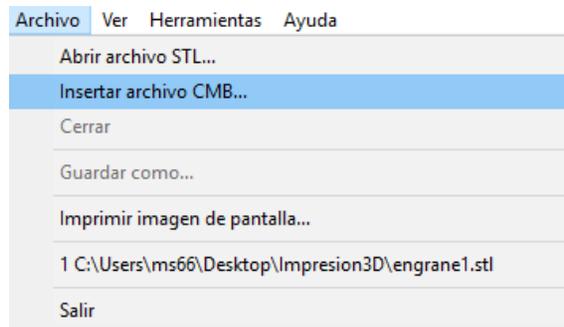


Figura 2.24 Insertar archivo *.cmb

- De la carpeta **Impresion3D** tomar el archivo **pack_ssolar.cmb.gz** (Figura 2.25).

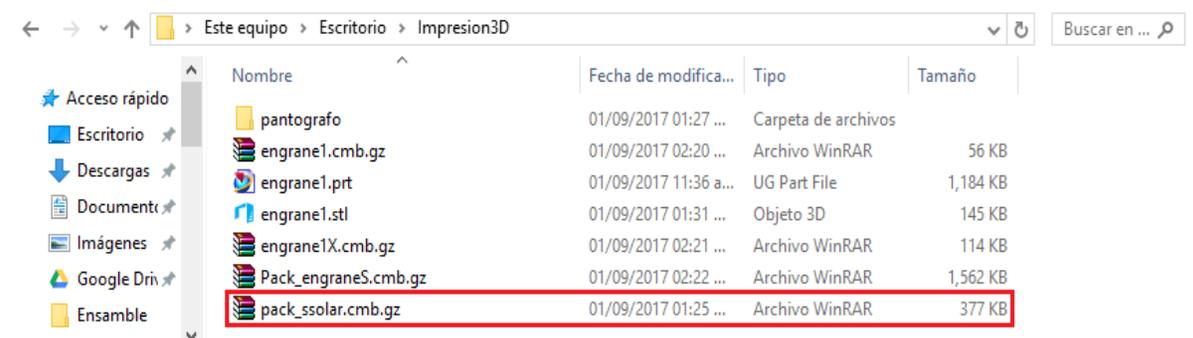


Figura 2.25 Insertar archivo **pack_ssolar.cmb.gz**

- Los detalles del paquete aparecerán en la pestaña de **Paquete** (Figura 2.26).

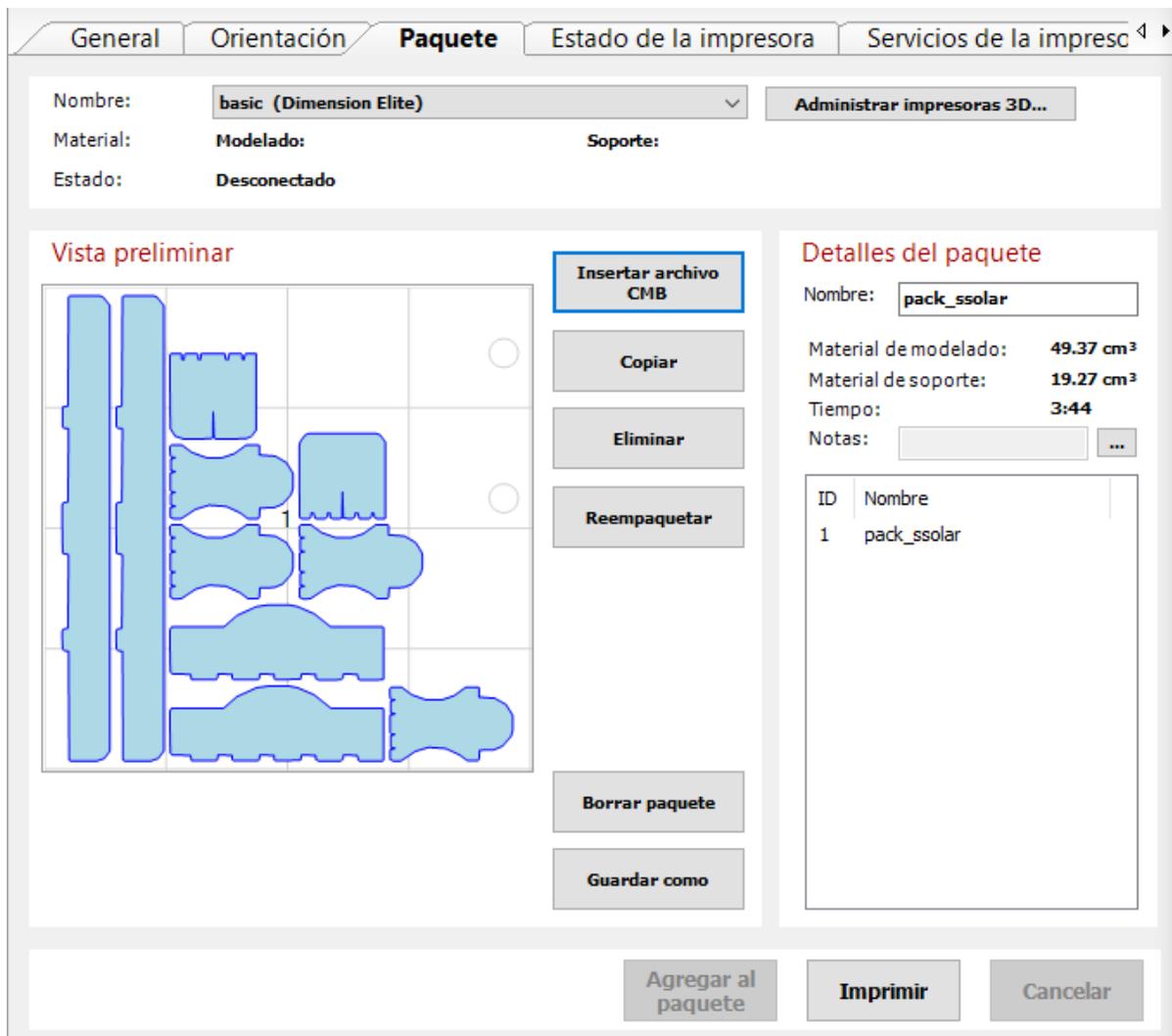


Figura 2.26 Detalles del paquete.

Ejercicio propuesto:

Utilizando las piezas de la carpeta **Pantografo** ubicada en **Impresion3D**, crear un paquete buscando que el tiempo de manufactura y material de sacrificio sean lo menores posible.

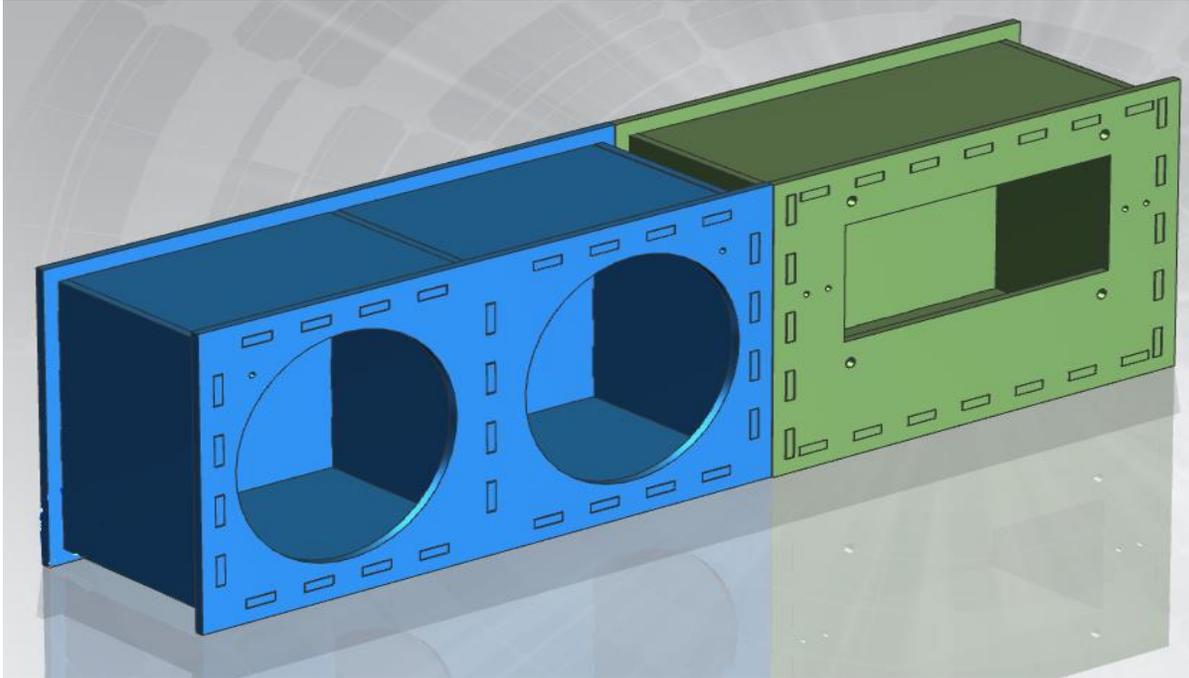
PRÁCTICA 3: CORTE LÁSER(MDF)

Duración: 1 hr 30 min.

Software utilizado: NX10

Módulos utilizados: Modelling, Manufacturing

Descargas: <https://goo.gl/zPspP7>



Introducción

En la actualidad el proceso de corte con láser es una tecnología que no genera viruta y permite elaborar geometrías complejas en las piezas, adquiriendo así una gran popularidad en el sector industrial.

Los equipos de corte láser que son más sencillos de utilizar manejan archivos de la plataforma Autocad, ya que sólo requiere enviar el archivo con los contornos de las formas para que realice el corte. Una buena práctica resulta saber cuanto tiempo podría llevar este corte láser previo a realizar el trabajo, y algunos software de diseño cuentan con módulos de manufactura para realizar esta simulación de maquinado. Adaptando estas herramientas de manufactura a un procedimiento de corte láser se puede pronosticar el tiempo que llevará hacer el trabajo.

Objetivo general

El usuario simulará el corte láser de una tabla de MDF.

Objetivos específicos

- El usuario aprenderá a definir parámetros para el corte de MDF(3mm).
- El usuario estimará el tiempo de uso de una máquina de corte de MDF por medio del módulo Manufacturing de NX10.

- De la carpeta **LaserAlu**, abrir el archivo ***CorteLaser.dwg*** en NX10 (asegurarse que en la opción **Tipo** se seleccione “All Files”). (Figura 3.1)

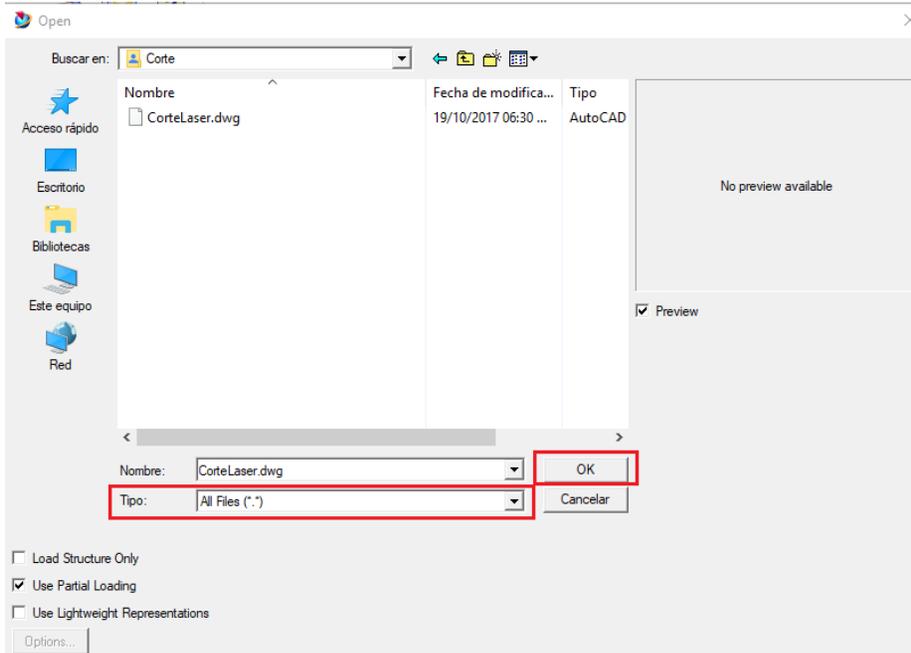


Figura 3.1 Abrir el archivo ***CorteLaser.dwg***

- En la ventana **AutoCAD DXF/DWG Import Wizard** dar click en **Preview** para ver el archivo que se está abriendo (Figura 3.2).
- Dar click en **Finish**.

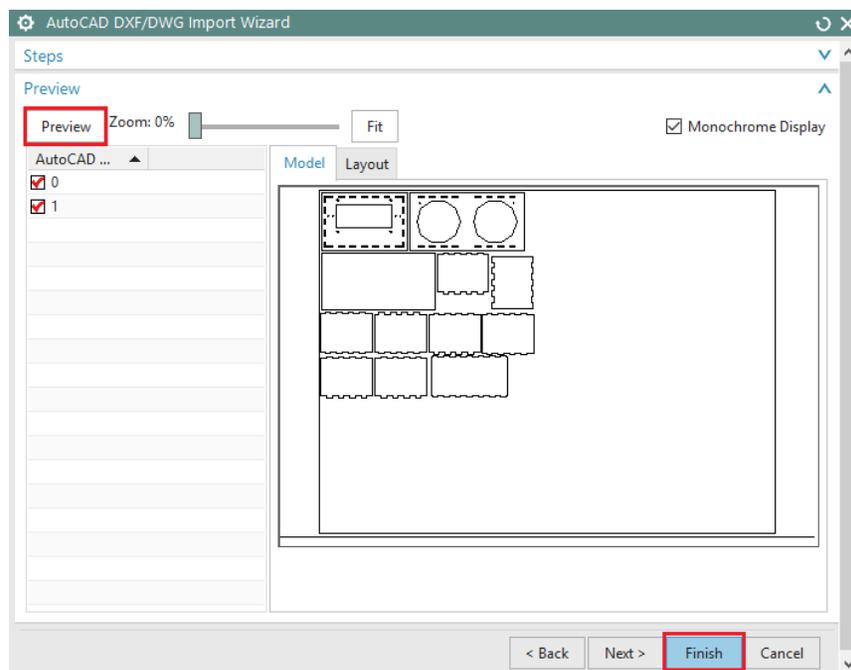


Figura 3.2 Vista previa de archivo.

- Dado que se abrió un archivo que no es nativo de NX10, el software no determina una aplicación específica, por lo que en la **ribbon bar** seleccionar **Modeling** (Figura 3.3).

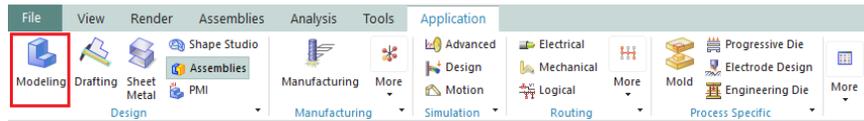


Figura 3.3 Pestaña Application.

Uso de la función Curve Length:

Al ser un archivo importado con extensión **.dwg**, las formas que normalmente se manejan como curvas completas en NX10, muchas veces aparecen como segmentos. Para crear la curva única a partir de todos los segmentos se hará uso de la función **Curve Length**.

- En la **ribbon bar** seleccionar en la sección **Edit Curve**, seleccionar **Curve Length** (Figura 3.4).

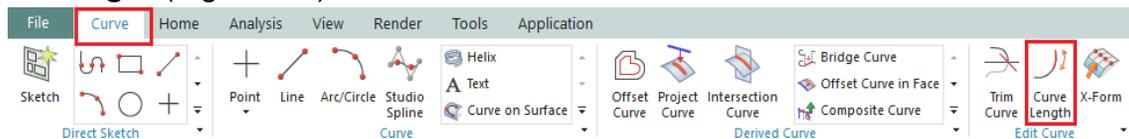


Figura 3.4 Pestaña Curve, función Curve Length.

- Seleccionar todos los segmentos que pertenezcan a la curva a crear, luego de ello dar click en **Apply** (Figura 3.5) y continuar con todas las geometrías (omitir las circunferencias).

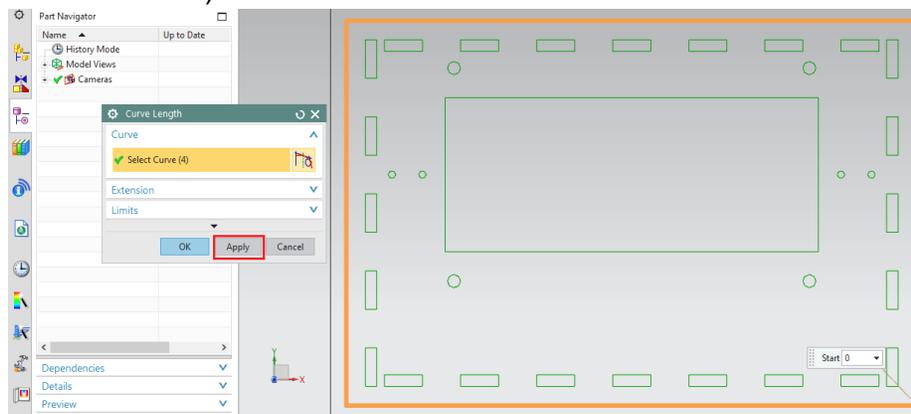


Figura 3.5 Uso de función Curve Length.

Uso de la función Offset Curve:

Una vez generadas todas las geometrías, se requiere crear una curva extra para simular la remoción de material en geometrías externas (aquellas que contienen ranuras para embonar o para insertar algún componente) e internas (las que funcionan como ranuras para embonar o insertar algún componente). Por lo que se hará uso de la función **Offset Curve**.

- En la **ribbon bar** en la sección **Derived Curve**, seleccionar **Offset Curve** (Figura 3.6).



Figura 3.6 Pestaña **Curve**, función **Offset Curve**.

- Seleccionar la geometría que aparece en la imagen dando click en ella (también puede seleccionarse en el **Part Navigator**), como se mencionó, esta es una geometría externa y por tanto la dirección de la curva offset debe ser hacia afuera (la dirección puede ser cambiada en la opción **Reverse Direction** Figura 3.9), utilizar una distancia de 0.2 mm (Figura 3.7) y en la opción **Trim** seleccionar **Fillet** (Figura 3.8).

Al finalizar cada una de las geometrías(interna o externa) dar click en **Apply** y seguido a ello en la flecha de **Reset** para continuar con la siguiente forma.

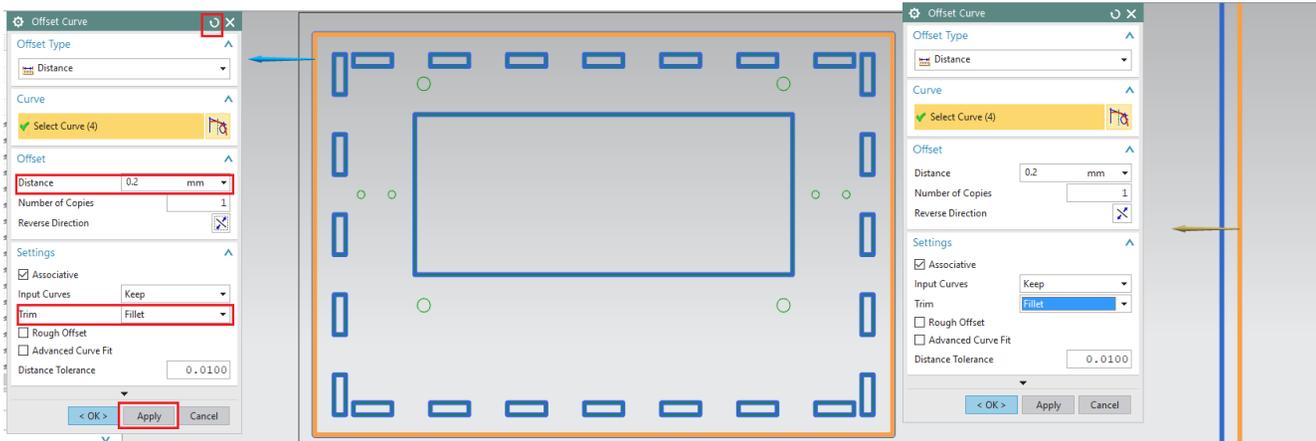


Figura 3.7 Distancia de offset de 0.2mm.

Figura 3.8 Opción de **Trim**

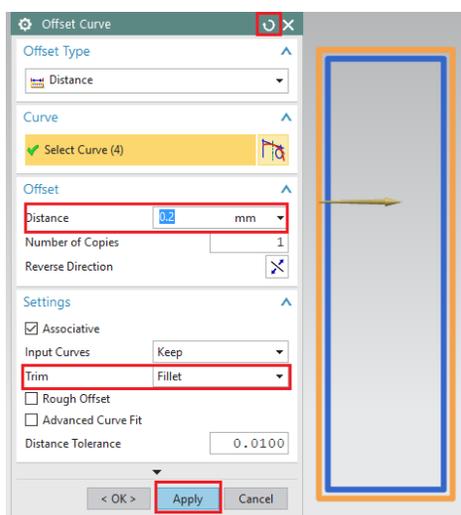


Figura 3.9 Dirección de la curva.

- Seleccionar el marco que contiene todas las geometrías y realizar una extrusión de 3.1 mm en dirección -ZC (Figura 3.10).

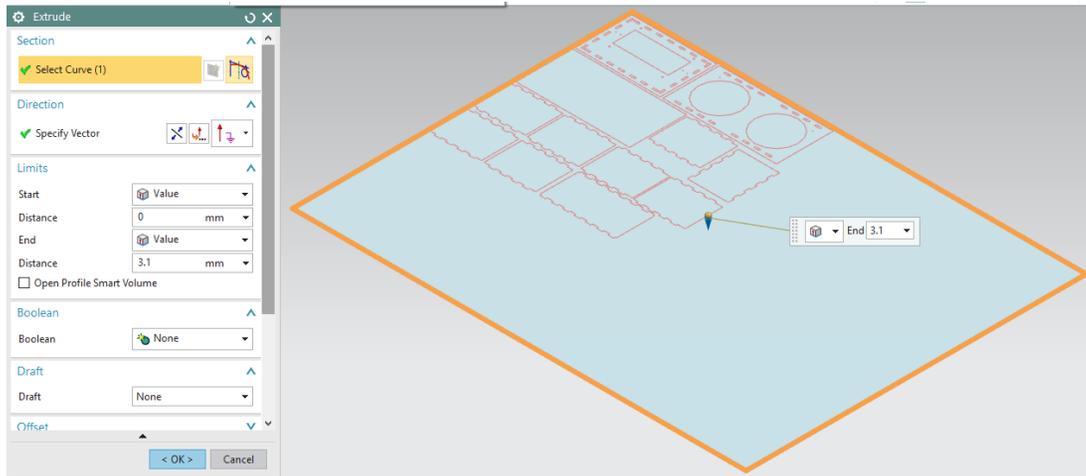


Figura 3.10 Extrusión del marco que contiene las piezas.

- Para cada par de geometrías realizar una extrusión de tipo **Subtract** por 3mm en dirección -ZC (Figura 3.11).

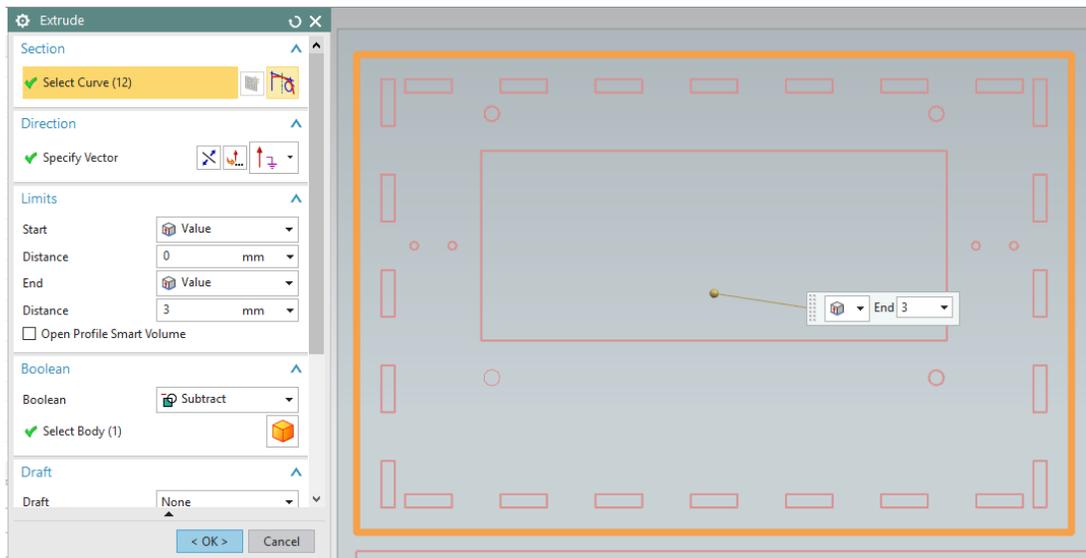


Figura 3.11 Extrusión tipo **Subtract** de 3mm.

- En la **ribbon bar**, en la pestaña de **Application**, seleccionar **Manufacturing** (Figura 3.12).

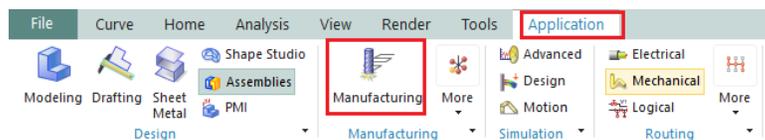


Figura 3.12 Pestaña **Application**, módulo de **Manufacturing**.

- En la ventana **Machining Environment**, seleccionar en *CAM Session Configuration*: **cam_general** y en *CAM Setup to Create*: **mill_planar** (Figura 3.13).
- Dar click en *Ok*.

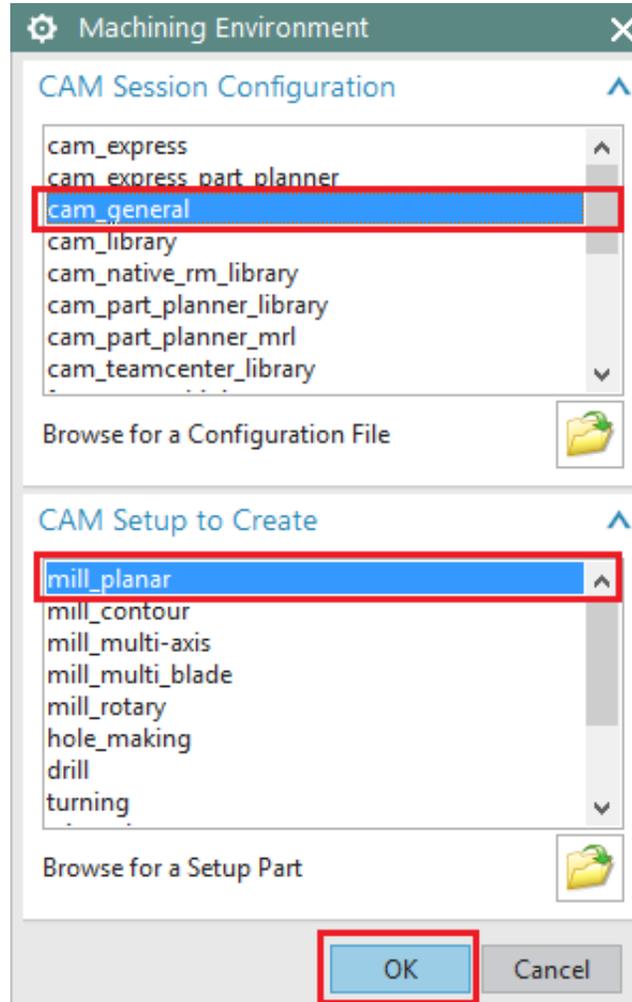


Figura 3.13 Ventana *Machining Enviroment*.

- En la *ribbon bar* seleccionar, en la sección de **Insert**, seleccionar **Create Geometry** (Figura 3.14).



Figura 3.14 Pestaña *Home*, función *Create Geometry*.

- En la ventana de **Create Geometry**, realizar las siguientes modificaciones y/o selecciones (Figura 3.15) :

Type: mill_planar

Location: GEOMETRY

Geometry Subtype: Workpiece

Name: MDF

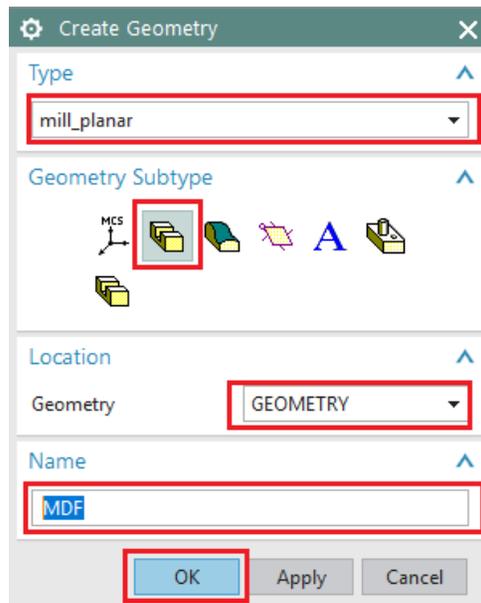


Figura 3.15 Ventana Create Geometry

- Dar click en *Ok*.
- En la pestaña **Workpiece**, realizar los siguientes arreglos (Figura 3.16).
- Dar click en *Ok*.

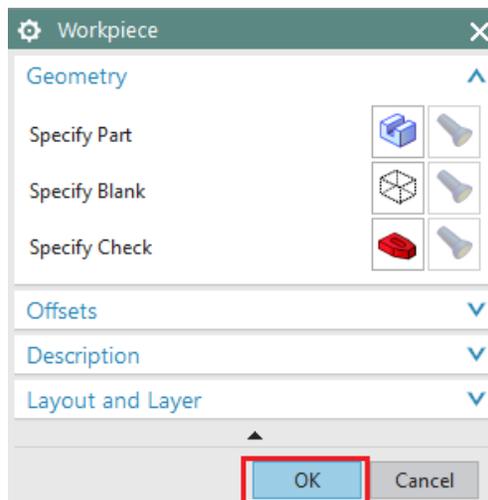


Figura 3.16 Ventana Workpiece

- En **Specify Part** seleccionar el ícono marcado (Figura 3.17):



Figura 3.17 Specify Part

- En la ventana **Part Geometry** seleccionar la pieza que se generó en los primeros pasos, luego de ello dar *click* en *Ok* (Figura 3.18).

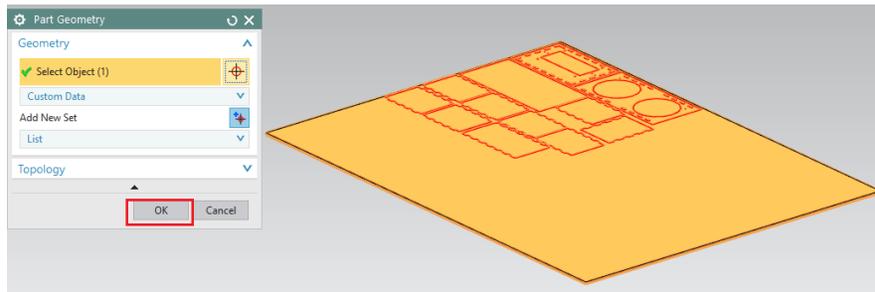


Figura 3.18 Ventana Part Geometry

- Para **Specify Blank** seleccionar el ícono marcado (Figura 3.19):



Figura 3.19 Specify Blank

- En la ventana **Blank Geometry** seleccionar **Bounding Block** en las opciones de **Type**, luego de ello dar *click* en *Ok* (Figura 3.20).

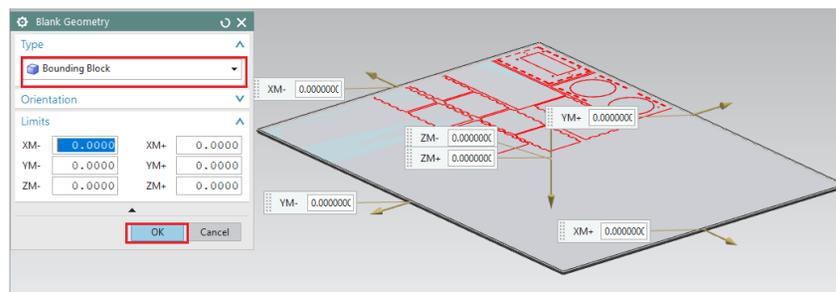


Figura 3.20 Ventana Blank Geometry

- En la **ribbon bar** seleccionar **Create Tool** (Figura 3.21).

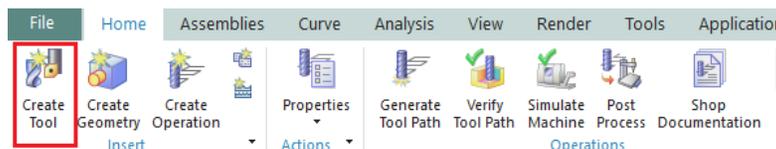


Figura 3.21 Pestaña Home, función Create Tool

- En la ventana **Create Tool**, modificar la opción de **Type** a **mill_planar** y en **Name** a LASER (Figura 3.22).
- Dar click en **Ok**.

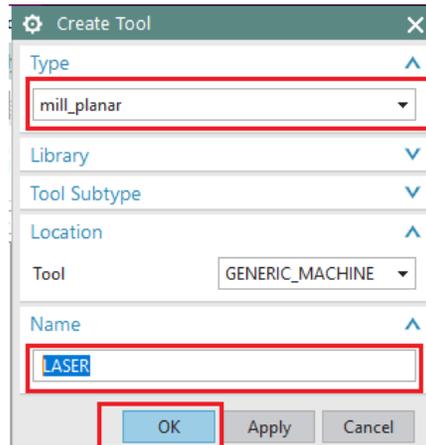


Figura 3.22 Ventana Create Tool

- En la ventana **Milling Tool-5 Parameters**, realizar las siguientes modificaciones: (Figura 3.23)

Diameter: 0.2

Flute Length: 10

Length: 30

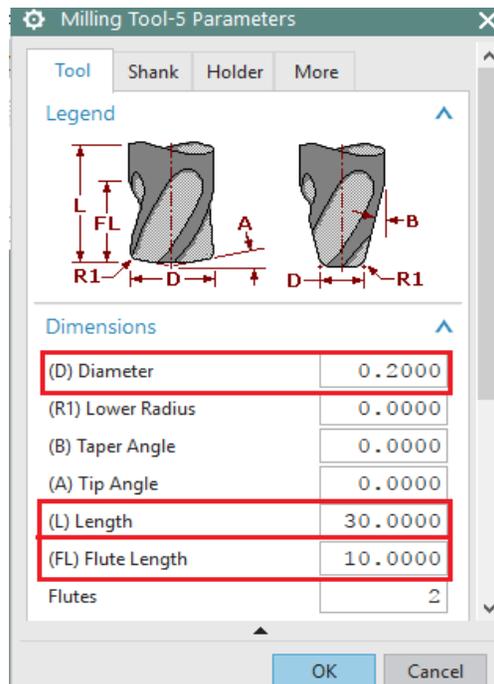


Figura 3.23 Milling Tool Parameters

- Dar click *Ok*.
- En la **ribbon bar** seleccionar **Create Operation** (Figura 3.24).

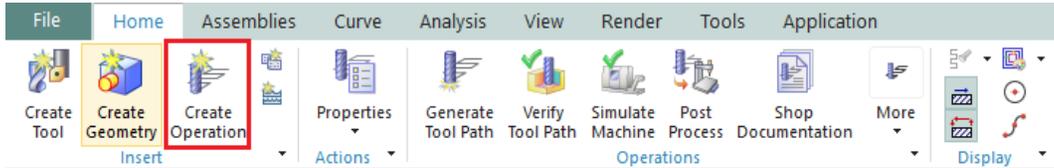


Figura 3.24 Pestaña *Home*, función **Create Operation**.

- En la ventana **Create Operation** realizar los siguientes ajustes (Figura 3.25).
- Dar click en *Ok*.

Type: mill_planar Program: NC_PROGRAM Geometry: MDF Name:INTERIORES_LASER

Operation Subtype: Tool: LASER(Milling Tool-5 Method: METHOD
Floors and walls

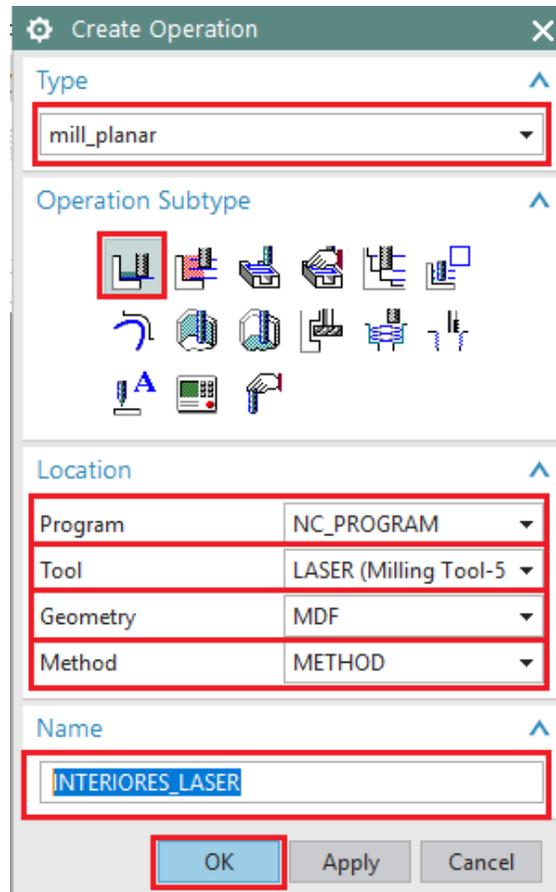


Figura 3.25 Create Operation

- En la barra de propiedades, ubicada a la derecha de la ventana, seleccionar los siguientes parámetros (Figura 3.26) :

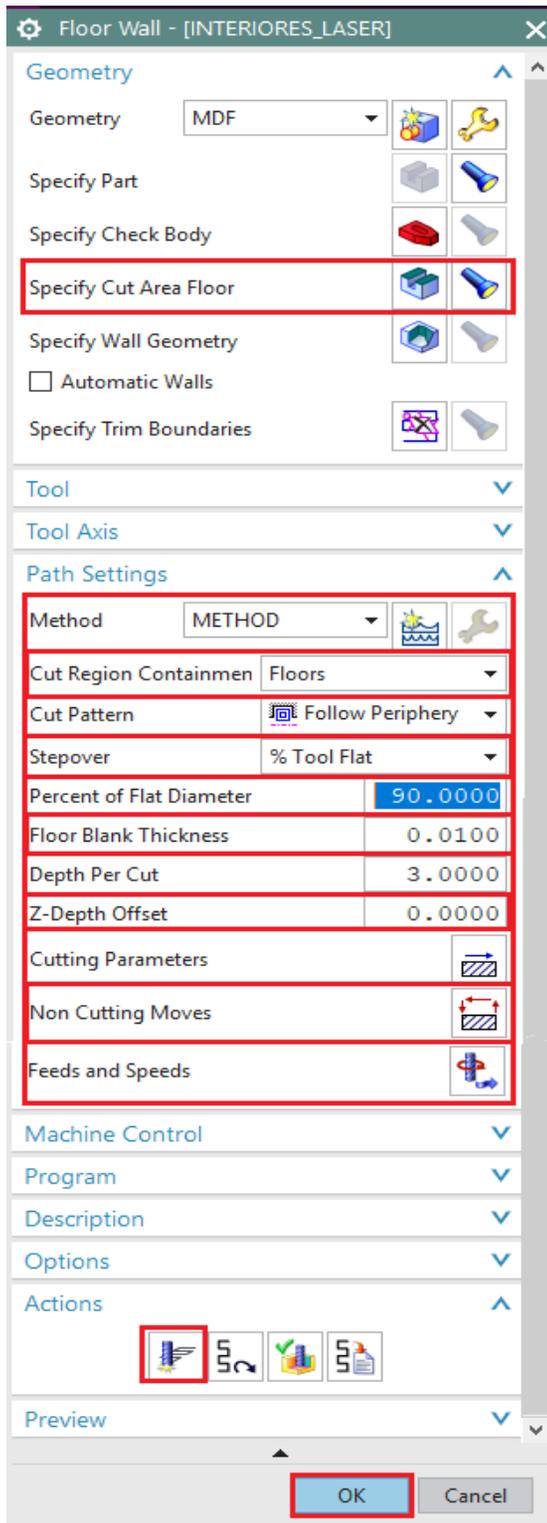


Figura 3.26 Barra de propiedades

- En la opción: **Specify Cut Area Floor** (Figura 3.27), seleccionar las geometrías internas (53 seleccionados) .

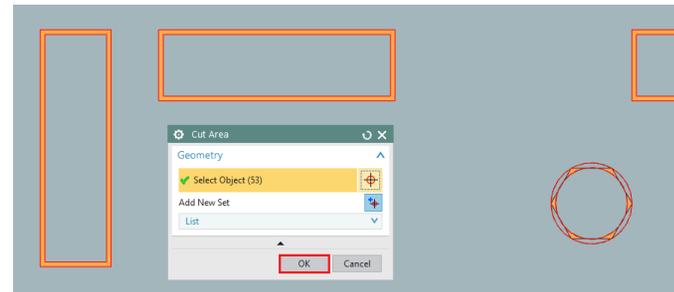


Figura 3.27 Specify Cut Area Floor

- Dar click en *Ok*.

- Realizar los siguientes cambios en estos puntos:

Method: METHOD	Percent of Flat D: 90.00
Cut Region: Floors	Floor Blank:0.0100
Cut Patern: Follow P.	Depth Per Cut: 3.000
Stepover:% Tool Flat	Z-Depth Offset: 0.000

- Seleccionar **Cutting Parameters** (Figura 3.28). Ir a la pestaña **Connections**, en **Cut Order** → **Region Sequencing** → **Follow Start Points**.

- Dar click en *Ok*.

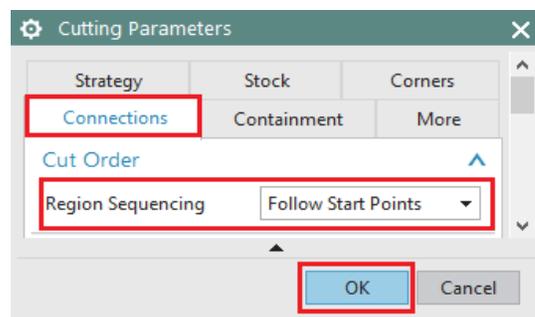


Figura 3.28 Cutting Parameters

- Seleccionar **Non Cutting Moves** aparecerá la siguiente ventana(*Non Cutting Moves*), ir a la pestaña *Transfer/Rapid*, en *Clearance>>Clearance Option>>Automatic Plane* (Figura 3.29), después ir a la pestaña *Engage*, en *Closed Area>>Engage Type>>Plunge* y en *Height>> 0.100 mm* (Figura 3.30), finalmente ir a la pestaña *Start/Drill Points*, en *Region Start Points>> Default Region Start>> Corner* (Figura 3.31). Dar click en *Ok*.

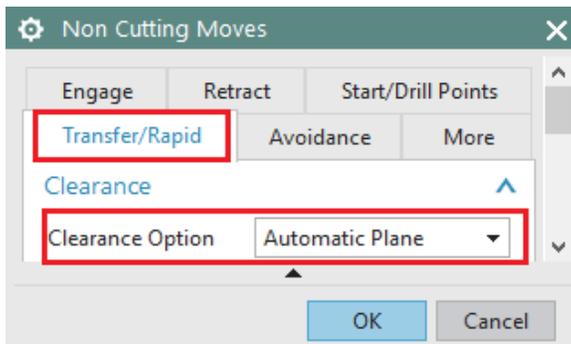


Figura 3.29 Transfer Rapid

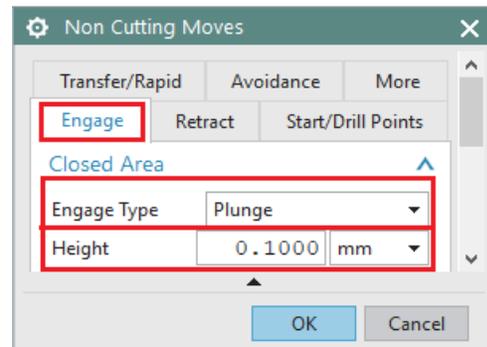


Figura 3.30 Engage

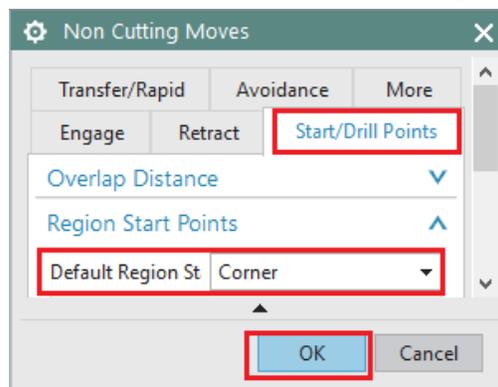


Figura 2.31 Start/Drill Points

- En la opción **Feeds and Speeds**, cambiar el valor de **Cut** a 1200 mmpm, que se encuentra en la opción **Feed Rates**, después de esto dar click en *Ok* (Figura 3.32).

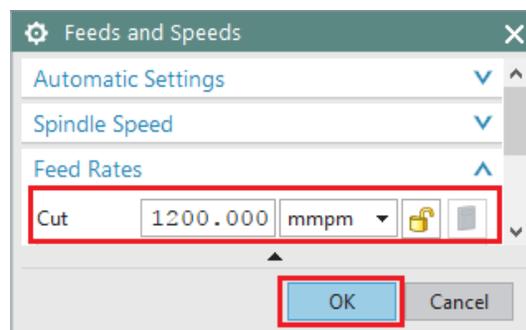


Figura 3.32 Feeds and Speeds

- Finalmente en la única opción activa de **Actions(Generate)**, dar click, aquí se generarán las trayectorias que el cortador(Láser) seguirá para completar la tarea que le fue asignada(podría tardar unos minutos). Al finalizar dar click en *Ok*.
- En la *ribbon bar* seleccionar *Create Operation* (Figura 3.33).

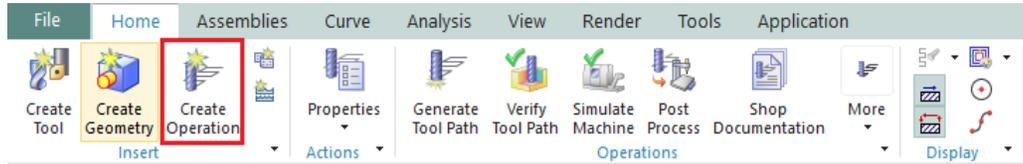


Figura 3.33 Pestaña Home, función Create Operation

- En la ventana que aparece(**Create Operation**) realizar los siguientes ajustes, al terminar dar click en *Ok* (Figura 3.34):

Type: mill_planar Program: NC_PROGRAM Geometry: MDF Name:EXTERIORES_LASER

Operation Subtype: Tool: LASER(Milling Tool-5 Method: METHOD
Floors and walls

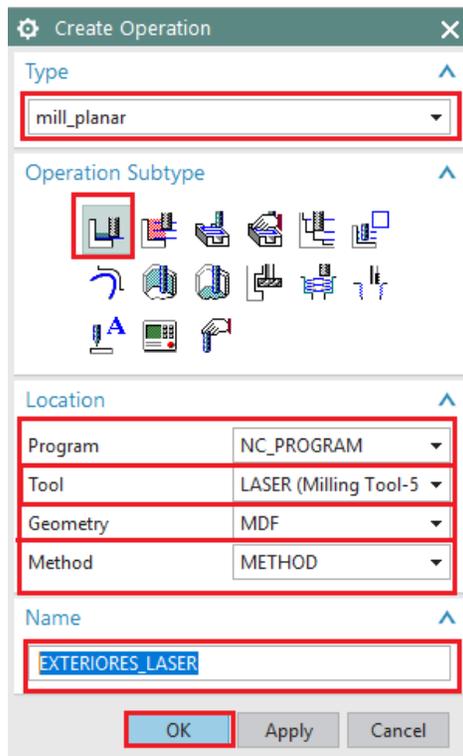


Figura 3.34 Create Operation

- En la barra de propiedades, ubicada a la derecha de la ventana, seleccionar los siguientes parámetros (Figura 3.35) :

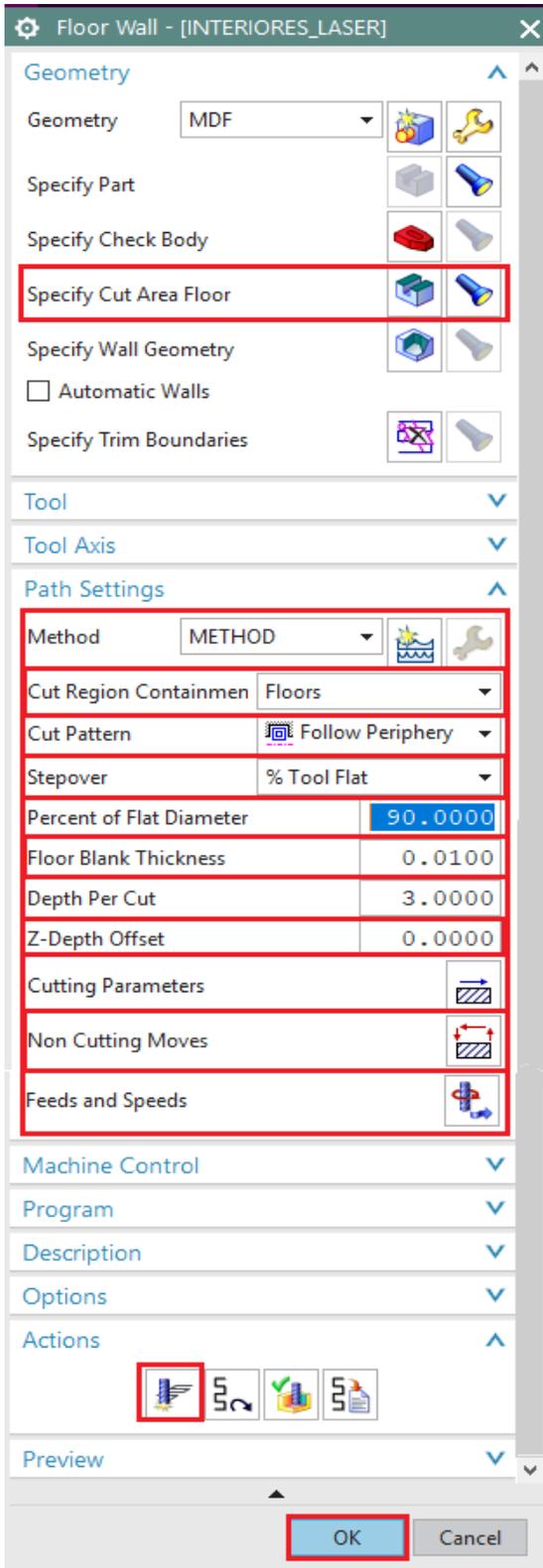


Figura 3.35 Parámetros en barra de propiedades.

En la opción: **Specify Cut Area Floor**, seleccionar las geometrías internas (3 seleccionados), luego dar click en **Ok** (Figura 3.36).

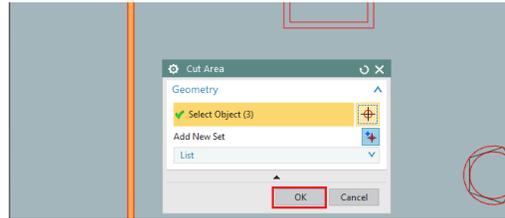


Figura 3.36 Specify Cut Area Floor

- Realizar los siguientes cambios en estos puntos:

- Method: METHOD Percent of Flat D: 90.00
- Cut Region: Floors Floor Blank: 0.0100
- Cut Pattern: Follow P. Depth Per Cut: 3.000
- Stepover:% Tool Flat Z-Depth Offset: 0.000

- Al seleccionar **Cutting Parameters** aparecerá la siguiente ventana(**Cutting Parameters**), ir a la pestaña **Connections**, en **Cut Order>>Region Sequencing>>Follow Start Points** (Figura 3.37), después ir a **Corners>>Path Shape in Corners>>Convex Corners>> Roll Around** (Figura 3.38), luego dar click en **Ok**.

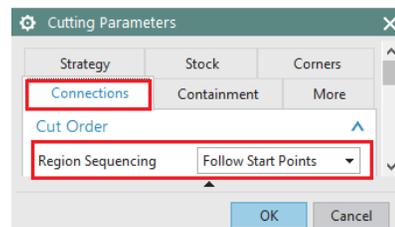


Figura 3.37 Connections

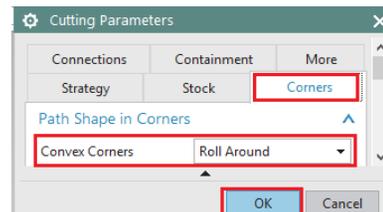


Figura 3.38 Corners

- Al seleccionar **Non Cutting Moves** aparecerá la siguiente ventana(**Non Cutting Moves**), ir a la pestaña **Transfer/Rapid**, en **Clearance>>Clearance Option>>Automatic Plane** y **Safe clearance Distance>>0.100** (Figura 3.39). Dar click en **Ok**.

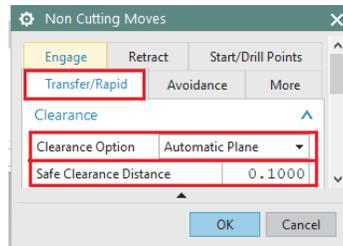


Figura 3.39 Transfer/Rapid

- En la opción **Feeds and Speeds**, cambiar el valor de **Cut** a 1200 mmpm, que se encuentra en la opción **Feed Rates**, después de esto dar click en **Ok** (Figura 3.40).

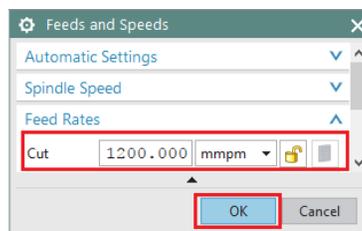


Figura 3.40 Feed Rates

- Finalmente en la única opción activa de **Actions(Generate)**, dar click, aquí se generarán las trayectorias que el cortador(Láser) seguirá para completar la tarea que le fue asignada(podría tardar unos minutos). Al finalizar dar click en **Ok**.
- En **Operation Navigator** seleccionar las dos operaciones que se han creado(usar tecla CTRL y dar click en la operación), después ir a la **ribbon bar** seleccionar **Generate Tool Path** (Figura 3.41).

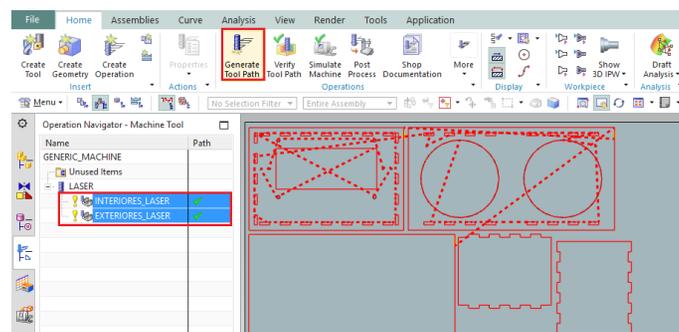


Figura 3.41 Pestaña Home, función Generate Tool Path

- Una vez generadas las trayectorias de la herramienta aparecerá **Path Generation** (Figura 3.42), en donde sólo se seleccionarán las últimas dos opciones, Seguido a ello aparecerá Generate Tool Path (Figura 3.43) y solo hay que dar click en **Accept Paths**.

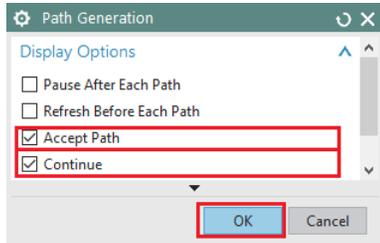


Figura 3.42 Path Generation

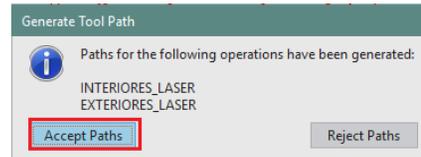


Figura 3.43 Generate Tool Path

- En la *ribbon bar* seleccionar **Simulate Machine** (Figura 3.44).

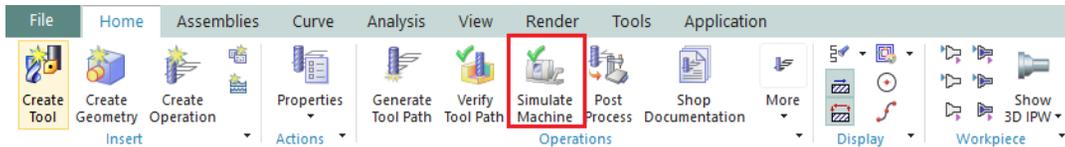


Figura 3.44 Pestaña Home, Función Simulate Machine

- En la pestaña **Simulation Control Panel** (Figura 3.45):

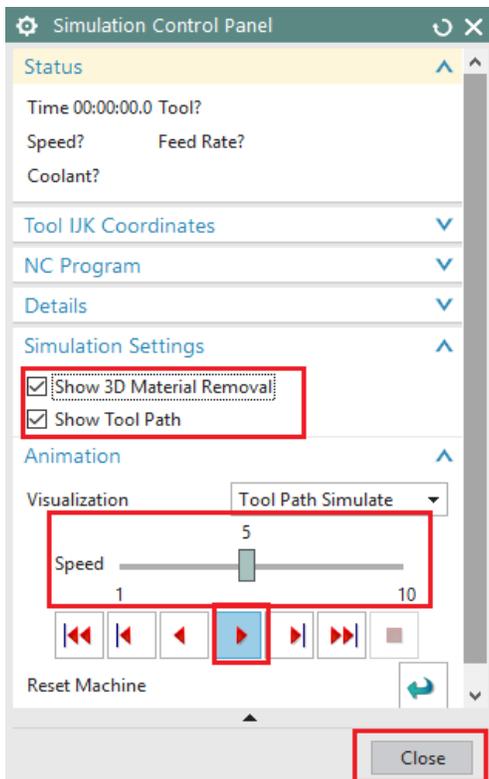


Figura 3.45 Simulation Settings/ Animation

En el apartado de **Simulación Settings** se activan las opciones de: **Show 3D Material Remove** y **Show Tool Path**, para apreciar la remoción de material y la herramienta en función.

En **Animation**, el valor recomendado de **Speed** para esta simulación es de 3-7, luego de ello presionar la opción de **Play**.

- Luego de que la simulación termina, se puede apreciar el tiempo de trabajo estimado, posteriormente dar click en **Close** (Figura 3.46).

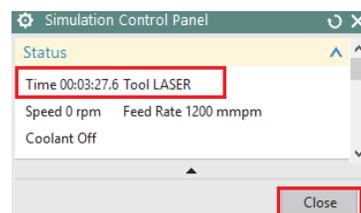


Figura 3.46 Status

Ejercicio propuesto:

Para las geometrías restantes, generar la simulación de corte láser con la misma herramienta, realizar las 3 operaciones en una sola simulación.

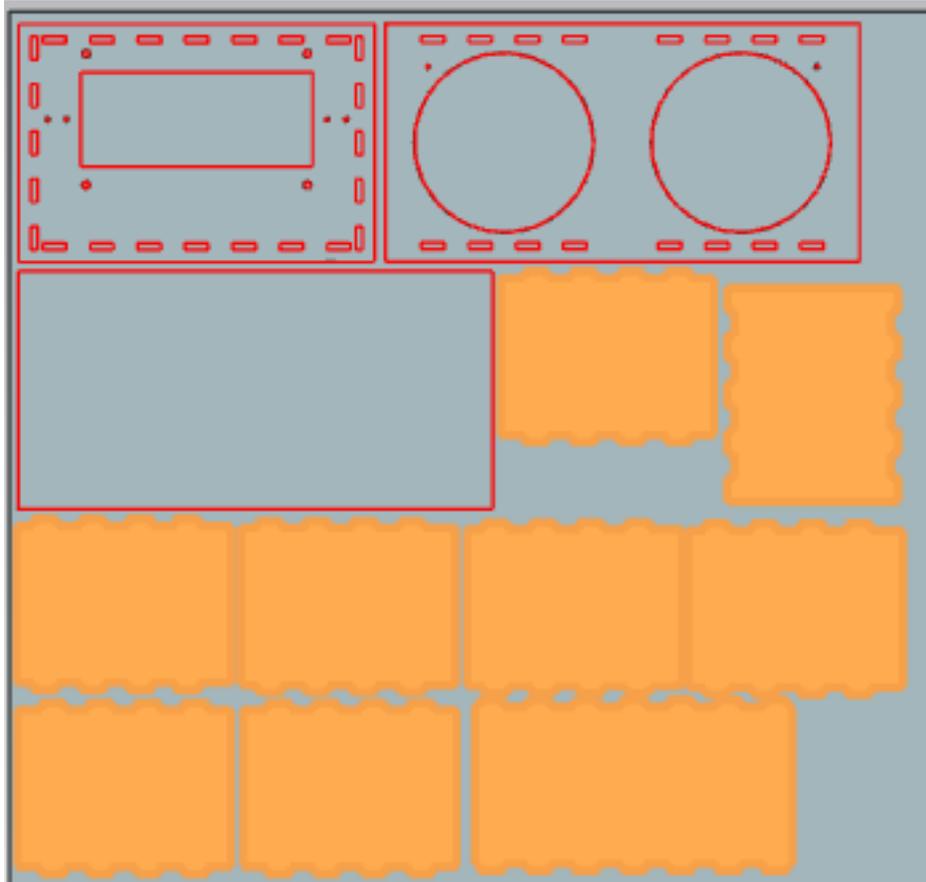


Figura 3.47 Ejercicio propuesto.

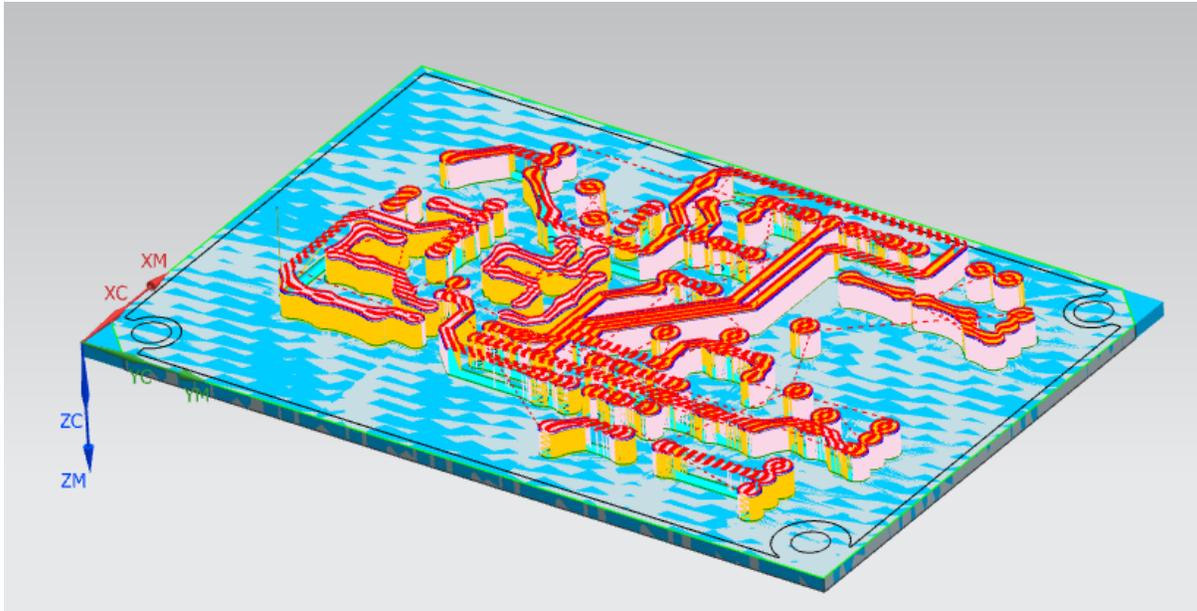
PRÁCTICA 4: GRABADO LÁSER DE PCB

Duración: 1 hr 50 min.

Software utilizado: NX10

Módulos utilizados: Modelling, Manufacturing

Descargas: <https://goo.gl/zPspP7>



Introducción

A partir del boom de corte láser diversas inquietudes surgieron por parte de los usuarios sobre estas máquinas, una de ellas era si las máquinas tenían la capacidad de no perforar totalmente los materiales, si no solo dejar una marca sobre el mismo. De ello nació el grabado láser, que como su nombre lo dice, sirve para crear formas a partir de la evaporación o quema de material.

Una de las mayores aplicaciones en ingeniería es el grabado de tarjetas PCB utilizadas para los circuitos eléctricos, si bien existe el método tradicional muchas personas están interesadas en migrar a esta tecnología nueva. De igual manera que con el corte láser, la posibilidad de estimar el tiempo de grabado es posible con las herramientas de manufactura que los software de diseño tienen en su mayoría con el extra de que el usuario habrá de importar su diseño de PCB desde su software especializado en diseño de diagramas y placas de circuito impreso.

¿Cómo obtener un archivo tipo ***.dxf** o ***.dqw** para simular el grabado láser?

Comúnmente los programas de diseño de PCB (ISIS Proteus, Quadcept, BayArea Circuits, Eagle, entre otros) cuentan con la opción de exportar a estas extensiones para su distinta manipulación o edición fuera del programa nativo.

Si no se cuenta con algún software de diseño de PCB, se cuenta también con la opción de hacer el diseño en AUTOCAD, y guardar dicha tarea con las extensiones antes mencionadas.

Objetivo general

El usuario simulará el grabado de un circuito en PCB.

Objetivos específicos

- El usuario aprenderá a definir parámetros para el grabado de PCBs.
- El usuario estimará el tiempo de uso de una máquina de grabado de PCBs por medio del módulo Manufacturing de NX10.

- De la carpeta **PracticaLaser**, abrir el archivo **LaserPCB.dxf** en NX10 y asegurarse que en la opción *Tipo* se seleccione “All Files” (Figura 4.1)

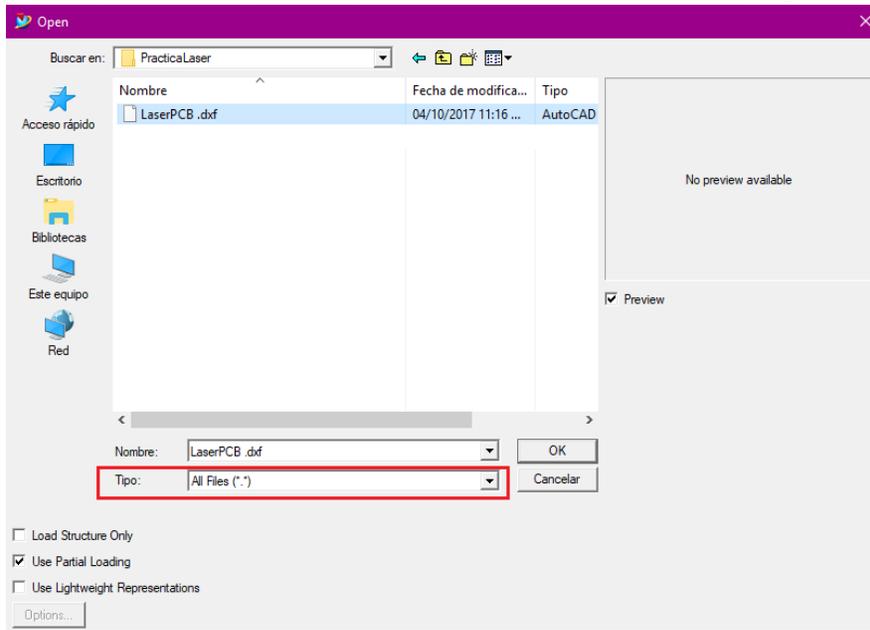


Figura 4.1 Abrir Archivo

- En la ventana **AutoCAD DXF/DWG Import Wizard**, dar click en **Preview** para ver el archivo que se está abriendo, luego, dar click en **Finish** (Figura 4.2).

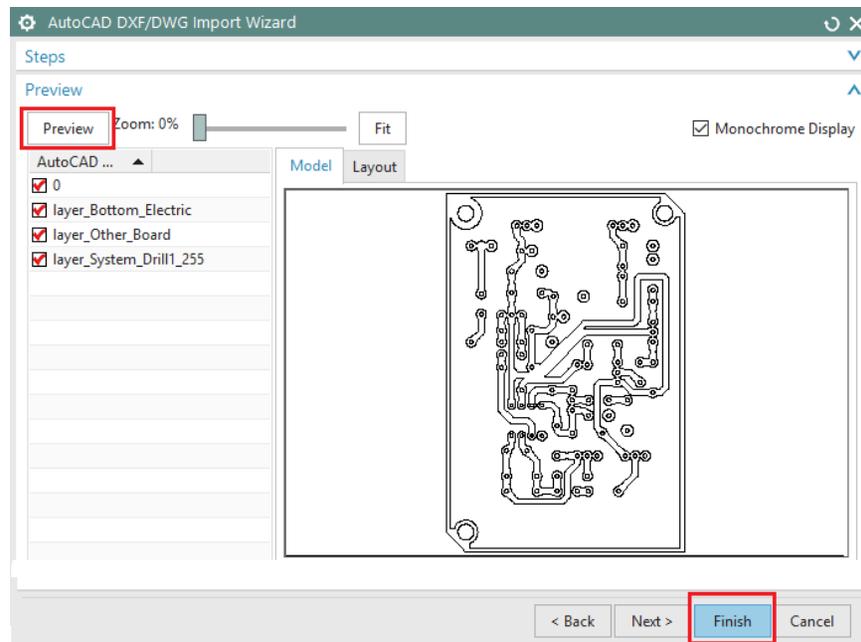


Figura 4.2 AutoCAD DXF/DWG Import Wizard

- Dado que se abrió un archivo que no es nativo de NX10, el software no determina una aplicación específica, por lo que en la **ribbon bar** seleccionar **Modeling** (Figura 4.3).

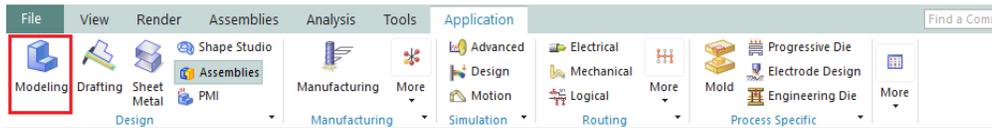


Figura 4.3 Pestaña Home, Función Modelling

- Seleccionar el **spline** que se ve en la imagen y realizar un **Extrude** de 1.61 mm en dirección ZC (Figura 4.4).

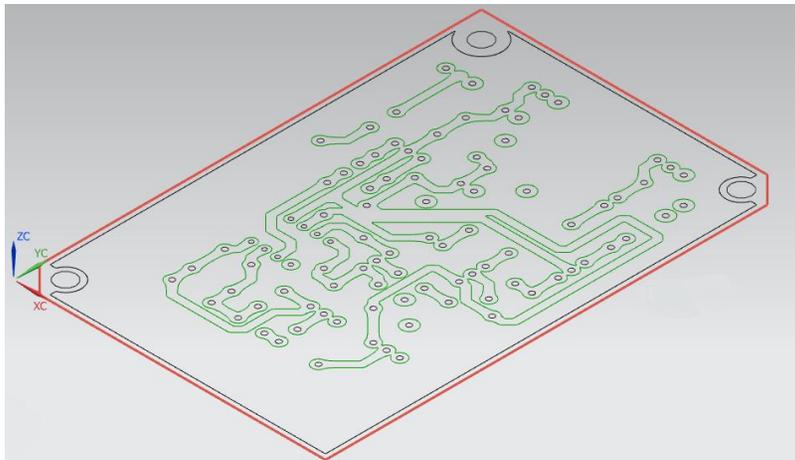


Figura 4.4 Seleccionar Spline

- Girar la forma para que sean visibles las geometrías que están en la parte de abajo, y después, seleccionar cada una de ellas para realizar nuevamente un **Extrude (Subtract)** de 0.25 mm(ancho de la capa del polímero) dirección -ZC (Figura 4.5).

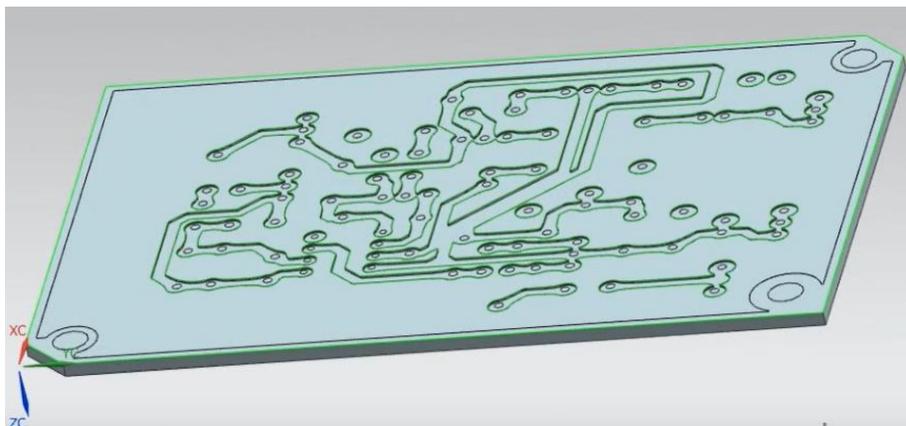


Figura 4.5 Extrude

- En la **ribbon bar** seleccionar ingresar a las opciones de **Application** y seleccionar **Manufacturing** (Figura 4.6).



Figura 4.6 Pestaña Applications, Función Manufacturing

- En la pestaña **Machining Environment** seleccionar en **CAM Session Configuration: cam_general** y en **CAM Setup to Create: mill_planar**, luego de ellos dar click en **Ok** (Figura 4.7).

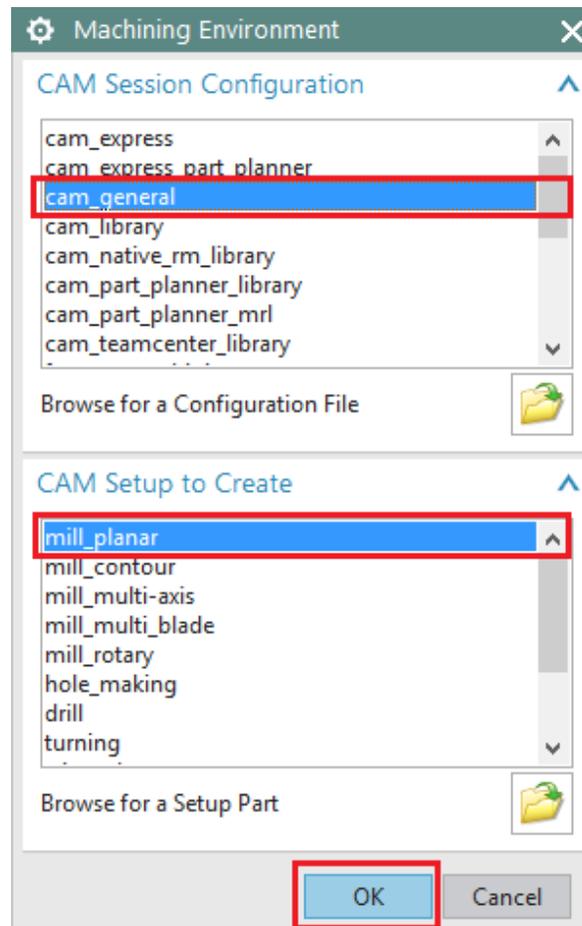


Figura 4.7 Machining Environment

- En la **ribbon bar** seleccionar **Create Geometry** (Figura 4.8).



Figura 4.8 Pestaña Home, Función Create Geometry

- En la ventana **Create Geometry** realizar las siguientes modificaciones y/o selecciones (Figura 4.9):

Type: mill_planar

Location: WORKPIECE

Geometry Subtype: Workpiece

Name: PCB

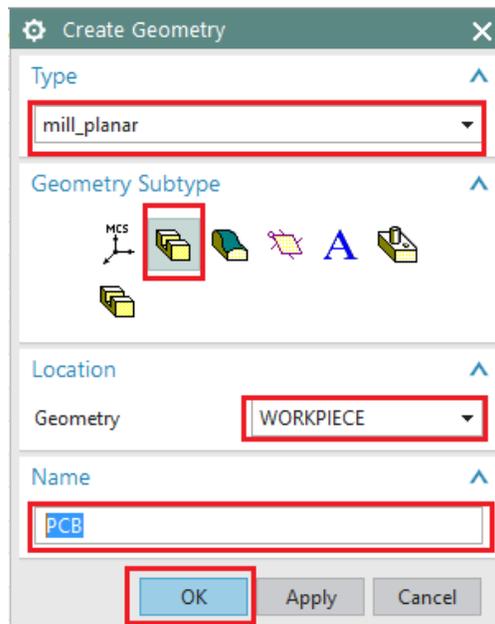


Figura 4.9 Create Geometry

Después de realizar estos cambios dar click en *Ok*.

- En la pestaña **Workpiece**, realizar los siguientes arreglos, al terminar dar click en *Ok* (Figura 4.10):

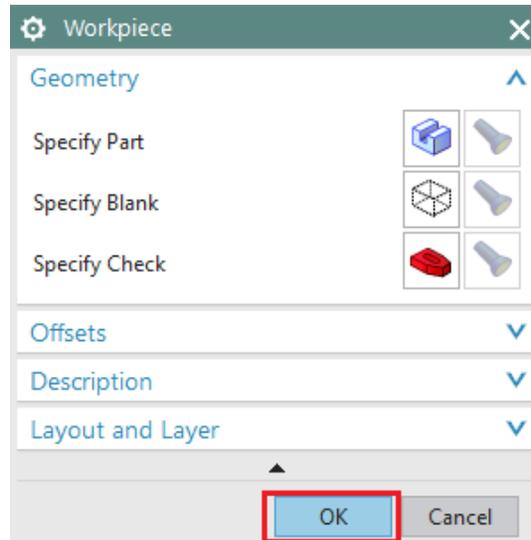


Figura 4.10 Workpiece

- Para **Specify Part** seleccionar el ícono marcado (Figura 4.11):



Figura 4.11 Specify Part

- En la ventana **Part Geometry** seleccionar la pieza que se generó en los primeros pasos, luego de ello dar click en **Ok** (Figura 4.12).

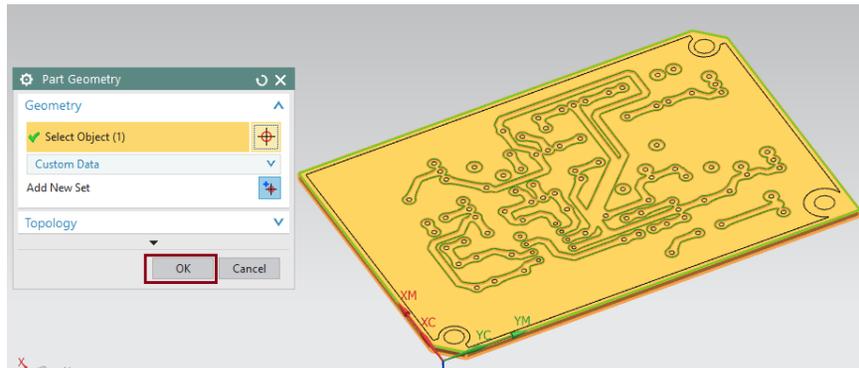


Figura 4.12 Part Geometry

- Para **Specify Blank** seleccionar el ícono marcado (Figura 4.13):



Figura 4.13 Specify Blank

En la ventana **Blank Geometry** seleccionar **Bounding Block** en las opciones de **Type**, luego de ello dar click en **Ok** (Figura 4.14).

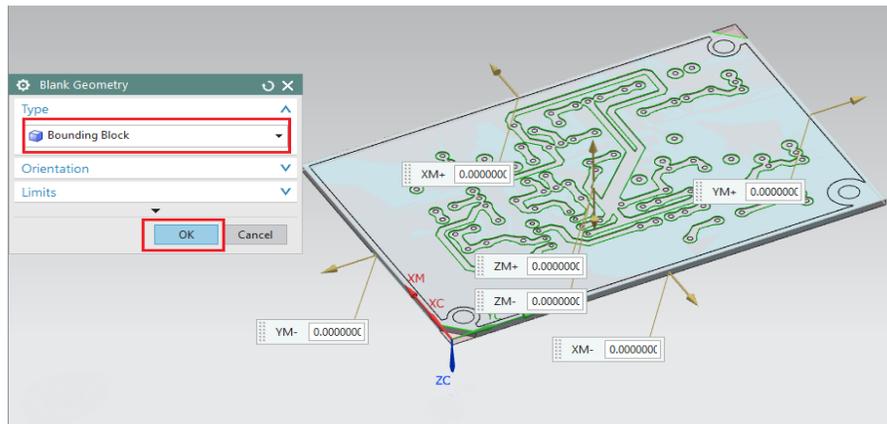


Figura 4.14 Blank Geometry

- En la **ribbon bar** seleccionar **Create Tool** (Figura 4.15).



Figura 4.15 Pestaña Home, Función Create Tool

- En la ventana **Create Tool**, modificar la opción de **Type** a **mill_planar** y en **Name** a LASER, dar click en **Ok** (Figura 4.16).

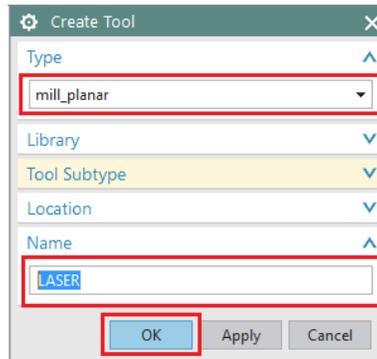


Figura 4.16 Create Tool

- A continuación, en la ventana **Milling Tool-5 Parameters**, realizar las siguientes modificaciones (Figura 4.17):

Diameter: 0.1

Flute Length: 10

Length: 30

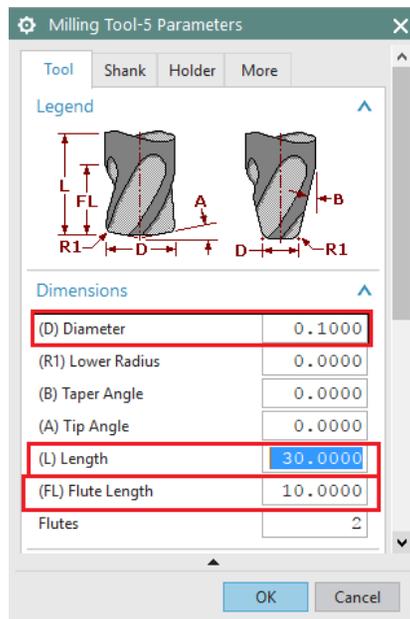


Figura 4.17 Milling Tool-5 Parameters

- Al finalizar dar click *Ok*.
- En la **ribbon bar** seleccionar **Create Operation** (Figura 4.18).



Figura 4.18 Pestaña Home, Función Create Operation

- En la ventana **Create Operation** realizar los siguientes ajustes, al terminar dar click en *Ok* (Figura 4.19):

Type: mill_planar Program: NC_PROGRAM Geometry: PCB Name:PCB_LASER

Operation Subtype: Tool: LASER(Milling Tool-5) Method: METHOD
Floors and walls

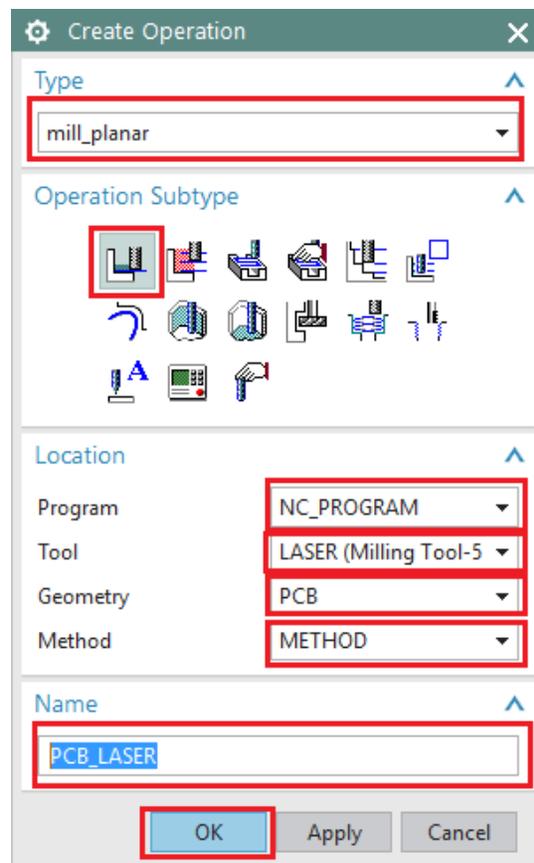


Figura 4.19 Create Operation

- En la barra de propiedades, ubicada a la derecha de la ventana, seleccionar los siguientes parámetros:

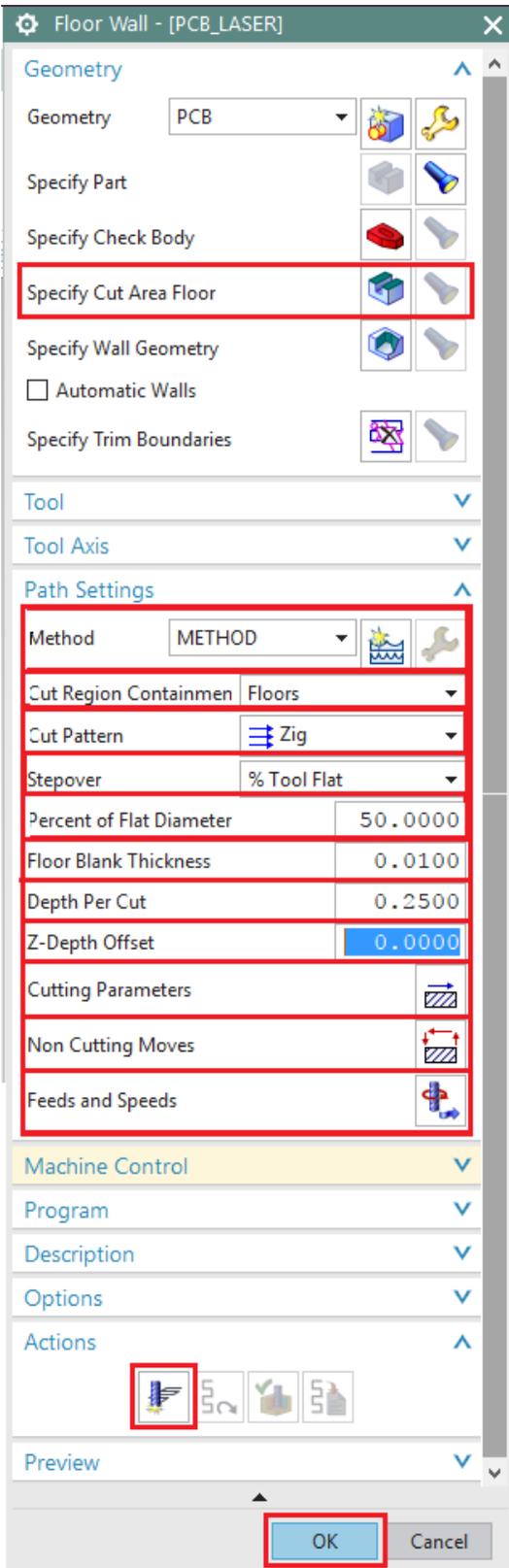


Figura 4.22 PCB_LASER

- En la opción: **Specify Cut Area Floor**, seleccionar el piso de la extrusión de 0.25 mm(18 seleccionados), luego dar click en *Ok* (Figura 4.20).

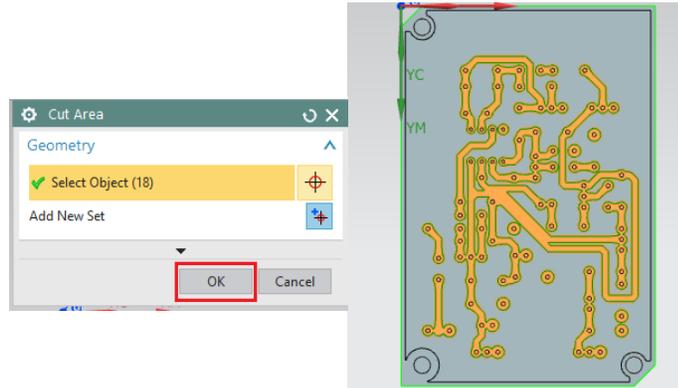


Figura 4.20 Specify Cut Area Floor

Method: METHOD	Percent of Flat D: 50.00
Cut Region: Floors	Floor Blank: 0.0100
Cut Pattern: Zig	Depth Per Cut: 0.2500
Stepover: % Tool Flat	Z-Depth Offset: 0.000

- Realizar los siguientes cambios en estos puntos:

- Al seleccionar **Non Cutting Moves** aparecerá la siguiente ventana(**Non Cutting Moves**), ir a la pestaña **Transfer/Rapid**, en **Clearance>>Clearance Options>>Automatic Plane**, luego dar click en *Ok* (Figura 4.21).

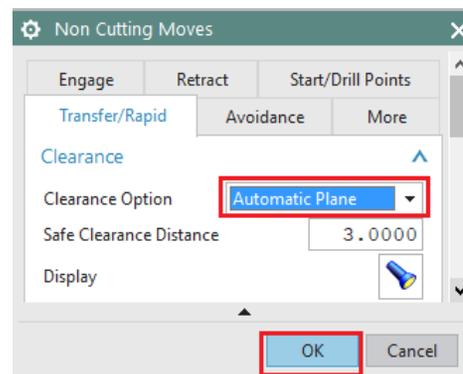


Figura 4.21 Non Cutting Moves

- En la opción **Feeds and Speeds**, cambiar el valor de **Cut** a 16800 mmpm, que se encuentra en la opción **Feed Rates**, después de esto dar click en **Ok** (Figura 4.23).

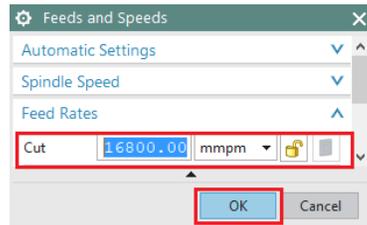


Figura 4.23 Feeds and Speeds

- Finalmente en la única opción activa de **Actions(Generate)**, dar click, aquí se generarán las trayectorias que el cortador(Láser) seguirá para completar la tarea que le fue asignada(podría tardar unos minutos). Al finalizar dar click en **Ok**.
- En la **ribbon bar** seleccionar **Simulate Machine** (Figura 4.24).

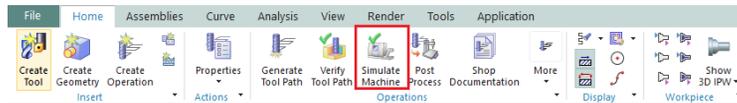


Figura 4.24 Pestaña Home, Función Simulate Machine

- En la pestaña **Simulation Control Panel**

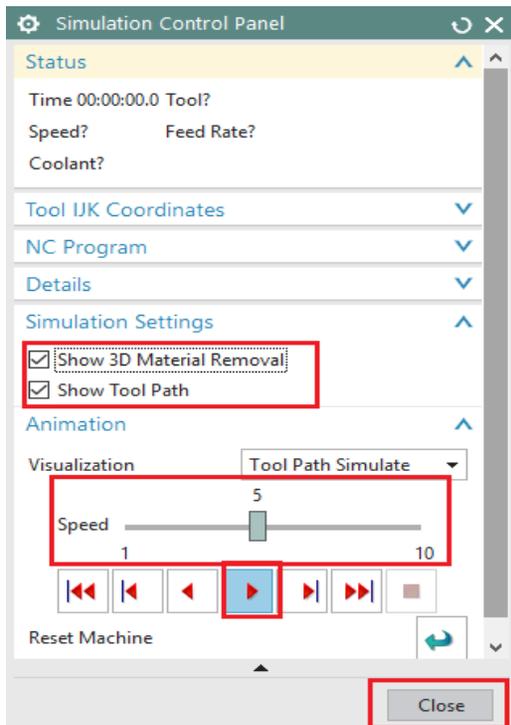


Figura 4.25 Simulation Control Panel

(Figura 4.25):

En el apartado de **Simulation Settings** se activan las opciones de: **Show 3D Material Remove** y **Show Tool Path**, para apreciar la remoción de material y la herramienta en función.

En **Animation**, el valor recomendado de **Speed** para esta simulación es de 3-7, luego de ello presionar la opción de **Play**.

- Luego de que la simulación termina, se puede apreciar el tiempo de trabajo estimado, luego de apreciar este dato dar click en **Close**.

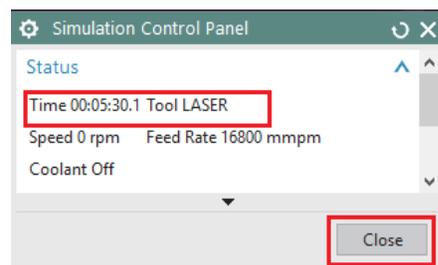


Figura 4.26 Simulation Control Panel

Ejercicio propuesto:

Realizar los barrenos correspondientes al montaje de cada componente electrónico, realizar la simulación de grabado y corte en una exhibición.

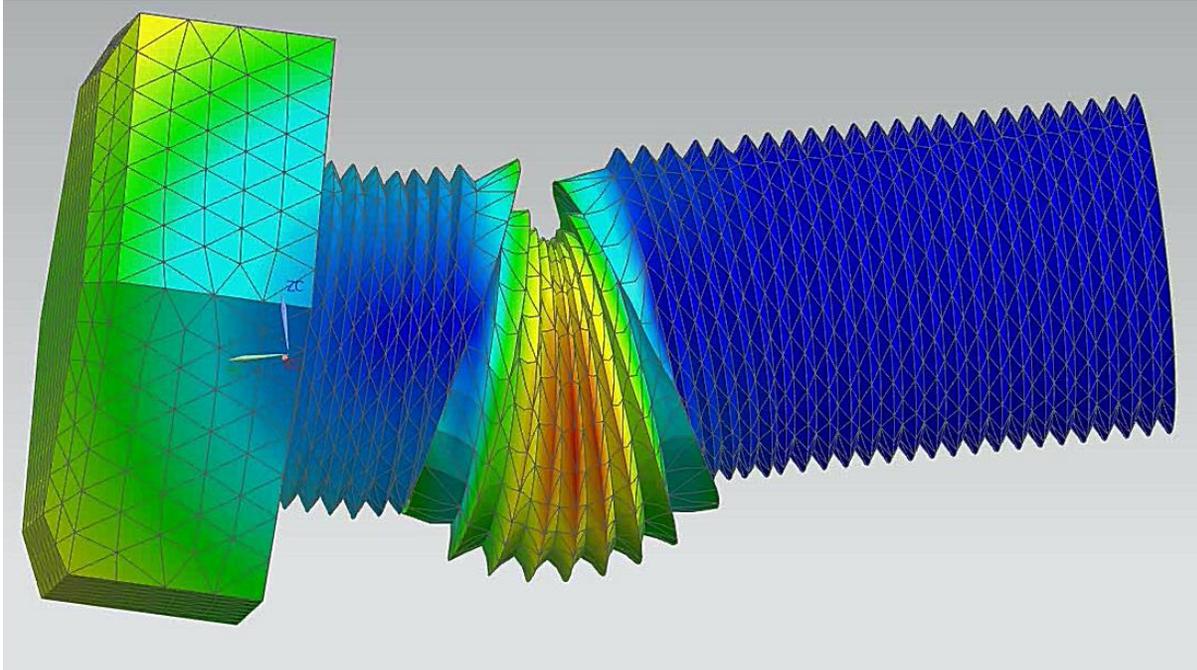
PRÁCTICA 5: ANÁLISIS POR FEM

Duración: 1 hr 30 min.

Software utilizado: NX10

Módulos utilizados: Modelling, Simulation

Descargas: <https://goo.gl/hDcmt9>



Introducción

En el ámbito de la ingeniería, este análisis se utiliza para determinar esfuerzos y desplazamientos en piezas o sistemas mecánicos, desde un tornillo, hasta una turbina aeroespacial. Para esta área, los sistemas CAE son los que evalúan estos componentes mediante el preprocesamiento (definir el elemento y su interacción con el ambiente), la solución del análisis (el solucionar el problema del modelo por elementos finitos) y el postprocesamiento (visualizar los resultados en el software).

Se dará la oportunidad a realizar un análisis de forma sencilla a un tornillo para observar su comportamiento, puesto que los tornillos forman parte de la vida diaria del mundo de la ingeniería. Se aprenderá a dividir el tornillo en secciones, para poder establecer las diferentes condiciones de carga y de restricción.

Objetivo general

El usuario aprenderá a realizar un análisis por elemento finito a una pieza de ingeniería.

Objetivos específicos

- El usuario aplicará el concepto de carga.
- El usuario aplicará el concepto de restricción.

Se tiene el siguiente problema a resolver:

Los tornillos(M12x30, AISI 310) de las guías de un elevador están siendo sometidos a pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

En el banco de pruebas se coloca el tornillo(incluyendo la tuerca) como se aprecia en la imagen (Figura 5.1), se aplica una fuerza de 1600N (a cortante) como límite máximo, realizar análisis por elementos finitos para apreciar los resultados.

- Abrir el software NX 10
- En la **ribbon bar**, dar click en Open (Figura 5.2) y buscar la pieza **Tornillo M12x30.prt**. (Figura 5.3)

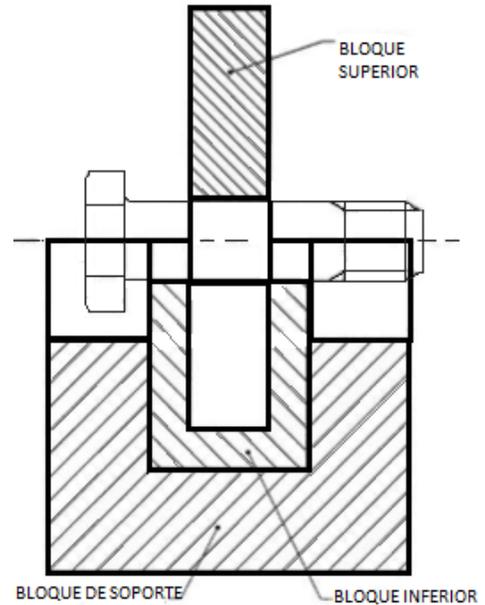


Figura 5.1 Banco de pruebas

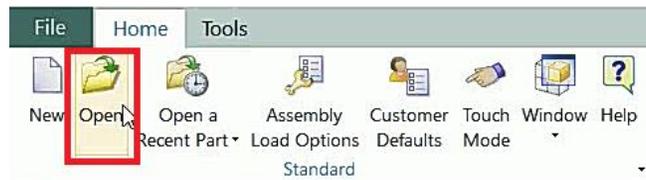


Figura 5.2 Pestaña Home, Abrir archivo.

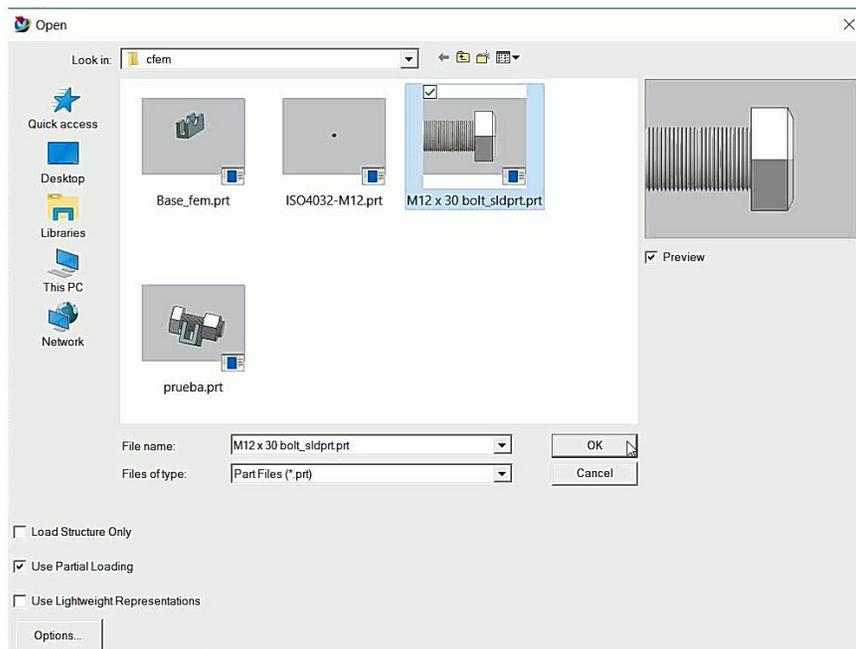


Figura 5.3 Abrir pieza Tornillo M12x30.prt.

- Dar click en *Ok*.
- En la **ribbon bar**, seleccionar la pestaña de **Application** y en la sección de **Design** dar click en **Modeling** (Figura 5.4).

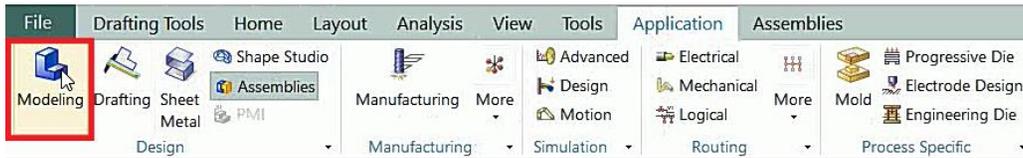


Figura 5.4 Pestaña **Application**, función **Modeling**

- En el menú superior, en la sección de **Feature**, dar click en **Datum Plane** (Figura 5.5).

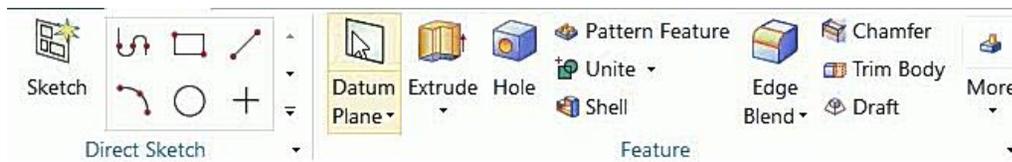


Figura 5.5 Menú, sección **Feature**.

- En la ventana de propiedades del plano, elegimos tipo **At Angle**, con un valor de 30° y seleccionamos la casilla de **Offset**, en el cual colocaremos una distancia de -11 mm (Figura 5.6).

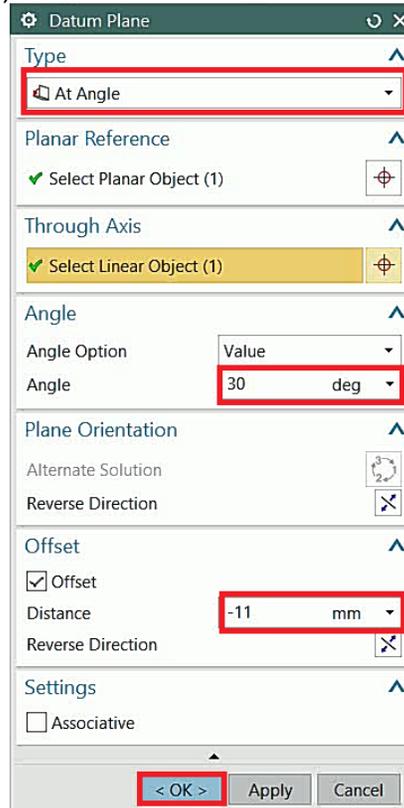


Figura 5.6 Ventana **Datum Plane**

- En la sección de **Planar reference**, se selecciona la cara superior de la cabeza del tornillo (Figura 5.7); mientras que en **Through Axis**, se selecciona la arista inferior de dicha cara (Figura 5.8).

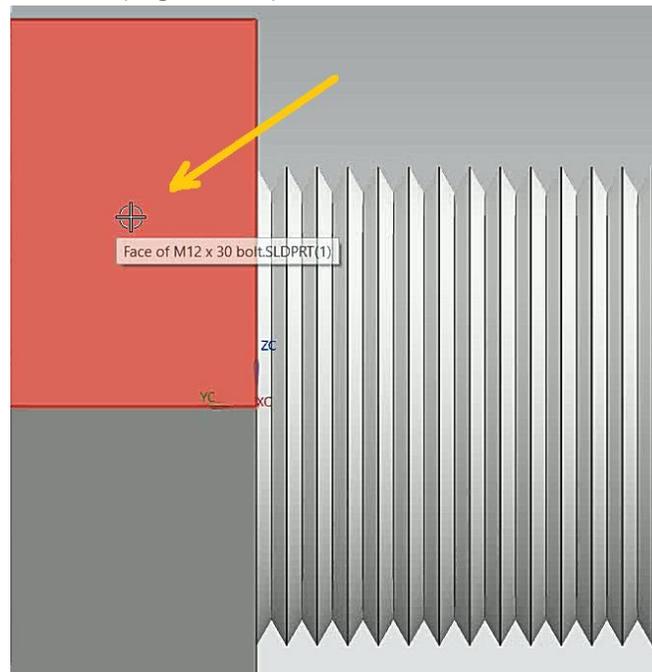


Figura 5.7 Cara superior de tornillo.

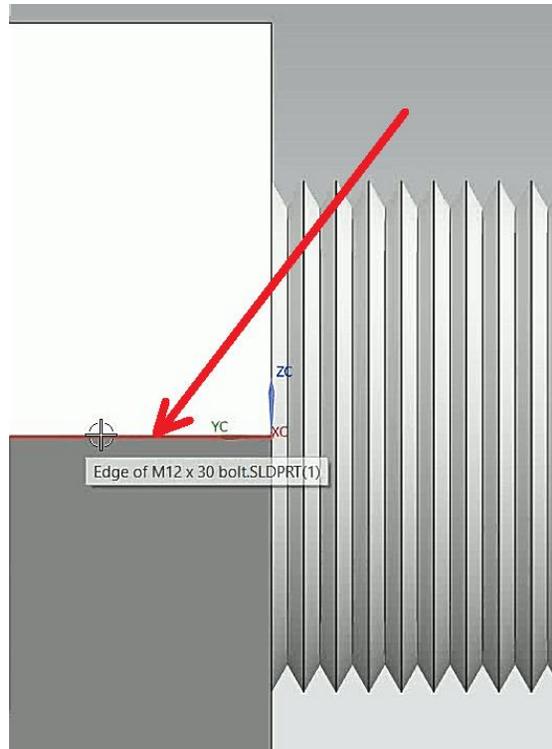


Figura 5.8 Arista inferior de la cara.

- Dar click en *Ok*.
- En el plano trazado, se trazarán líneas de referencia indicando las dimensiones que encontramos en el plano siguiente (Figura 5.9):

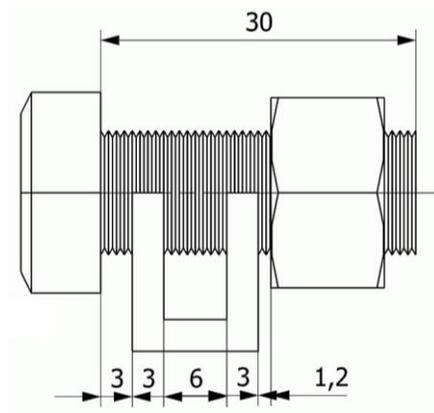


Figura 5.9 Dimensiones banco de pruebas.

- Para ello, en la *ribbon bar*, en la sección de **Direct Sketch**, elegimos la opción de **Line** (Figura 5.10).



Figura 5.10 Sección *Direct Sketch*, opción *Line*.

- En el submenú que aparece, damos click en **Define Sketch Plane** (Figura 5.11) y luego seleccionamos el **Datum Plane** creado anteriormente (Figura 5.12).

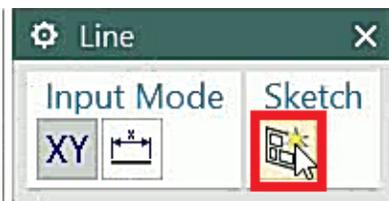


Figura 5.11 *Define Sketch Plane*

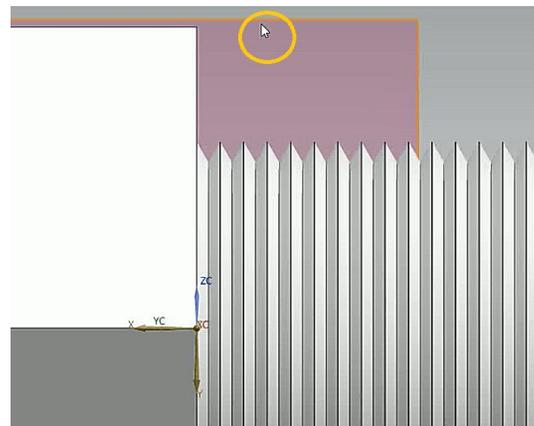


Figura 5.12 *Datum Plane* a seleccionar

- Dar click en **Ok**.

- El punto de inicio de la primera línea se hace en el punto (0,0) (Figura 5.13). Las líneas deben contar con las siguientes características:

	Longitud	Ángulo
1	3	180
2	3	180
3	6	180
4	3	180
5	1.2	180

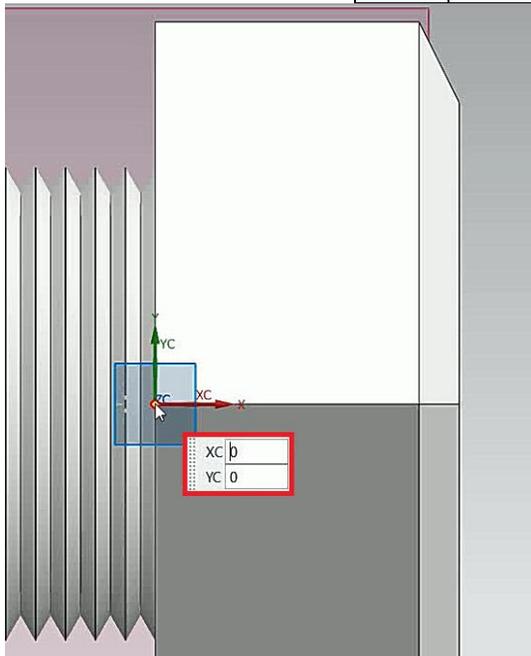


Figura 5.13 Origen de línea.

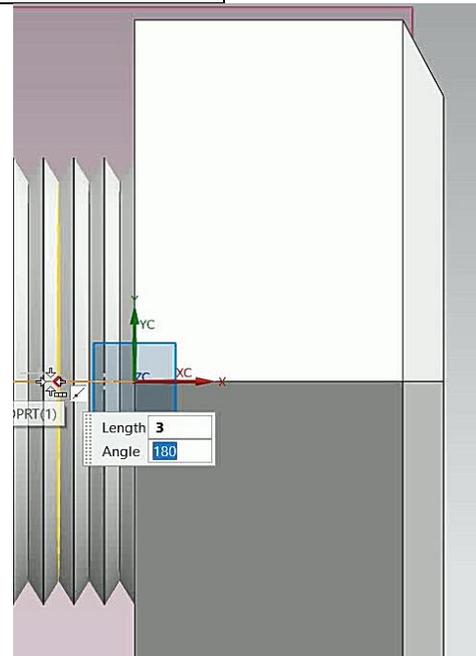


Figura 5.14 Trazo de primera línea.

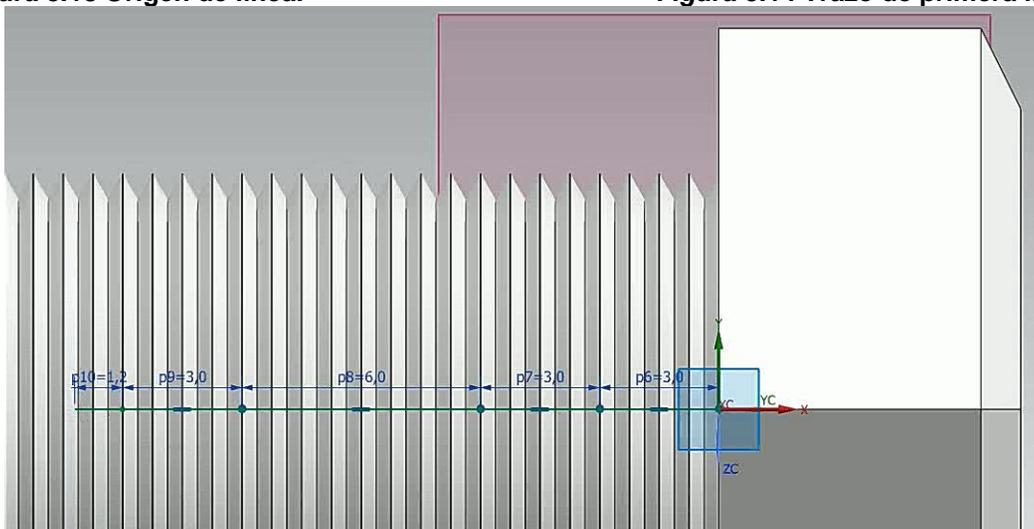


Figura 5.15 Líneas requeridas.

- Dar click en **Finish Sketch**.
- En el **Part Navigator**, esconder la pieza (Figura 5.16).

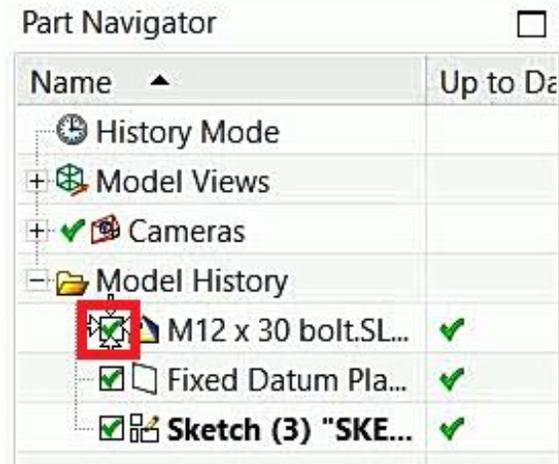


Figura 5.16 Esconder pieza.

- En la **ribbon bar**, seleccionar la pestaña de **Curve** y en la sección del mismo nombre, elegir **Line** (Figura 5.17).

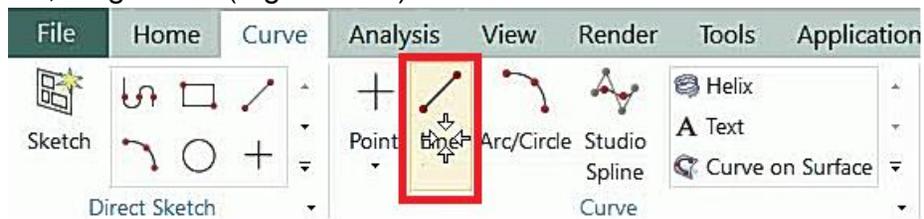


Figura 5.17 Menú, sección **Curve**, función **Line**.

- El punto de inicio de cada línea deberá ser el punto final de cada línea trazada en el proceso anterior (Figura 5.18).

- Extender la línea a un punto por encima del **Datum Plane** procurando que ésta se encuentre a 90° (Figura 5.18).

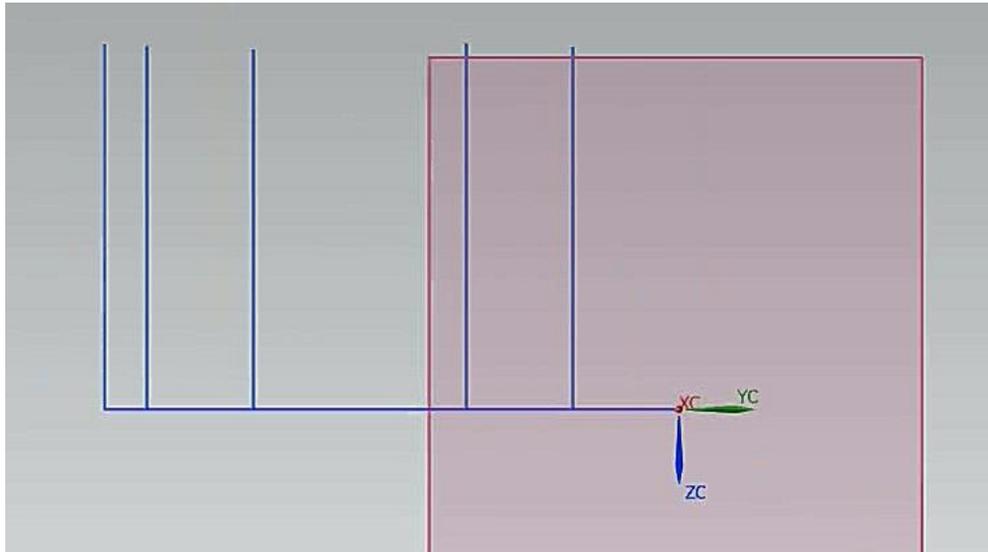


Figura 5.18 Trazo de líneas a 90°.

- Una vez terminado, volver a mostrar la pieza.
- En la **ribbon bar**, seleccionar la pestaña de **Application** y en la sección de **Simulation** dar click en **Advanced** (Figura 5.19).

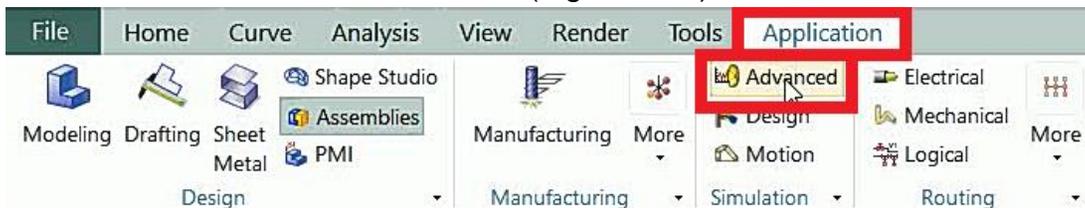


Figura 5.19 Pestaña **Application**, función **Advanced**.

- Al cambiar el menú, dar click en **New Fem & Simulation** que se encuentra en la esquina superior izquierda (Figura 5.20).

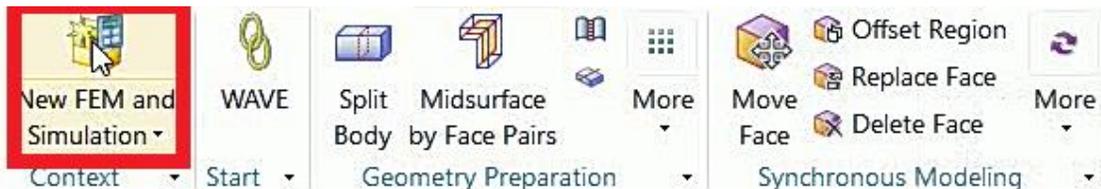


Figura 5.20 Menú, **New FEM and Simulation**.

- En la sección de **Geometry**, dar click en **Geometry Options** (Figura 5.21).

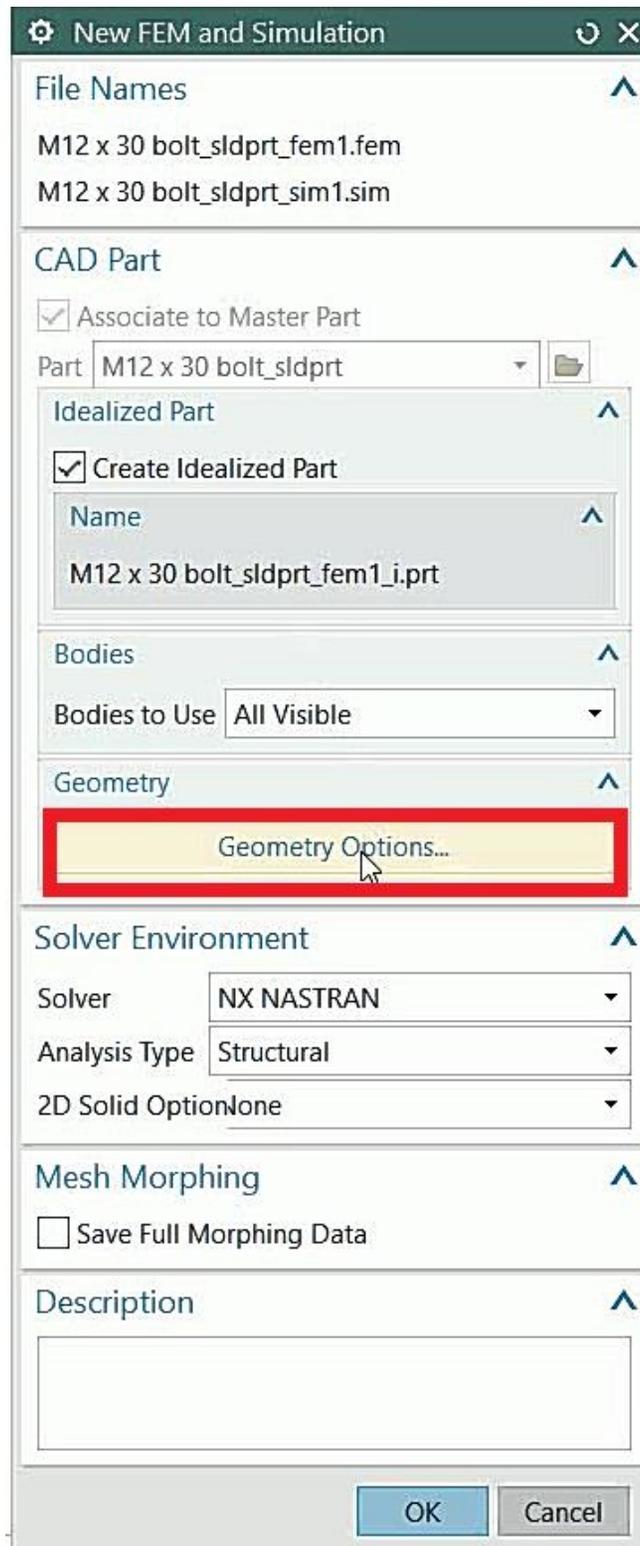


Figura 5.21 Ventana *New FEM and Simulation*.

- Al abrirse la nueva ventana, dar click en **On**. Y posteriormente en **Ok** (Figura 5.22).

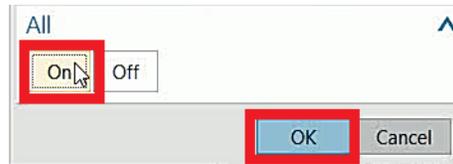


Figura 5.22 Ventana Geometry Options.

- En la sección de **Solver** seleccionar **NASTRAN**, mientras que en la sección Analysis se selecciona **Structural** (Figura 5.23).
- Dar click en **Ok**.

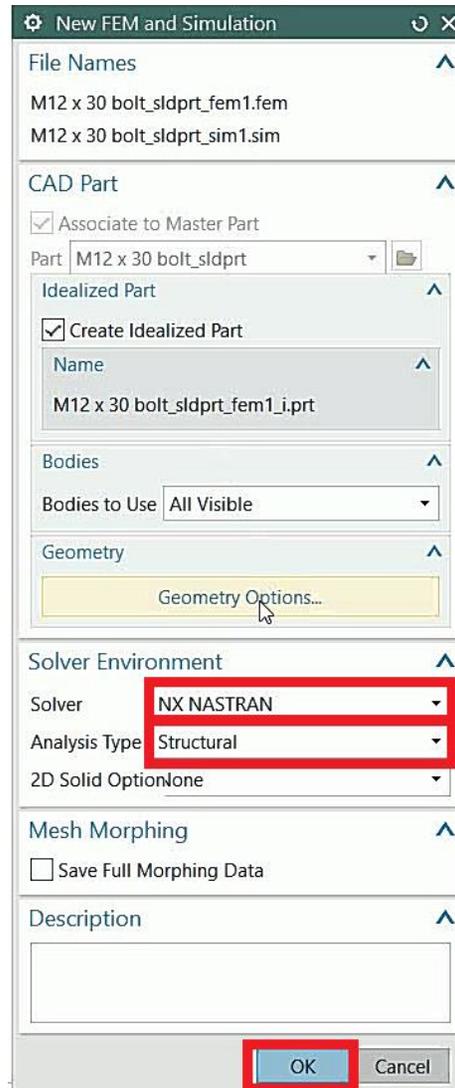


Figura 5.23 Sección Solver Environment.

- En la siguiente ventana, sólo dar click en **Ok**.

- En la **ribbon bar**, dar click en **3D Tetrahedral**.



Figura 5.24 Menú, sección **Mesh**.

- Seleccionar la pieza y posteriormente en la sección de **Mesh Parameters**, elegir un tamaño de elemento de 1.5 mm (Figura 5.25).
- Dar click en **Ok**.

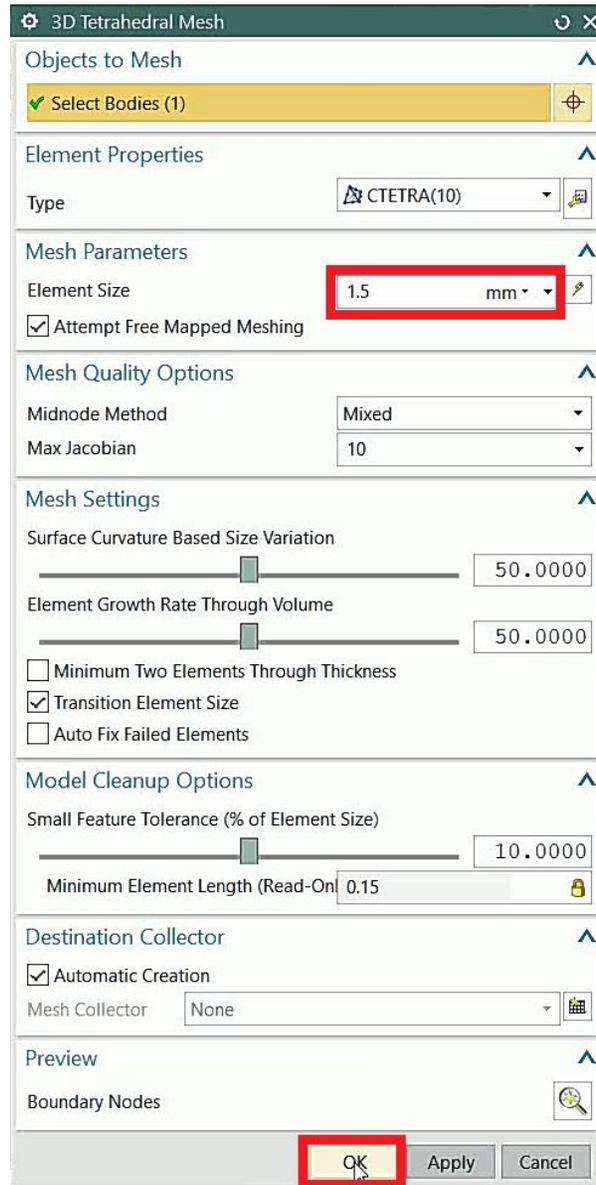


Figura 5.25 Ventana **3D Tetrahedral Mesh**.

- En el menú superior, dar click en **Physical Properties** (Figura 5.26) y dar doble click en el único elemento de la lista (Figura 5.27).
- En la sección de propiedades de la nueva ventana, dar click en el botón ubicado a la derecha de material (Figura 5.28).



Figura 5.26 Menú, sección **Properties**.

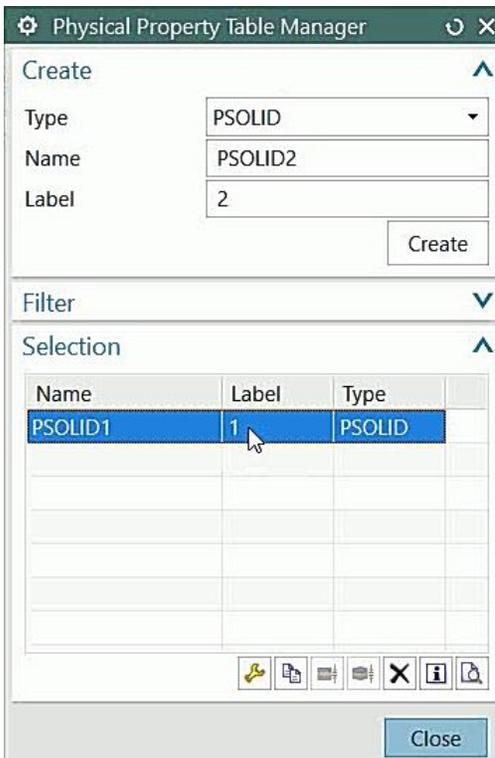


Figura 5.27 Ventana **Physical Property Table Manager**.

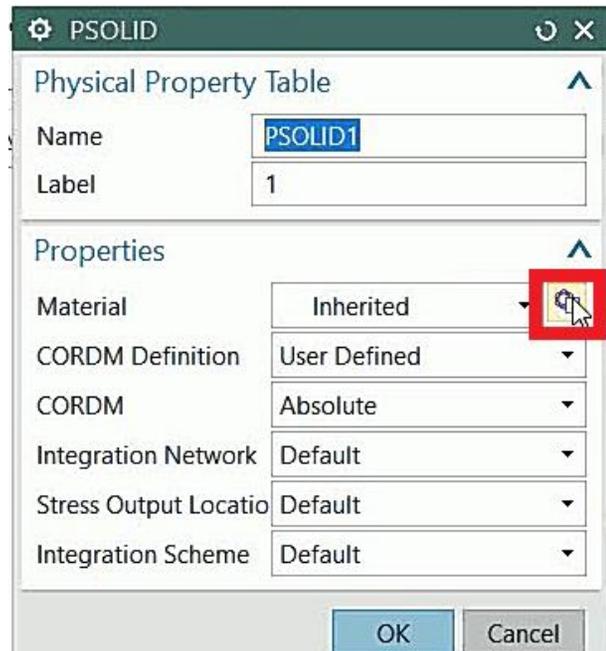


Figura 5.28 Ventana **PSOLID**

- En la lista de materiales, seleccionar **AISI 310 SS**. Dar click en **Ok**.

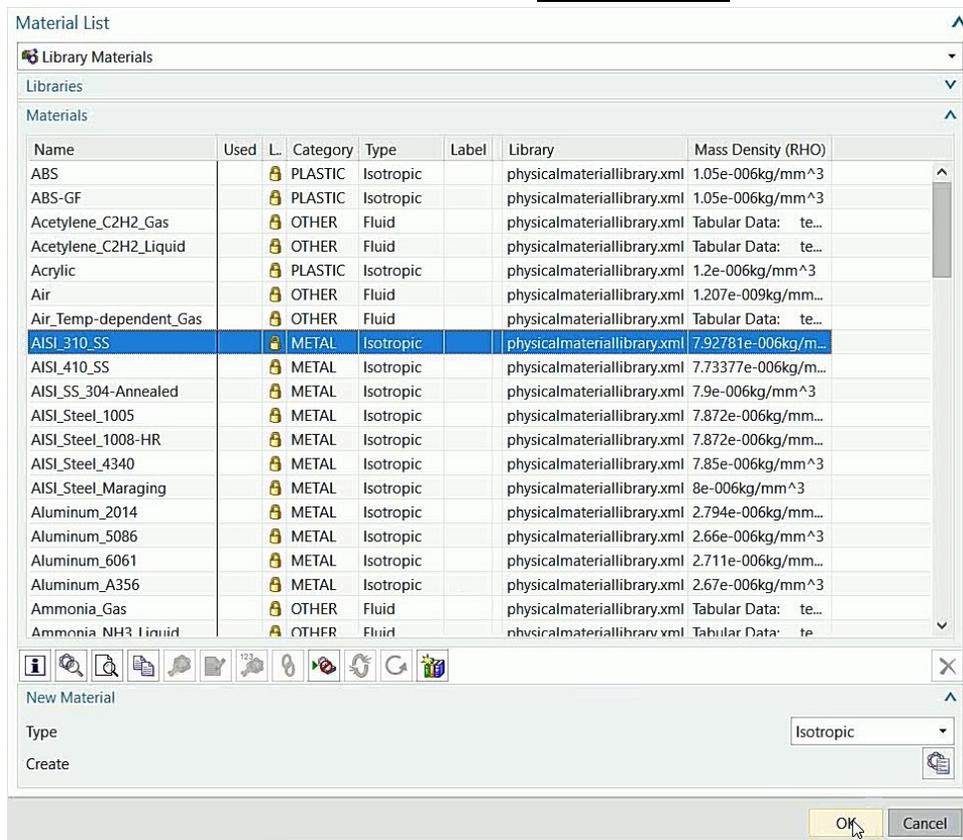


Figura 5.29 Lista de materiales.

- En la ventana del lado izquierdo, en la sección de **Simulation File View**, damos doble click en **M12 x 30 bolt sldprt sim1** (Figura 5.30).

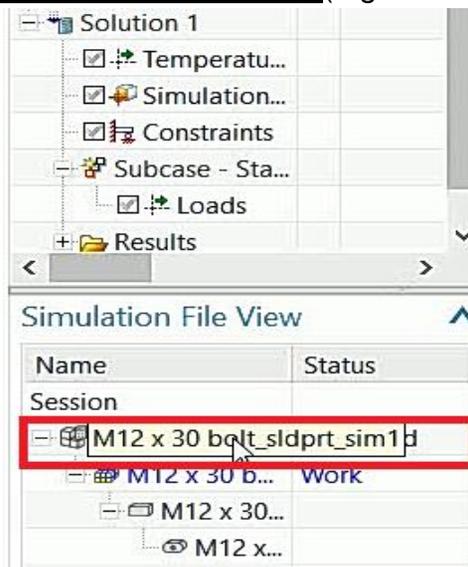


Figura 5.30 Menú lateral

- En el menú superior, en la sección de **Loads and Conditions**, elegimos **Constraint Type** y en el submenú **Fixed Translation Constraint** (Figura 5.31).

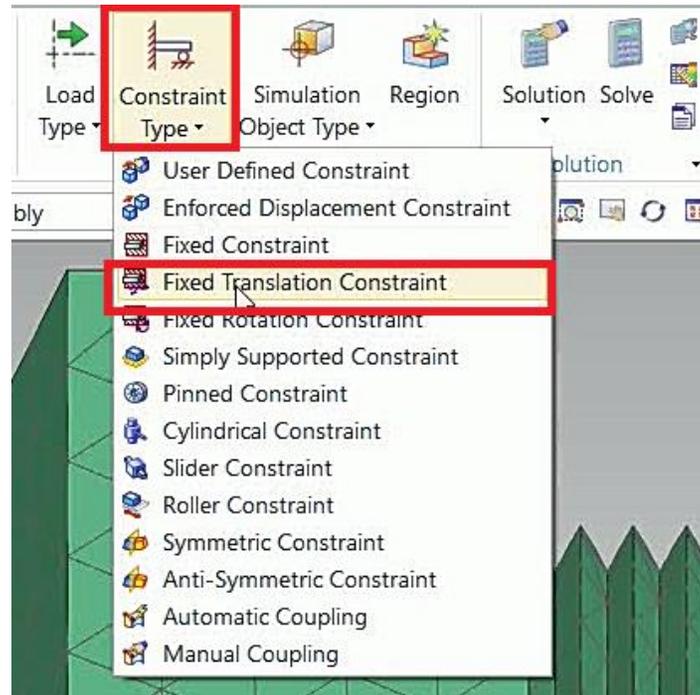


Figura 5.31 Menú Constraint Type.

- Una vez hecho esto, seleccionaremos toda la sección del tornillo que se encuentre después de nuestra línea de referencia de 1.2 mm (Figura 5.32).

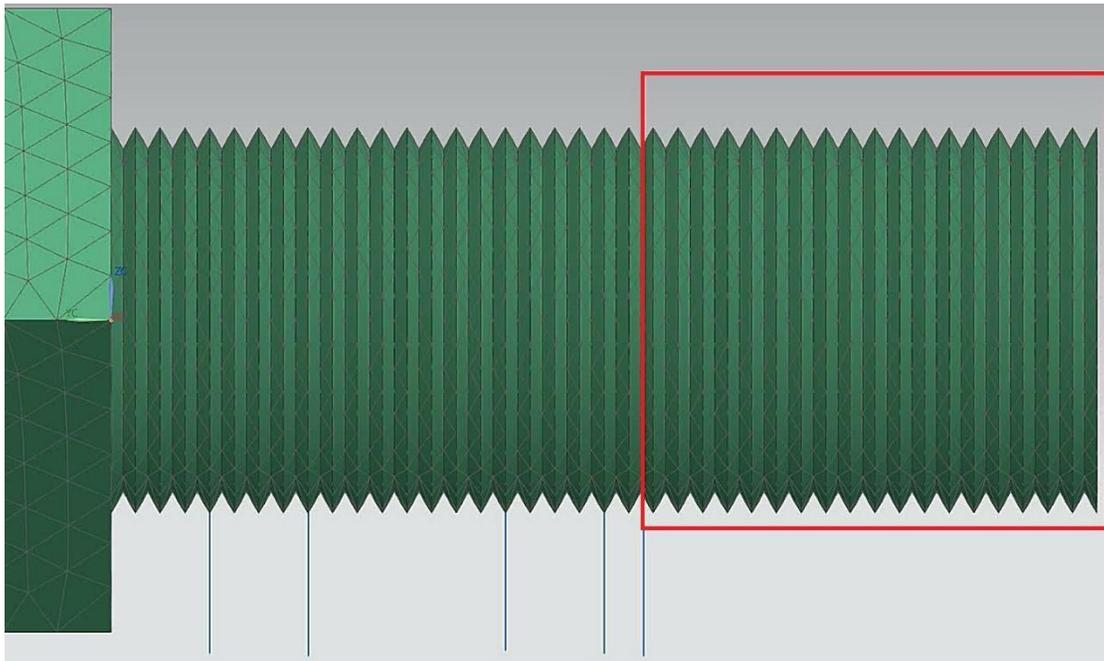


Figura 5.32 Restricción de desplazamiento.

- Posteriormente, repetimos el paso anterior, pero esta vez seleccionando **Simply Supported Constraint** (Figura 5.33).

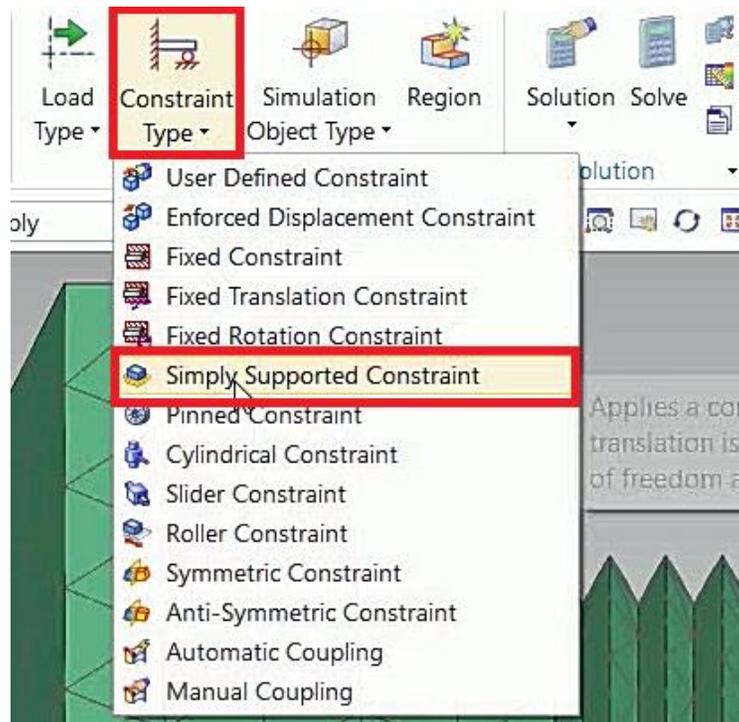


Figura 5.33 Menú Constraint Type.

- Ahora seleccionaremos la sección de la pieza que tiene un grosor de 3 mm y representa el soporte (Figura 5.34).

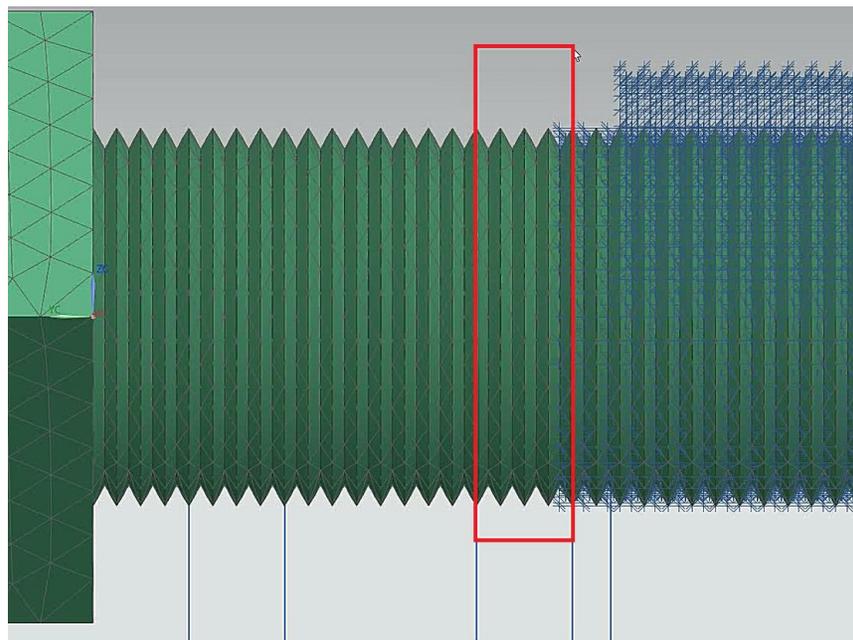


Figura 5.34 Restricción soporte simple.

- En el submenú de la restricción, en la sección de **Direction**, dar click en **Vector Dialog** para definir la dirección de soporte (Figura 5.35).

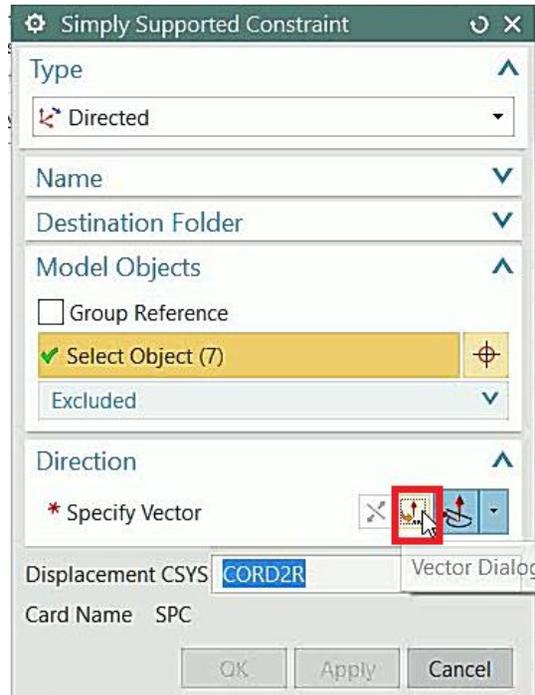


Figura 5.35 Submenú *Simply Supported Constraint*.

- Dar click en una de las líneas de referencia y dar click en *Ok* (Figura 5.36).

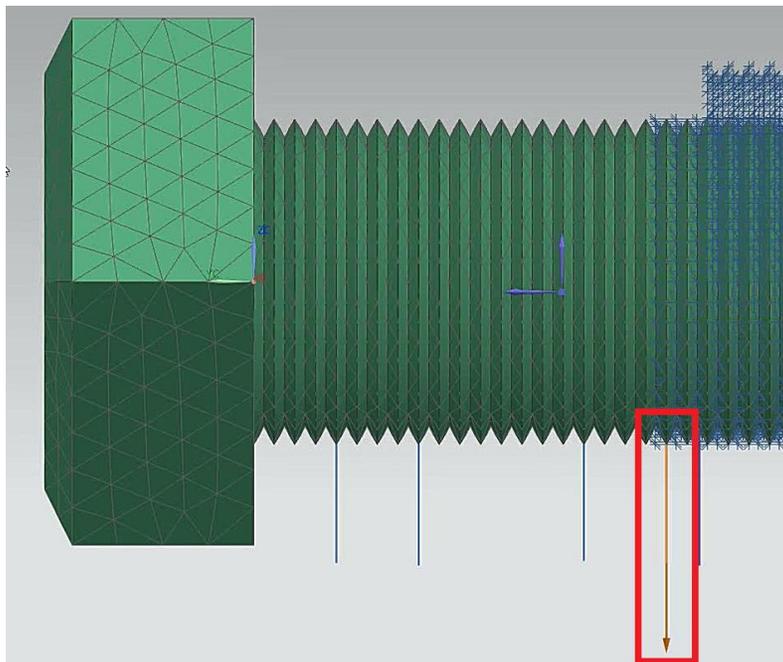


Figura 5.36 Selección de dirección del vector.

- Realizar lo mismo para la otra sección del soporte (Figura 5.37).

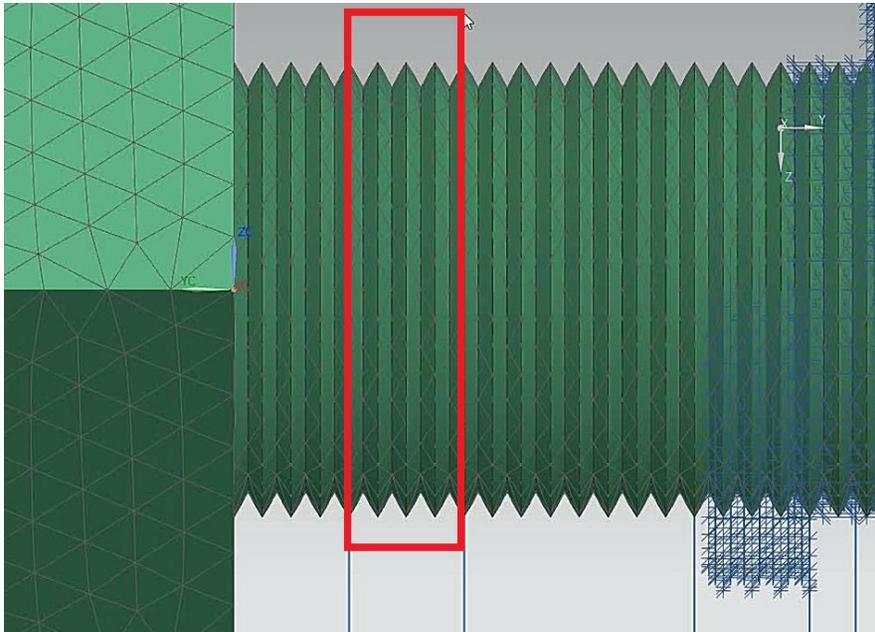


Figura 5.37 Segundo soporte.

- En el menú superior, en la sección de **Loads and Conditions**, elegimos **Load Type** y en el submenú **Force** (Figura 5.38).

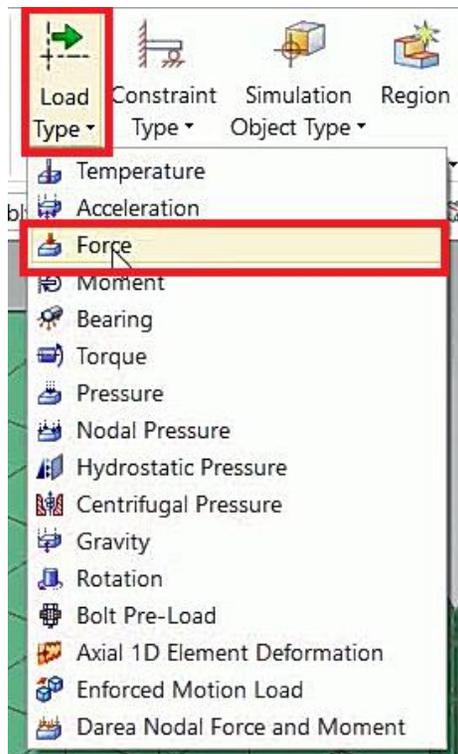


Figura 5.38 Menú Load Type.

- Seleccionar la sección de la pieza con una referencia de 6 mm, la cual se encuentra entre los soportes de los pasos anteriores (Figura 5.39).

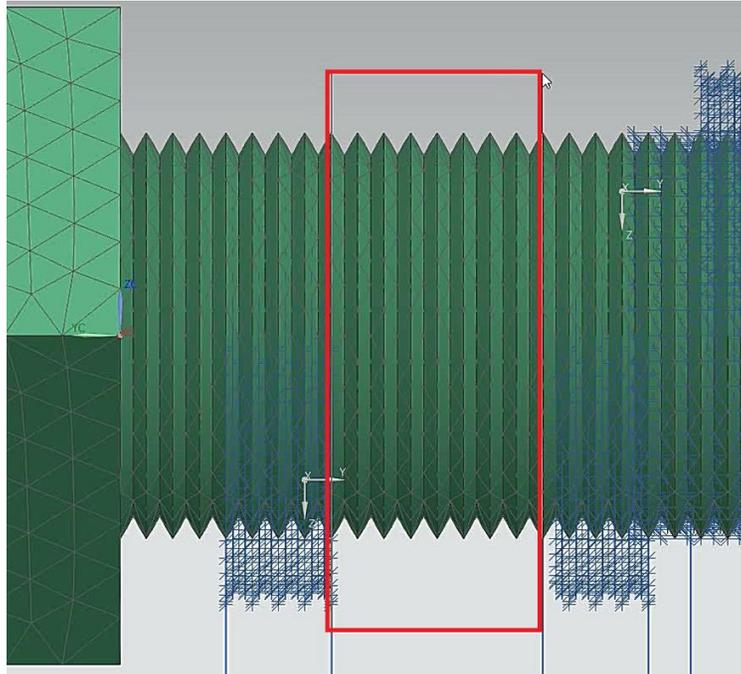


Figura 5.39 Área de acción de la fuerza.

- Abrimos el **Vector Dialog** y seleccionamos el eje Z en el sistema de coordenadas que aparece en la pieza (Figura 5.40). Damos click en **Reverse direction** (Figura 5.41).

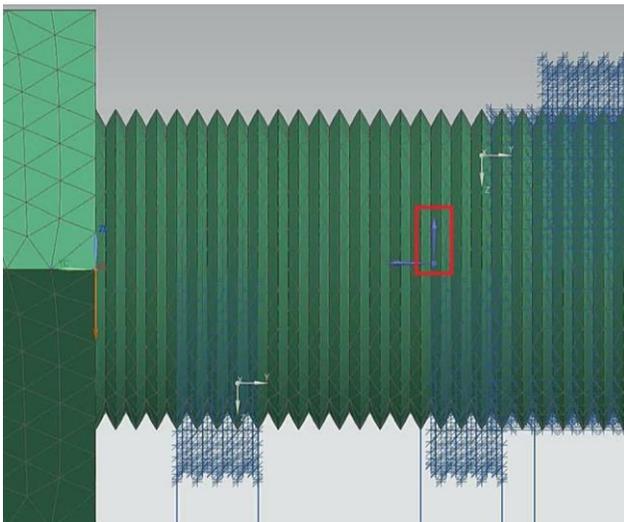


Figura 5.40 Elegir eje z como vector de referencia.

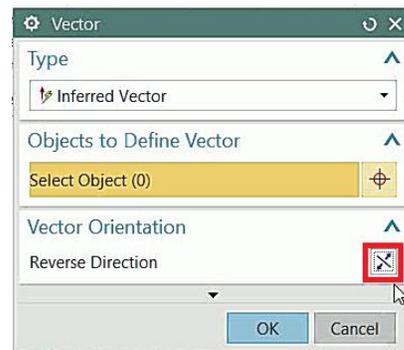


Figura 5.41 Revertir dirección del vector.

- En la sección de **Magnitud** colocamos una fuerza de **160 kN**.
- En la **ribbon bar**, en la sección **Solution** damos click en **Solve** (Figura 5.42).

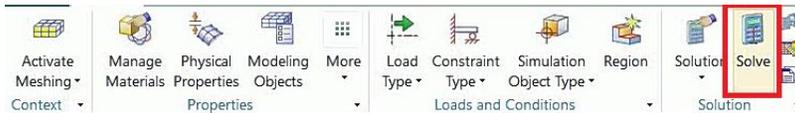


Figura 5.42 Menú, sección Solution.

Para guardar el reporte generado en PDF:

- Una vez que aparezca el reporte en formato **.txt**, utilizar el atajo **Ctrl+P** para abrir la pestaña de impresión (Figura 5.43).

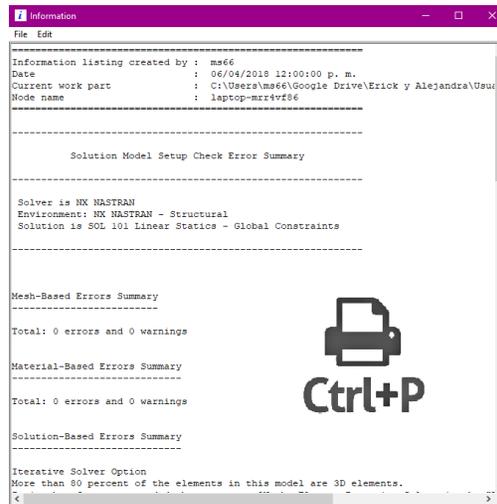


Figura 5.43 Guardar reporte.

- En el momento que aparece la pestaña de impresión, verificar que en el apartado de Nombre esté seleccionada la opción: **Microsoft Print to PDF**, una vez realizado este paso dar click en **Aceptar** (Figura 5.44).

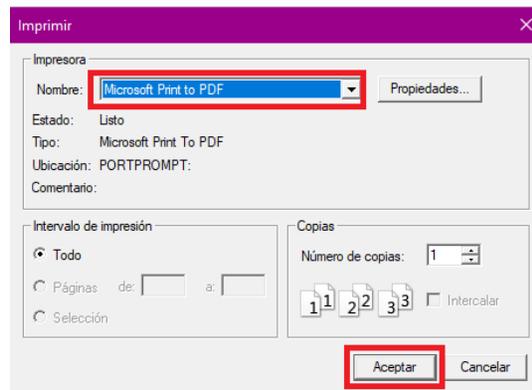


Figura 5.44 Menú Impresión.

- En la ventana que apareció (**Guardar impresión cómo**), cambiar el nombre del archivo por Resultados_FEM (Figura 5.45).

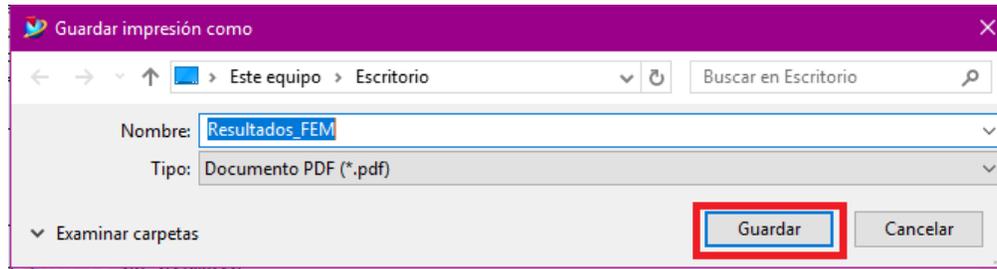


Figura 5.45 Menú Guardar como.

- Una vez completado el análisis, en el menú del lado izquierdo, dar doble click en **Results** y en **Structural** para observar los resultados (Figura 5.46).

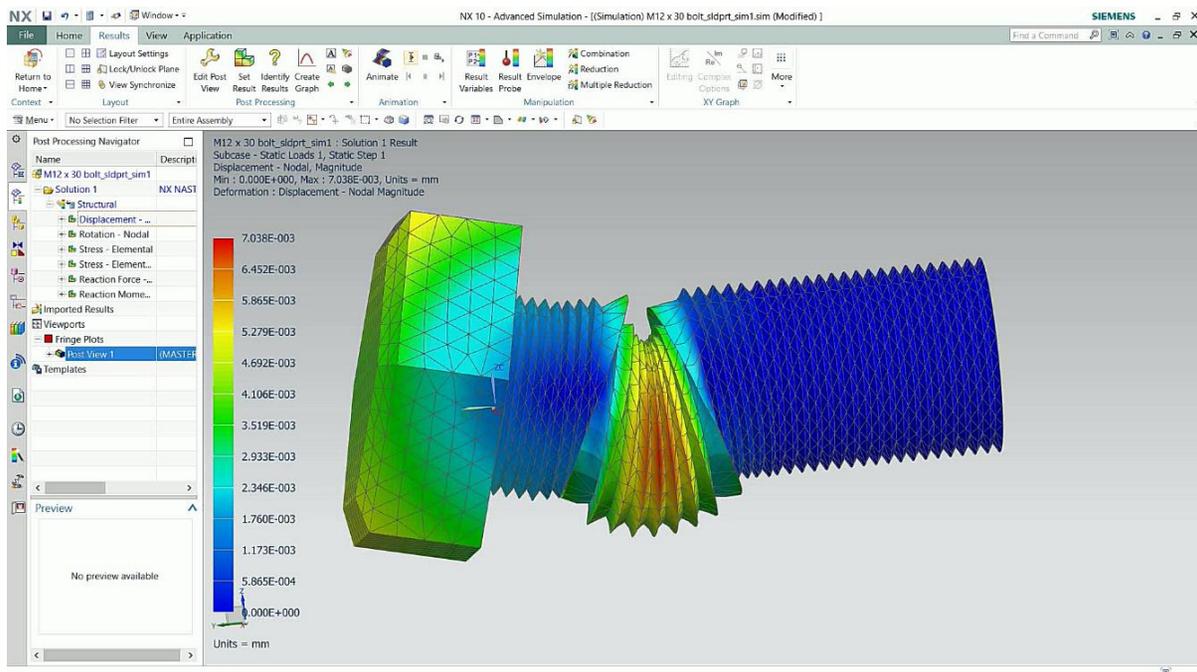


Figura 5.46 Resultados del análisis.

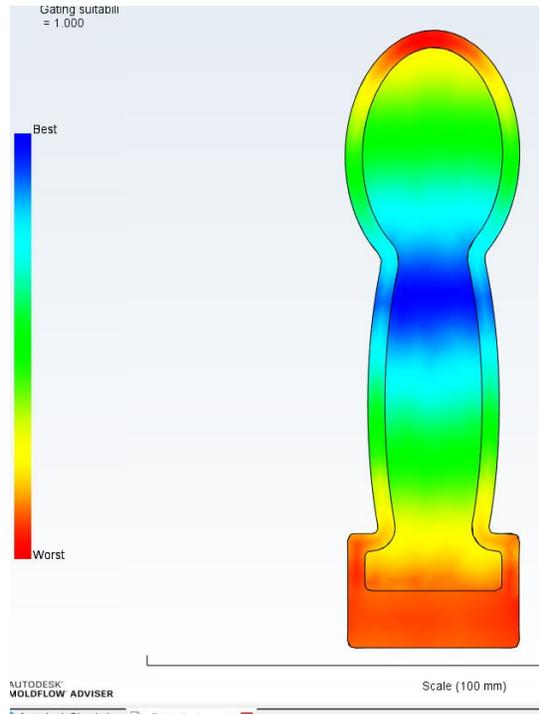
PRÁCTICA 6: MOLDFLOW

Duración: 2 hr.

Software utilizado: MoldFlow Adviser 2017

Módulos utilizados: Modelling Process, Feed Systems

Descargas: <https://goo.gl/BkGbjX>



Introducción

La fabricación de productos plásticos ha tomado mayor importancia en la industria y al mismo tiempo esta conlleva una tarea difícil por parte del diseñador.

Las piezas una vez fabricadas pueden encogerse, desviarse de su posición ideal o romperse al salir del molde, lo cual habla de un mal proceso de fabricación, muchas veces estos errores se relacionan con zonas en donde solo hay aire y no material o un mal llenado del molde al dejar enfriar el material cuando aún no se completa el llenado.

Si bien los software de inyección de plásticos (Moldflow) pueden ayudar a ver el comportamiento del polímero en el molde, no lo puede predecir por completo. Su objetivo principal es que el diseñador pueda identificar estas zonas de aire o vacío para así corregir el molde y la manufactura sea correcta

Dado este largo proceso de (diseño, corrección y fabricación), el precio de las piezas puede incrementarse, pero su calidad será óptima a la hora de realizar este proceso.

Un ejemplo introductorio data en una pieza del denominado “futbolito de mesa”, en donde se requiere que la figura tenga la menor cantidad de errores a la hora de ser inyectada en el molde.

Objetivo general

El usuario aprenderá a realizar la simulación de inyección de plásticos de un molde en el software MoldFlow.

Objetivos específicos

- El usuario se aplicará los conceptos básicos del proceso de inyección de plásticos.
- El usuario aprenderá a realizar análisis en la pieza para obtener el o los puntos de inyección recomendados.
- El usuario aprenderá a realizar la simulación de inyección y análisis de un molde.
- El usuario aprenderá a realizar la simulación de inyección y análisis de un molde que contenga más de una pieza.

- Abrir el programa Autodesk MoldFlow Adviser 2017.
- En el menú superior, dar click en **New Project** (Figura 6.1).



Figura 6.1 Crear nuevo proyecto

- En la ventana de **Create New Project** nombrar el archivo **PracticaMoldFlow** (Figura 6.2).
- Dar click en el botón **Browse** y elegir la carpeta donde se desea guardar el proyecto (Figura 6.2).
- Dar click en **Ok**.

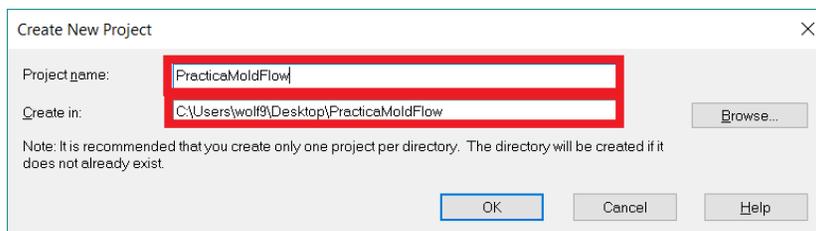


Figura 6.2 Nombrar proyecto PracticaMoldFlow

- En la esquina superior izquierda de la pantalla, seleccionar **Import** (Figura 6.3).

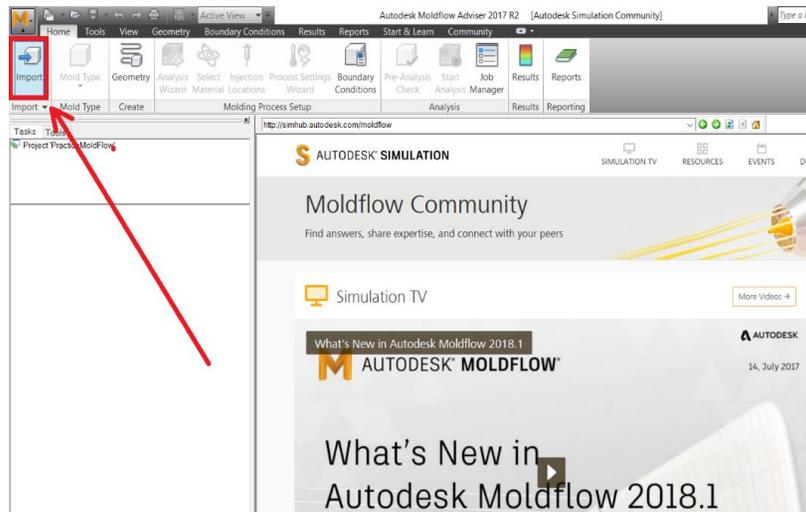


Figura 6.3 Importar pieza.

- Dar click en ... y buscar la pieza **Futbolito1.prt** (Figura 6.4).
- Dar click en **Open** (Figura 6.5).

- Dar click en **Next** y esperar a que el modelo sea procesado.

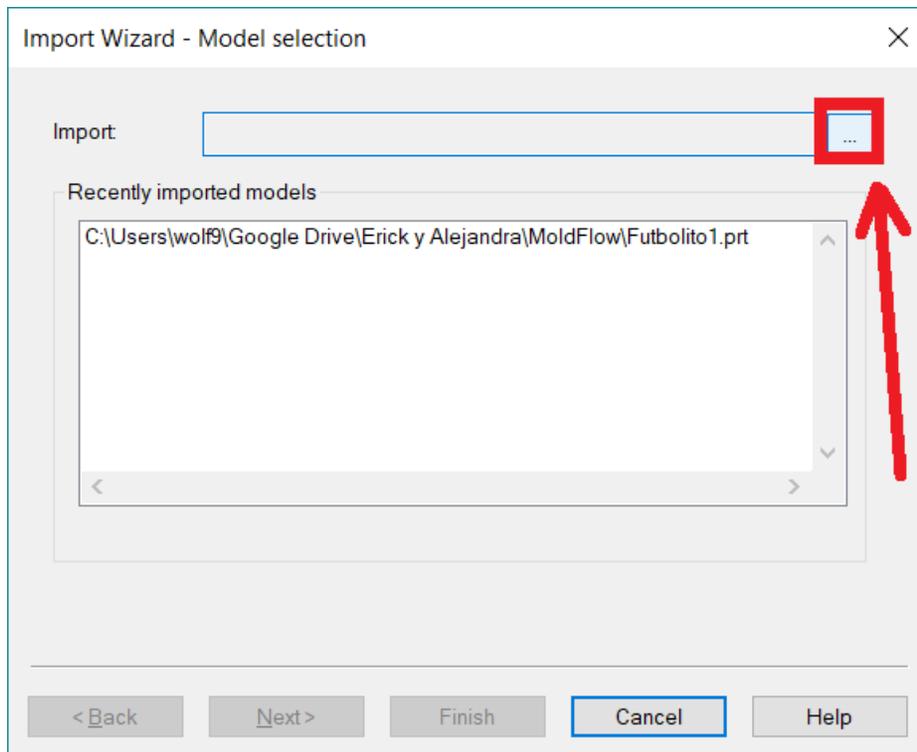


Figura 6.4 Buscar pieza.

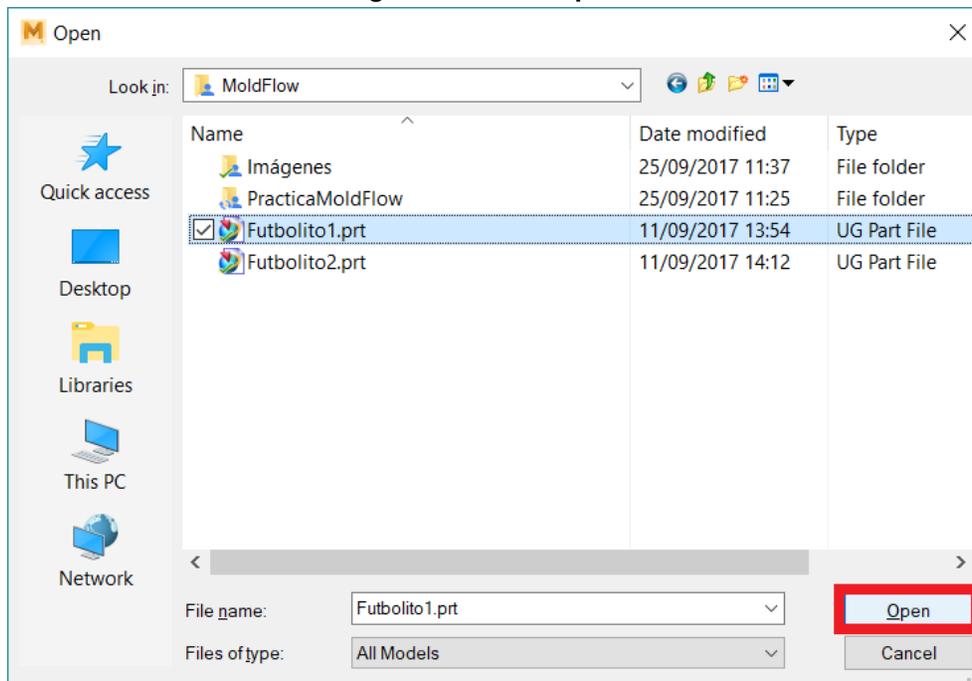


Figura 6.5 Abrir Futbolito1.prt

- En la siguiente pestaña (**Import Wizard-Units**),_asegurarse que las unidades se encuentren en mm (Figura 6.6).

- Dar click en **Next**.

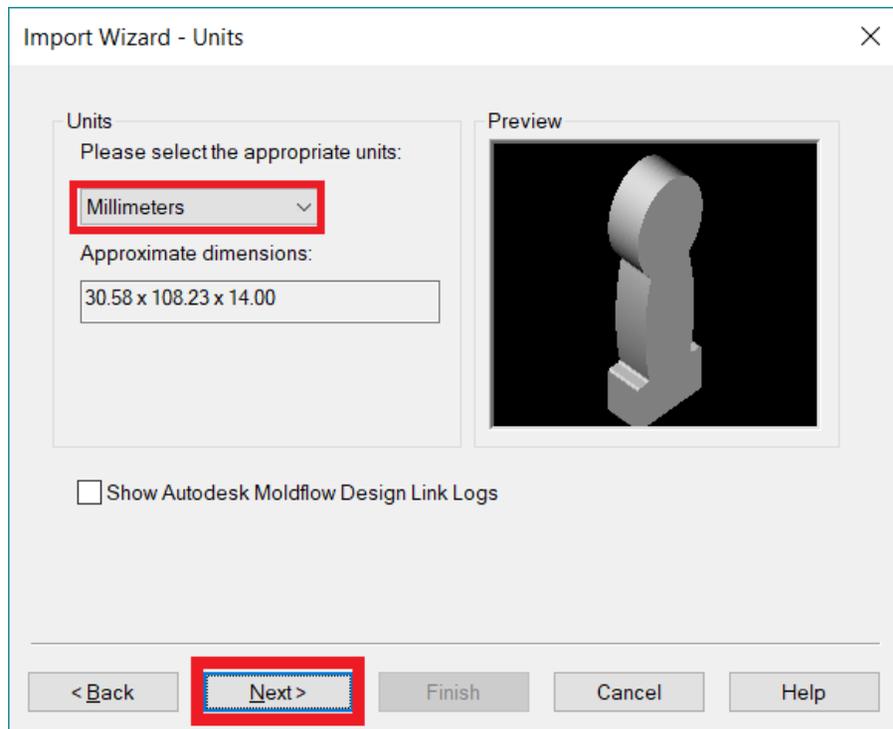


Figura 6.6 Selección de unidades.

- En la ventana **Import Wizard-Advanced Options**. Verificar que **Automatic clean up** y **Check suitability** se encuentren seleccionados (Figura 6.7).
- Dar click en **Next**.

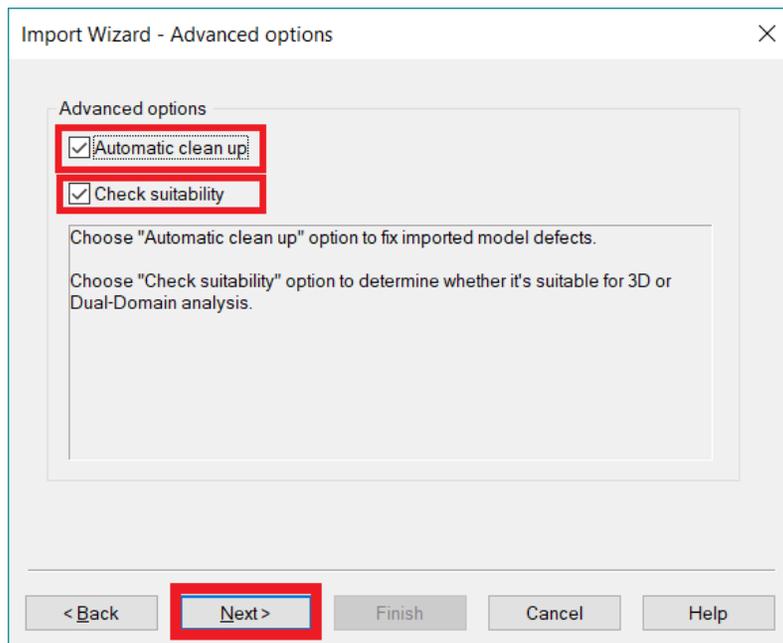


Figura 6.7 Opciones avanzadas.

- En la ventana **Import Wizard-Processing**, seleccionar **Advanced-True 3D** (Figura 6.8).
- Click en **Finish**.

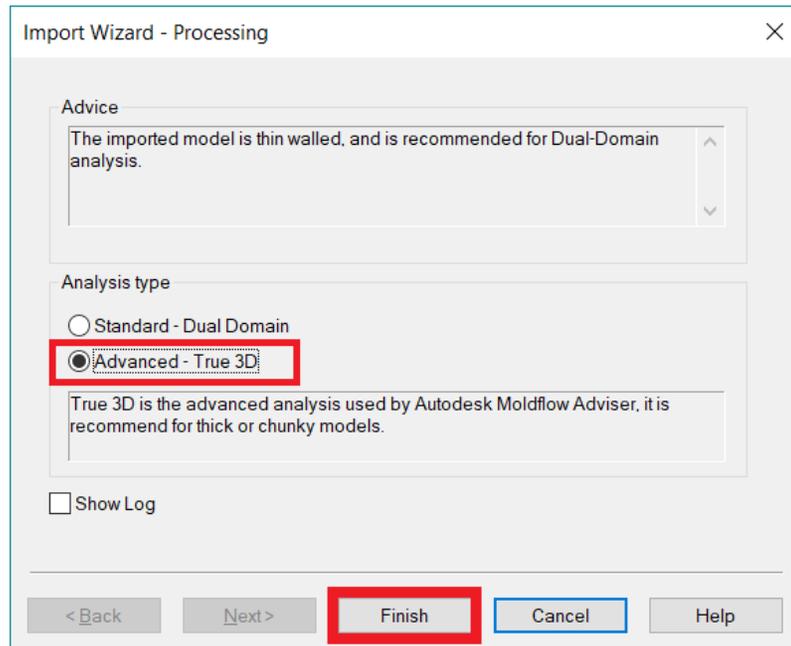


Figura 6.8 Procesamiento de la pieza.

- En el menú superior de la pantalla, seleccionar **Analysis Wizard** (Figura 6.9).

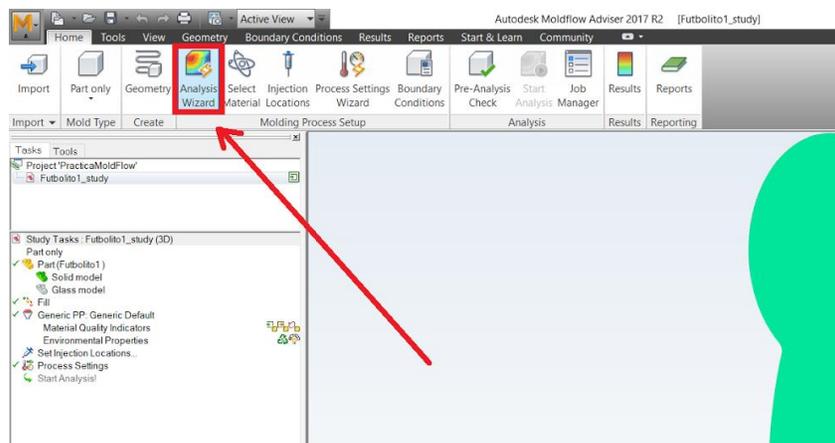


Figura 6.9 Abrir función **Analysis Wizard**

- En la ventana **Analysis Wizard**, en la sección de **Select analysis sequence** elegir la opción de **Gate location** (Figura 6.10).

- Dar click en **Analyze**.

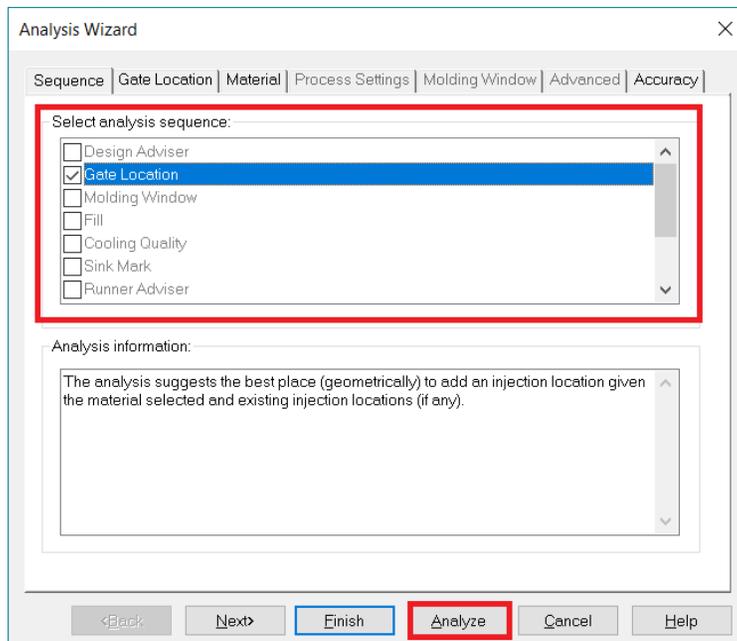


Figura 6.10 Análisis para ubicar punto de inyección.

- Al terminar el proceso dar click en **Ok**.
- Observar los resultados y determinar la mejor posición para el punto de inyección de la pieza. Esto puede observarse en la sección de **Gating suitability** (Figura 6.11).

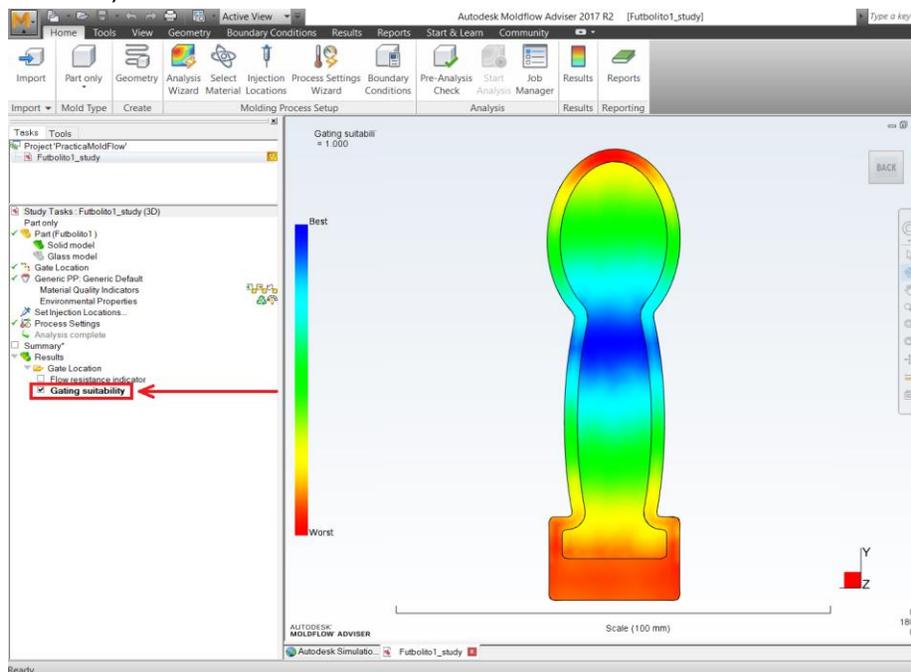


Figura 6.11 Resultado de análisis.

- En la barra a la izquierda de la pantalla, en la sección de Project, dar click derecho en **Futbolito1_study** (Figura 6.12).
- Dar click en **Duplicate** (Figura 6.12).

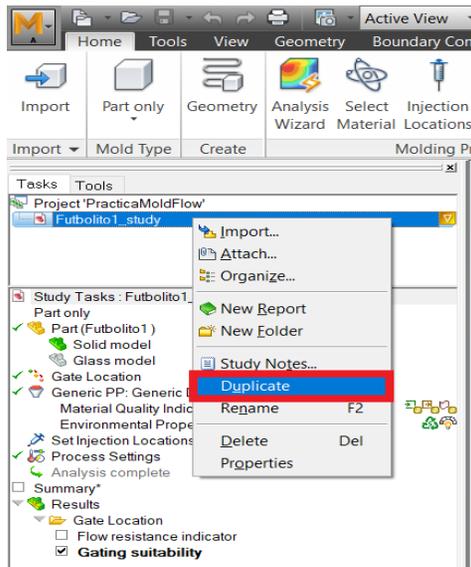


Figura 6.12 Duplicar proyecto.

- Cambiar el nombre del nuevo archivo a: **Futbolito1_sencillo**.
- Dar doble click en éste para abrirlo.
- En la barra superior, seleccionar **Geometry** (Figura 6.13).

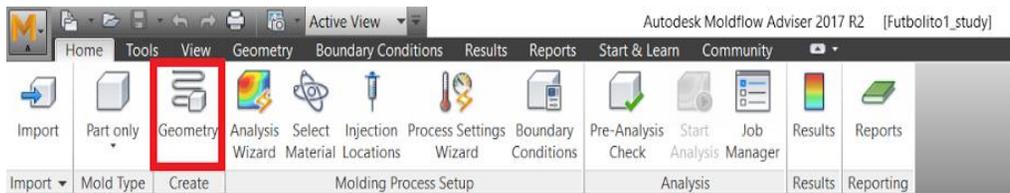


Figura 6.13 Pestaña Home, función Geometry.

- En el menú superior seleccionar **Mirror** y posteriormente la pieza (Figura 6.14).
- En la ventana de **Mirror**, elegir el plano XY y dar click en **Ok** (Figura 6.15).

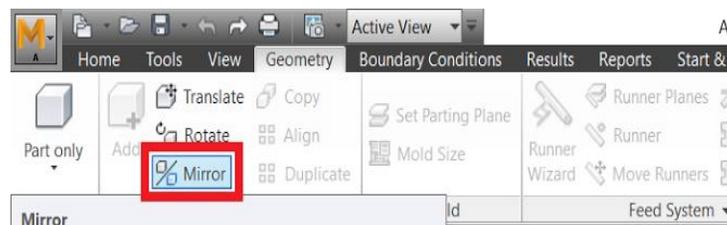


Figura 6.14 Pestaña Geometry, función Mirror.

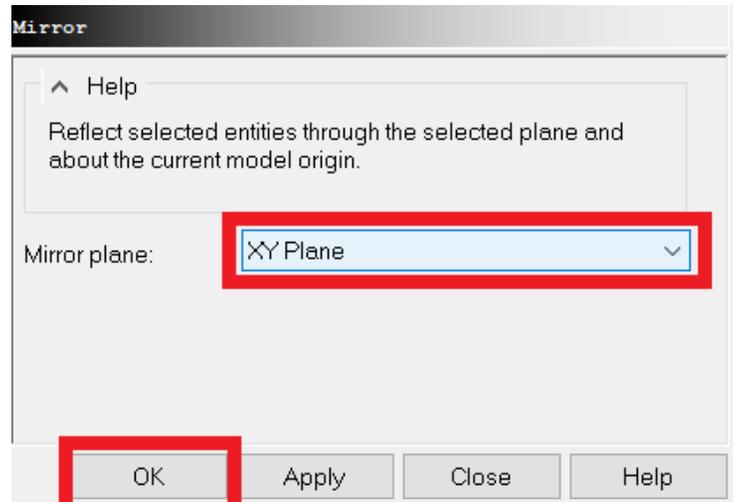


Figura 6.15 Espejo en plano XY.

- En la barra izquierda de la pantalla seleccionar **Tasks**
- Dar click derecho en **Set injection locations** y dar click en **Set injection locations....** (Figura 6.16).

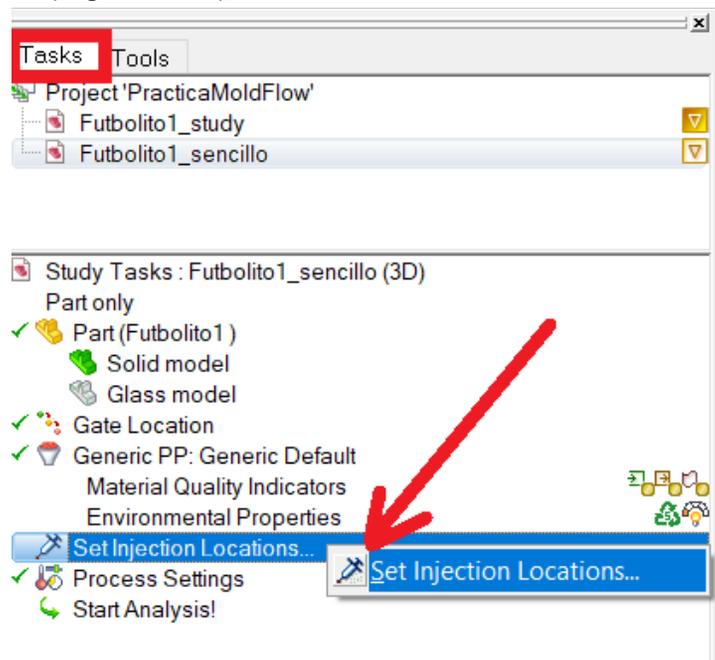


Figura 6.16 Pestaña Tasks, colocar punto de inyección.

- Dar click en la pieza, en el lugar donde se sugirió colocar el punto de inyección al momento de realizar el análisis (Figura 6.17).

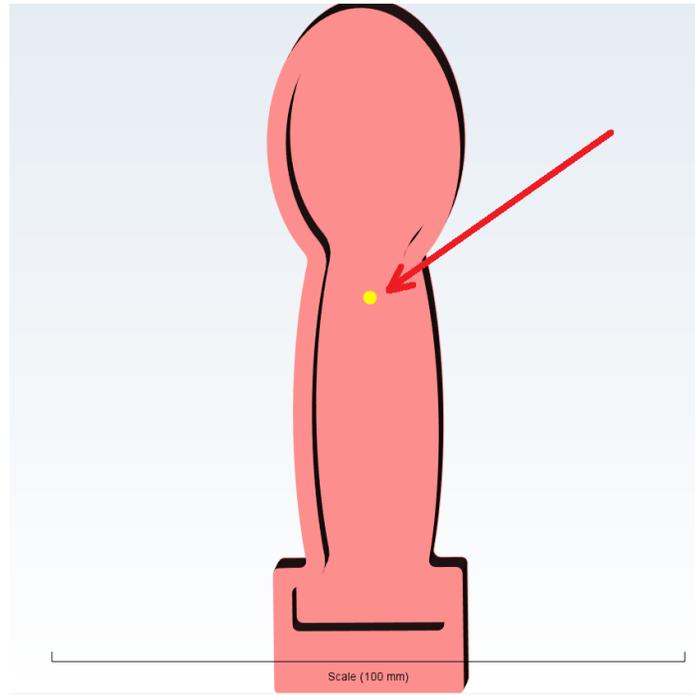


Figura 6.17 Posición del punto de inyección.

- Dar click derecho en la pieza y seleccionar **Finish set injection locations** (Figura 6.18).

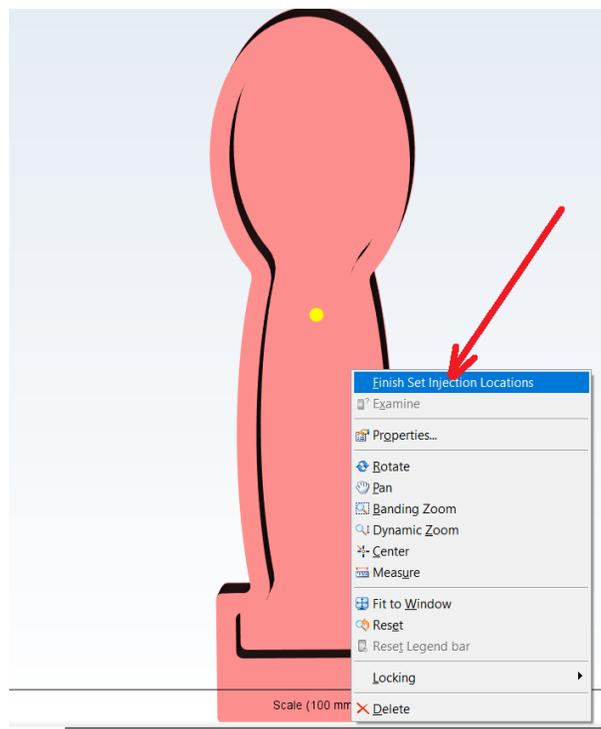


Figura 6.18 Terminar proceso de colocación de puntos de inyección.

- Dar doble click en el cono que se colocó para modificar con mayor precisión su posición. Usar los valores de: (Figura 6.19)
X=0 Y= - 32.28 Z= - 11
- Dar click en *Ok*.

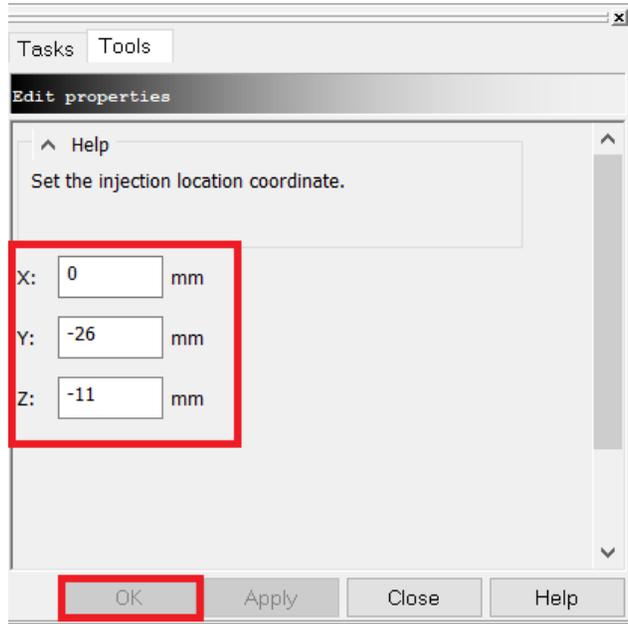


Figura 6.19 Coordenadas del punto de inyección.

- En la parte superior de la ventana utilizada, dar click en **Tasks** para regresar al menú anterior (Figura 6.20).

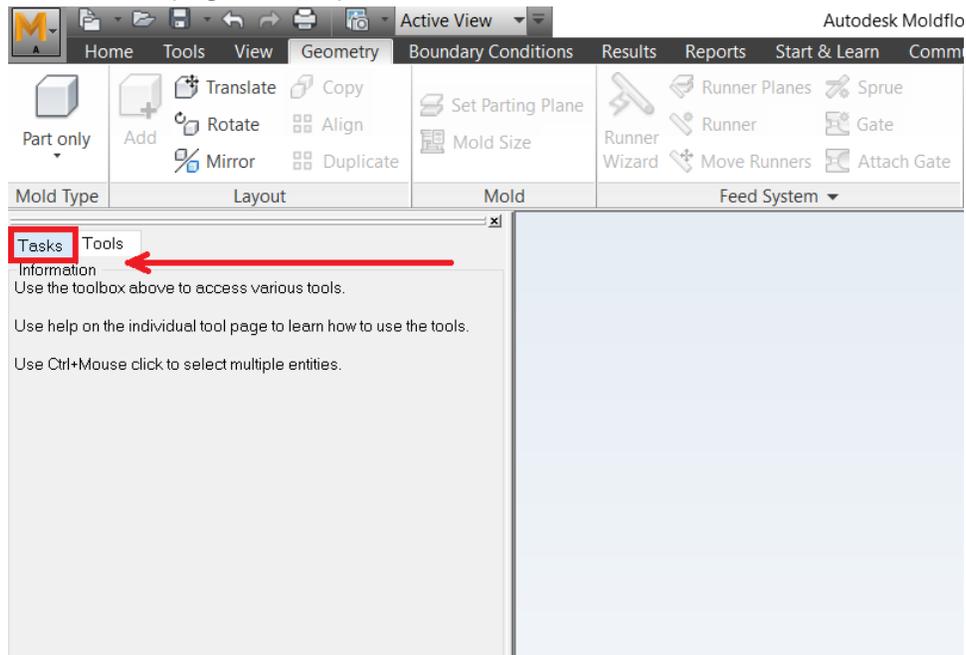


Figura 6.20 Pestaña *Tasks*.

- En el menú, dar click derecho en **Generic PP: Generic default** y posteriormente en **Select material** (Figura 6.21).

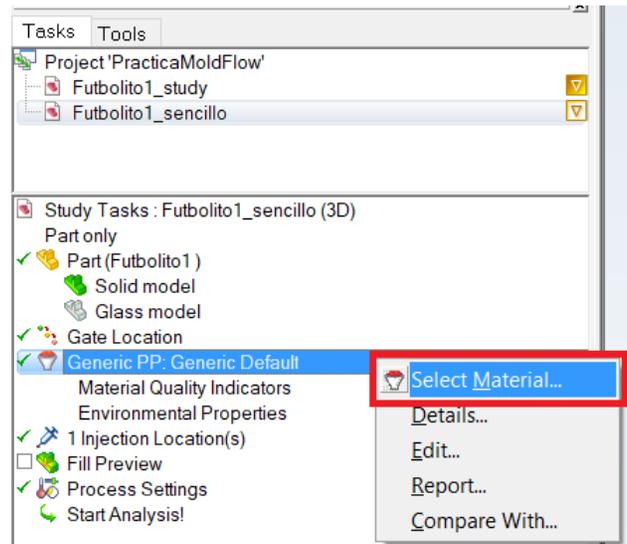


Figura 6.21 Abrir menú de materiales.

- En la ventana de **Analysis Wizard** se selecciona el material con el cual se trabajará la simulación. En nuestro caso, en la sección de **Manufacturer**, elegiremos **Generic Shrinkage Characterised Material**. Mientras que en la sección de **Trade Name** se elige **Generic POM** (Figura 6.22).
- Dar click en Finish.

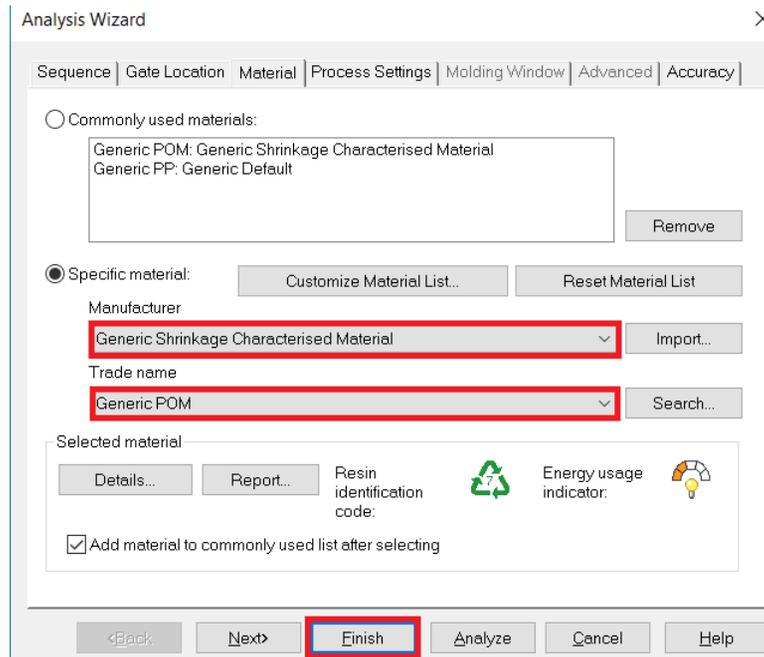


Figura 6.22 Selección de material.

- En el menú superior, dar click en el botón **Part only** (Figura 6.23), en donde posteriormente seleccionar **Single cavity** (Figura 6.24), debido a que nuestro molde cuesta únicamente de una pieza.

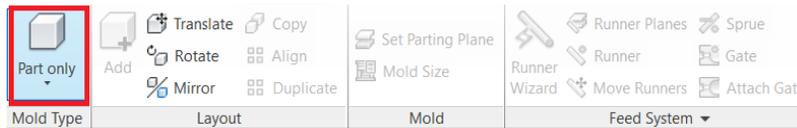


Figura 6.23 Menú Part only

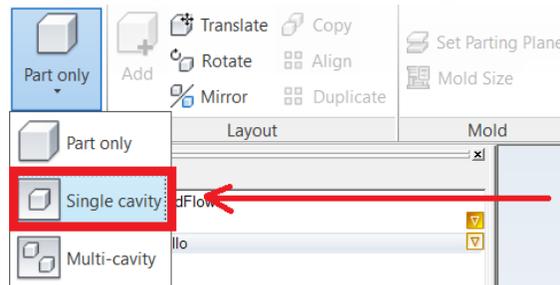


Figura 6.24 Selección de una solo cavidad.

- Posteriormente, seleccionamos el plano de partición de la pieza dando click en **Set Parting Plane**, el cual se encuentra en el menú superior (Figura 6.25).

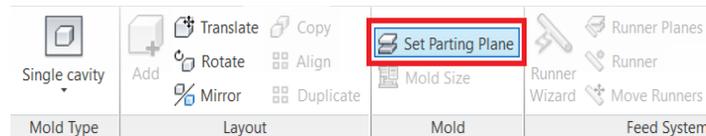


Figura 6.25 Elegir el plano de partición.

- Elegir la altura a la cual se desea la partición de la pieza, la cual es $Z = -11$ (Figura 6.26 y Figura 6.27).

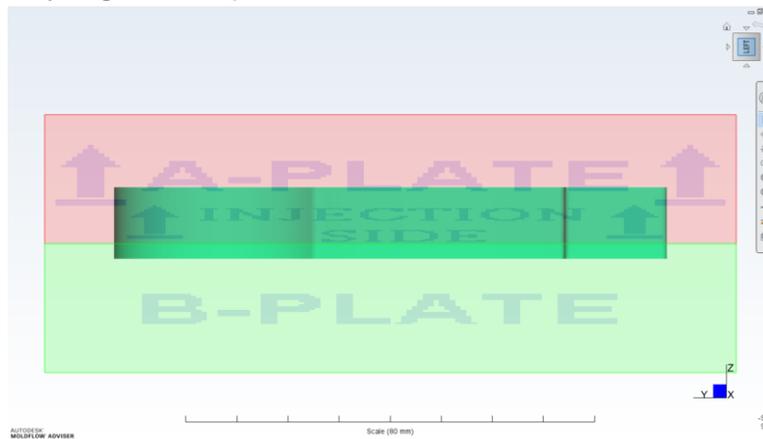


Figura 6.26 Vista lateral plano de partición.

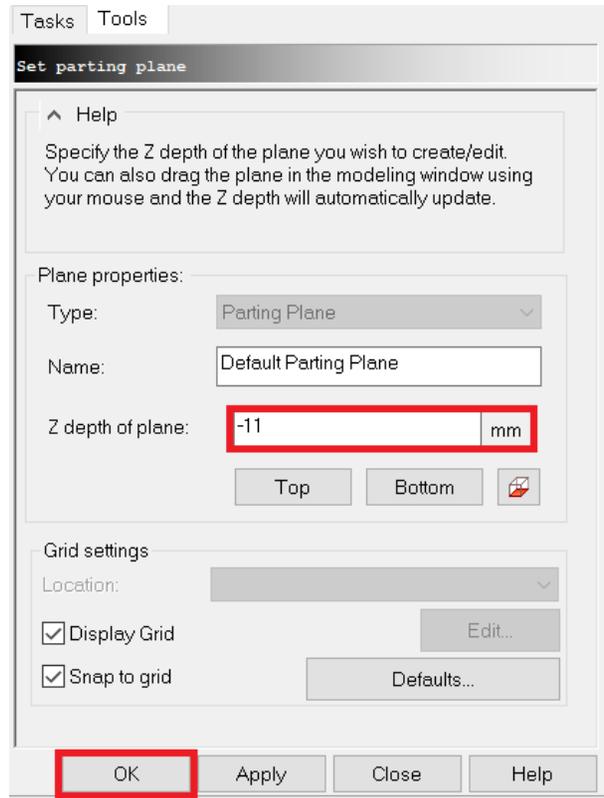


Figura 6.27 Profundidad del plano.

- En el menú superior, dar click en **Mold size** para indicar las dimensiones de nuestro molde.
- Estas se pueden modificar colocando los valores numéricos (Figura 6.29) en la ventana o jalando las aristas de la pieza (están marcados con puntos rojos) (Figura 6.28).

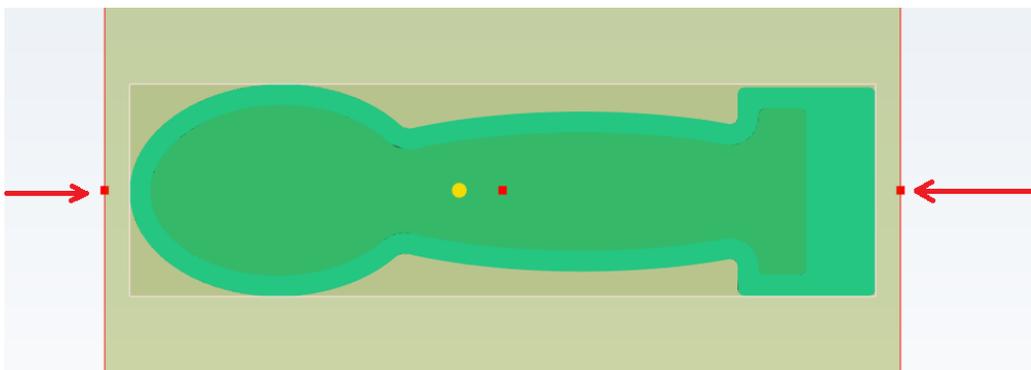


Figura 6.29 Definir tamaño del molde por arrastre de puntos.

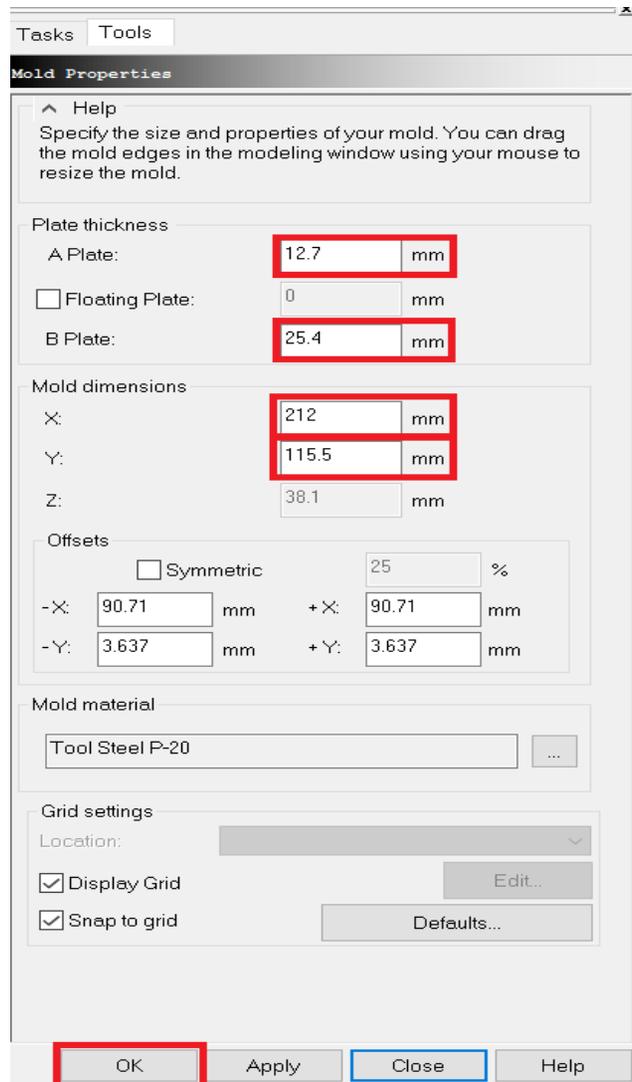


Figura 6.28 Definir el tamaño del molde con coordenadas.

- En el menú superior, seleccionar **Rotate** (Figura 6.30).
- Seleccionar la pieza y girar 90° en el eje z, procurando que la casilla **Use part center** se encuentre seleccionada (Figura 6.31).



Figura 6.30 Función **Rotate**.

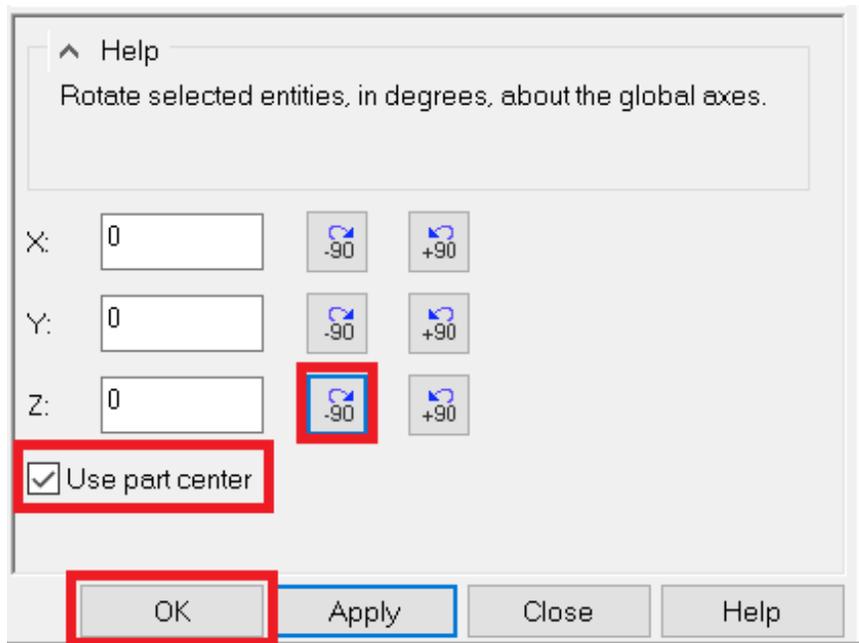


Figura 6.31 Rotar pieza -90°.

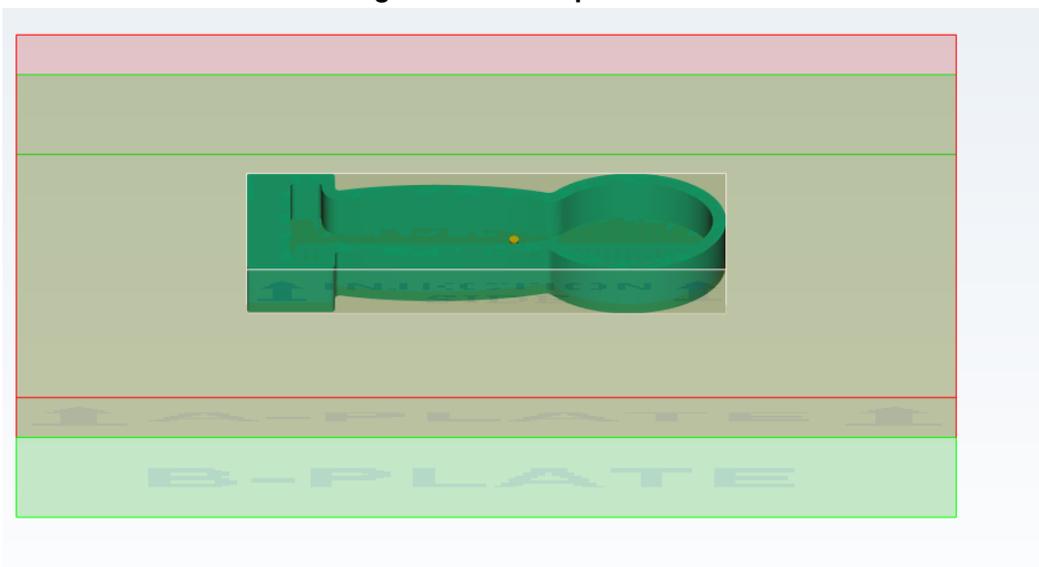


Figura 6.32 Posición de la pieza después de la rotación.

- En el menú seleccionar el botón **Runner Wizard** (Figura 6.33) y posteriormente indicar que el punto de inyección será en el punto medio del molde (Figura 6.34).

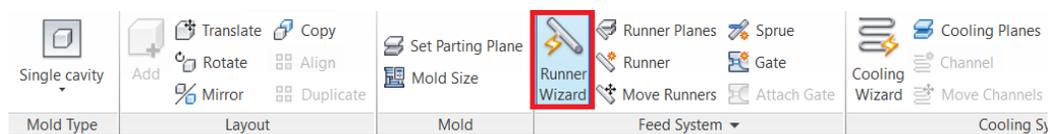


Figura 6.33 Función **Runner Wizard**.

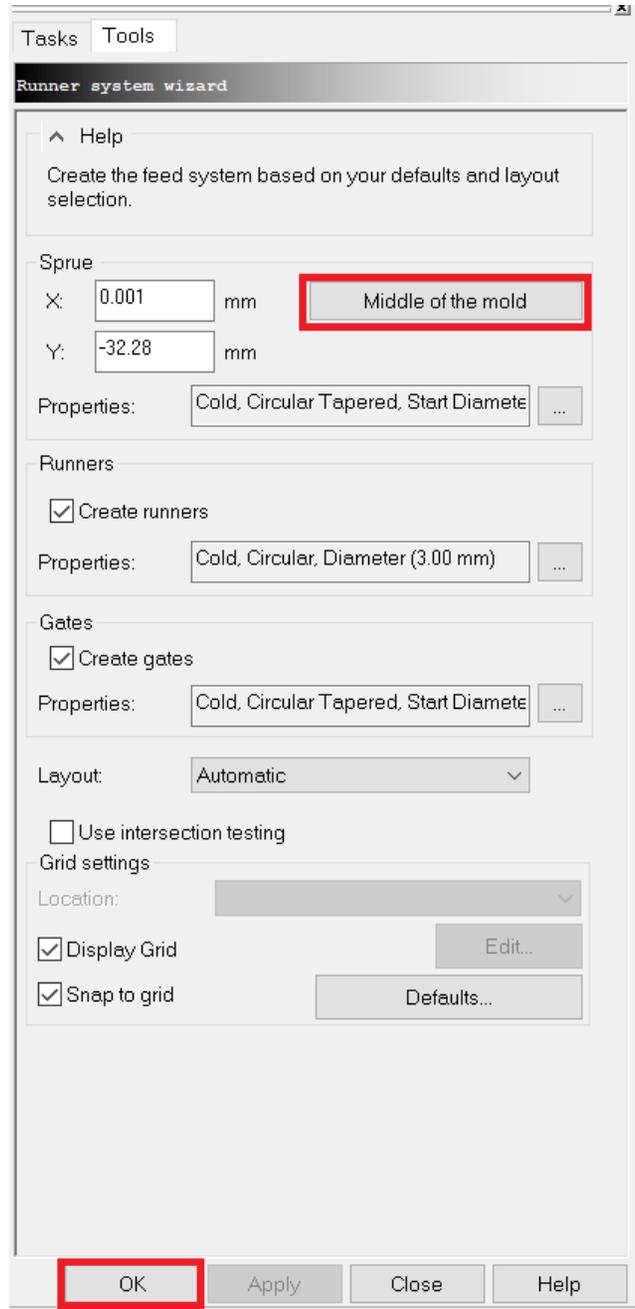


Figura 6.34 Configuración del análisis.

- Finalmente en el menú superior, seleccionar la pestaña de **Home** y ahí elegir **Analysis Wizard** (Figura 6.35).

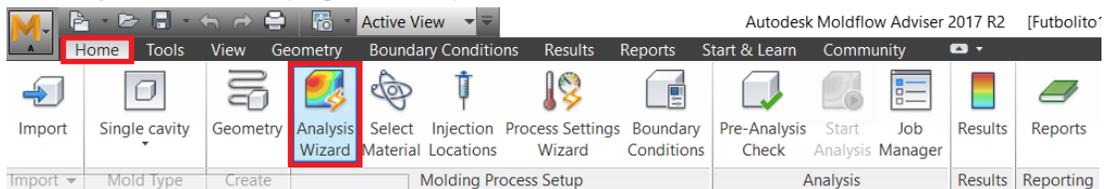


Figura 6.35 Pestaña Home, función Analysis Wizard.

- Seleccionar el tipo de análisis que se desee, en este caso **Fill**, **Cooling Quality** y **Sink Mark** (Figura 6.36).
- Dar click en **Analyze** y esperar a que el programa indique el término del análisis.
- Observar los resultados.

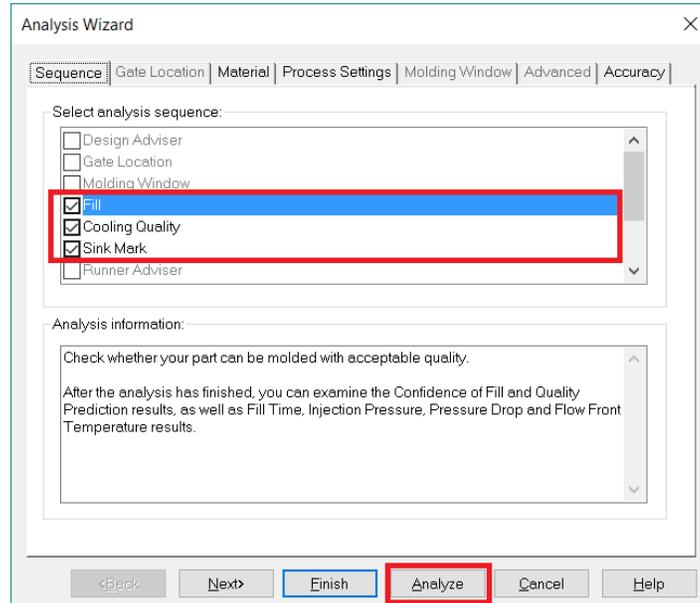


Figura 6.36 Selección de tipo de análisis.

- En la barra a la izquierda de la pantalla, en la sección de **Project**, dar click derecho en **Futbolito1_sencillo**.
- Dar click en **Duplicate** (Figura 6.37).

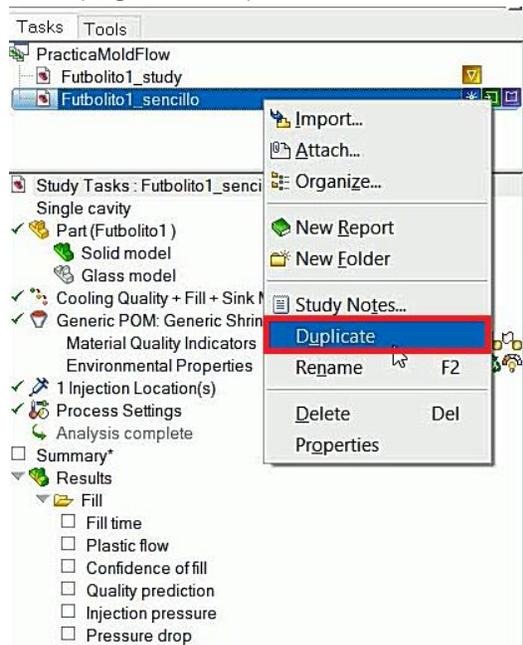


Figura 6.37 Duplicar proyecto.

- Renombrar el archivo como **Futbolito1_multiple** (Figura 6.38).

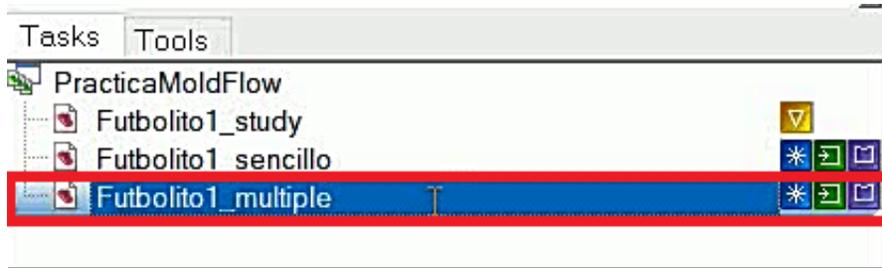


Figura 6.38 Cambiar el nombre del archivo.

- Dar doble click sobre éste, para abrirlo.
- En el menú superior, dar click en la pestaña de **View** y posteriormente en **Object Visibility** (Figura 6.39).
- Desactivar la sección de **cavities**.

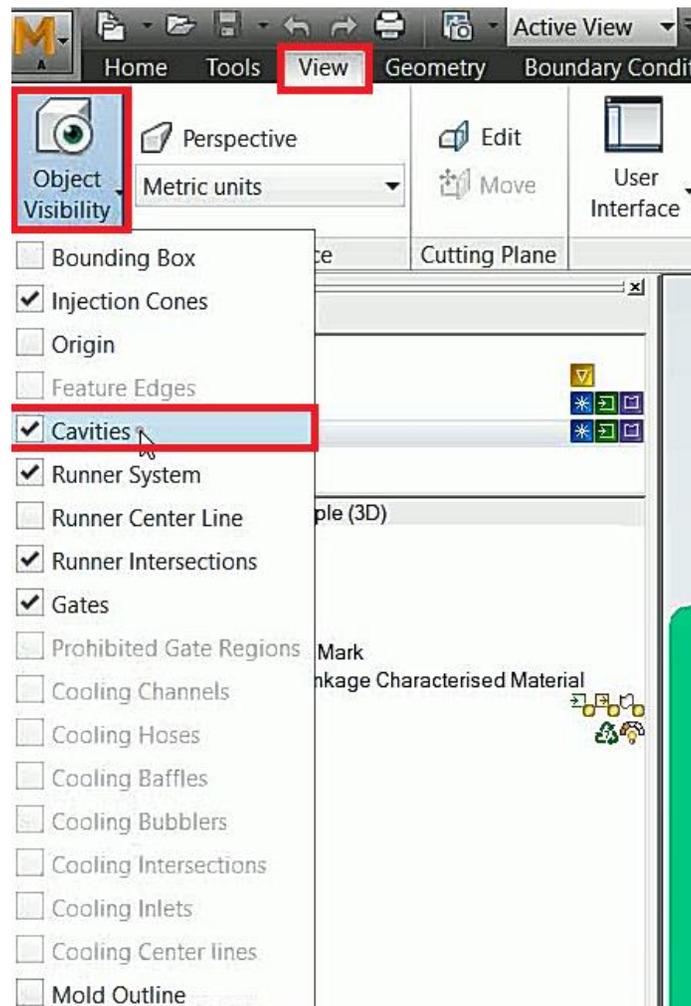


Figura 6.39 Pestaña View, visibilidad de objetos.

- Seleccionar y eliminar las canales existentes (Figura 6.40).

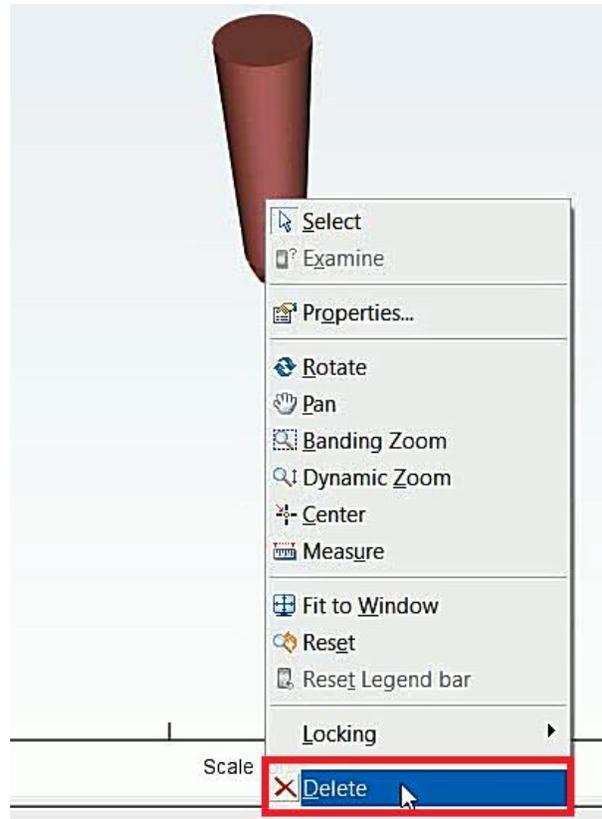


Figura 6.40 Eliminar canales anteriores.

- Volver a mostrar las cavidades dando click en **Object Visibility**.
- En el menú superior, seleccionamos la pestaña de **Geometry** y cambiamos la opción de **Single cavity** a **Multi cavity** (Figura 6.41).

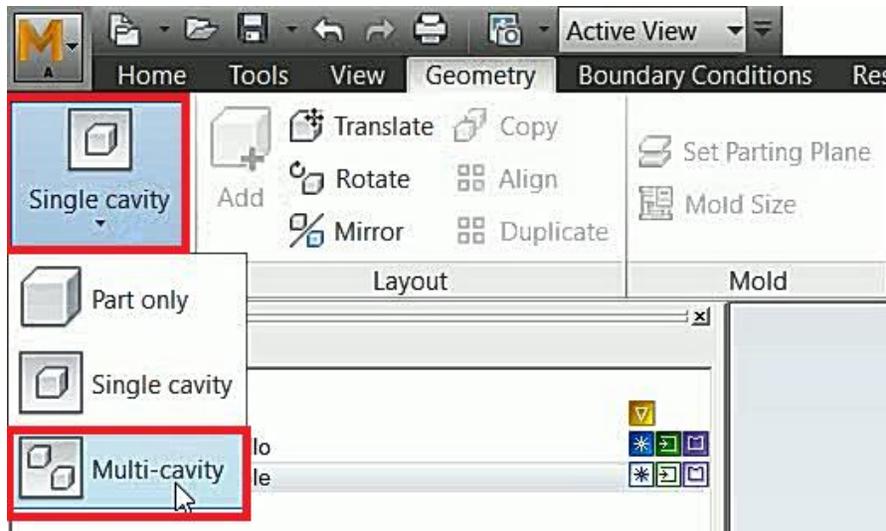


Figura 6.41 Configurar para múltiples cavidades.

- En la sección de **Layout** del menú superior, seleccionar **Add** (Figura 6.42).



Figura 6.42 Agregar otra pieza.

- Click en ... (Figura 6.43) y buscar la pieza **Futbolito2.prt** (Figura 6.44).

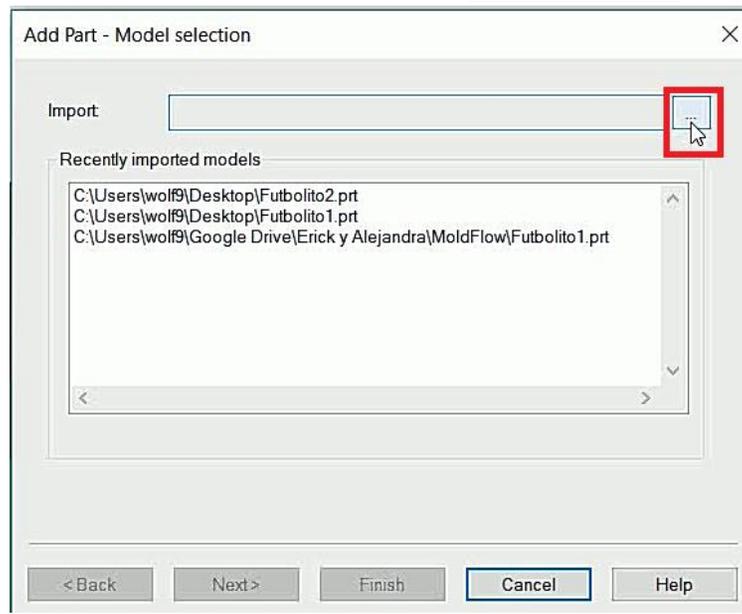


Figura 6.43 Buscar archivo.

- Click en **Open**.

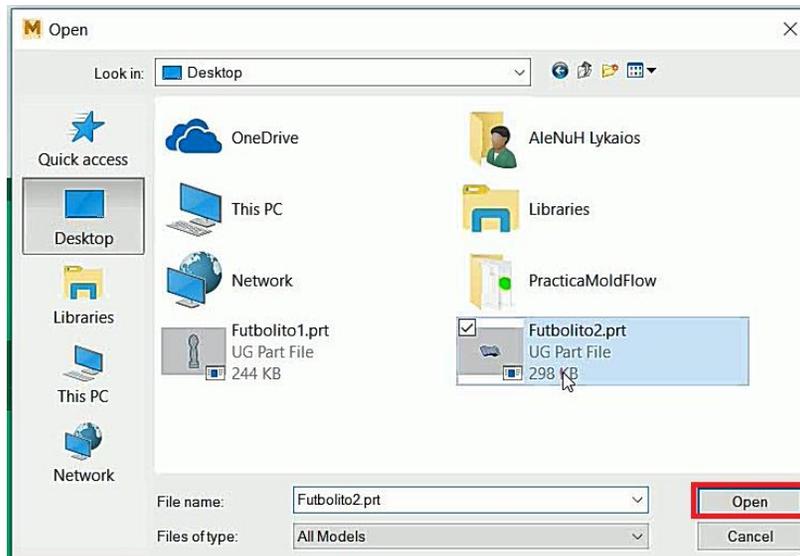


Figura 6.44 Abrir **Futbolito2.prt**

- Click en *Next* y esperar a que se procese el modelo.
- En la **Import Wizard-Units**, asegurarse que las unidades se encuentren en mm (Figura 6.45).

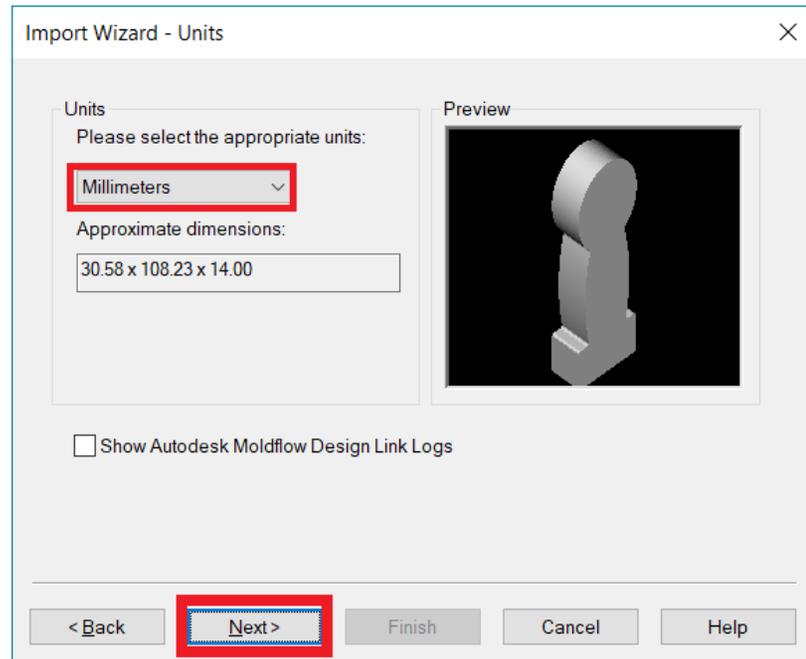


Figura 6.45 Selección de unidades.

- En la ventana **Import Wizard - Advanced Options**. Verificar que **Automatic clean up** y **Check suitability** se encuentren seleccionados (Figura 6.46).
- Dar click en *Next*.

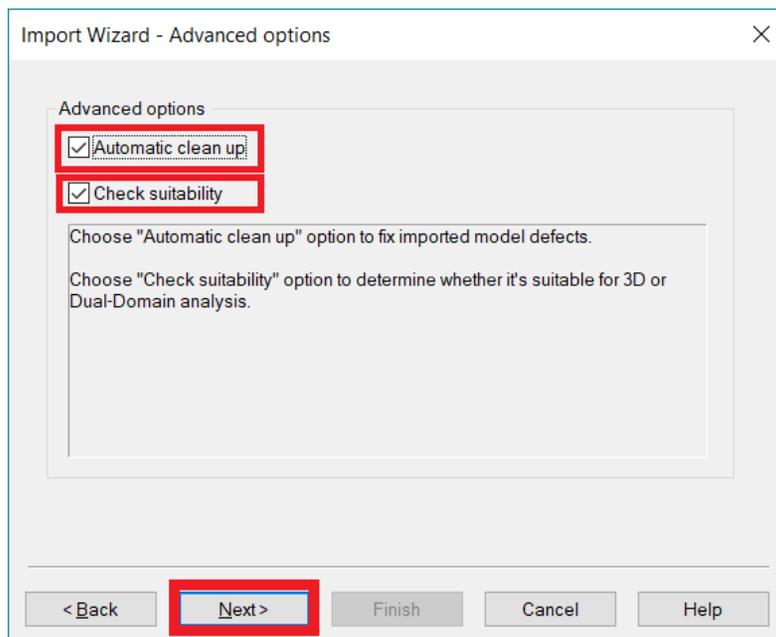


Figura 6.46 Opciones avanzadas.

- En la ventana **Import Wizard-Processing**. Seleccionar **Advanced-True 3D** (Figura 6.47).
- Click en **Finish**.

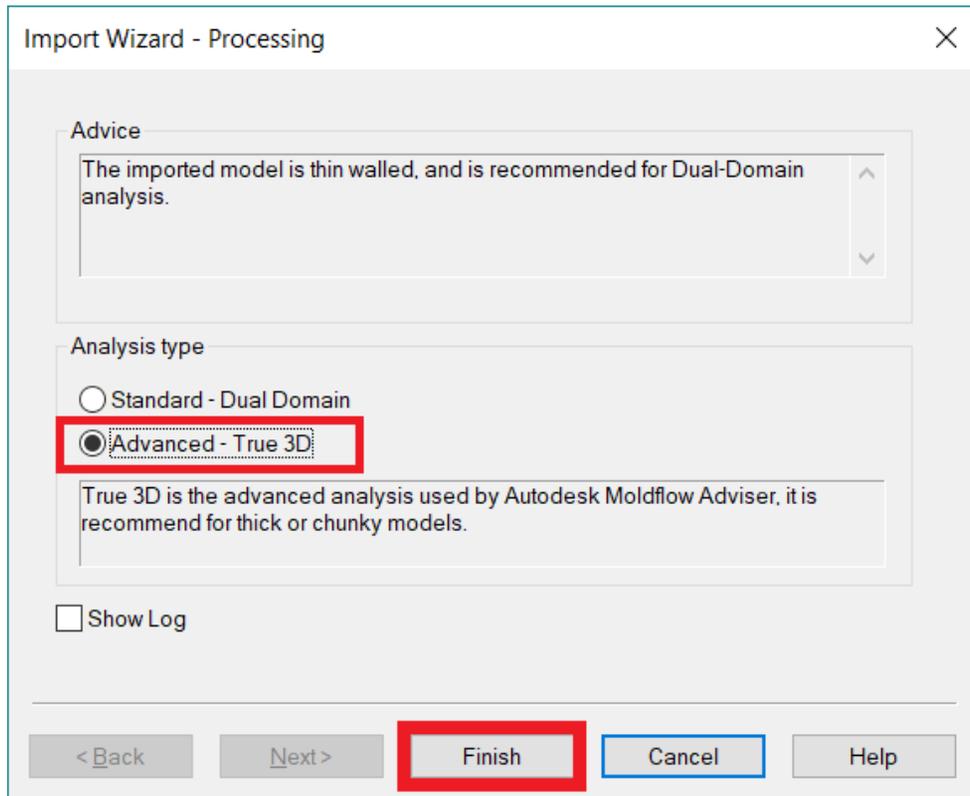


Figura 6.47 Procesamiento de la pieza.

- Seleccionar la pieza que acabamos de agregar y en la sección de **Layout** del menú superior, dar click en **Rotate** (Figura 6.48).

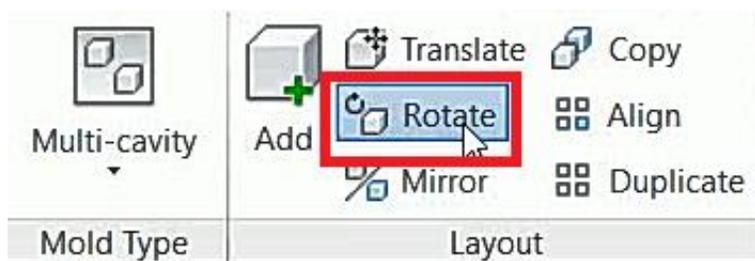


Figura 6.48 Función **Rotate**.

- En el submenú que aparece, seleccionamos la casilla de **Use part center** y posteriormente damos una rotación de -90° (Figura 6.49).

- Dar click en *Ok*.

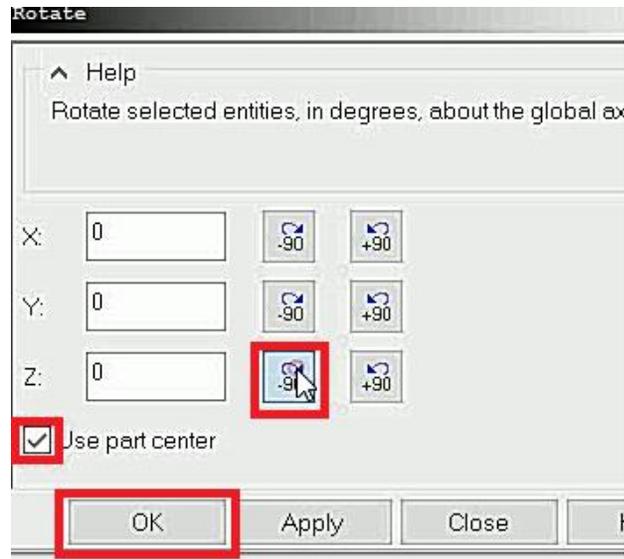


Figura 6.49 Rotar 90°.

- En la misma sección del menú superior, ahora seleccionamos Translate y volvemos a seleccionar la pieza (Figura 6.50).



Figura 6.50 Función Translate.

- Mover la pieza en Y= -111 (Figura 6.51).
- Dar click en *Ok*.

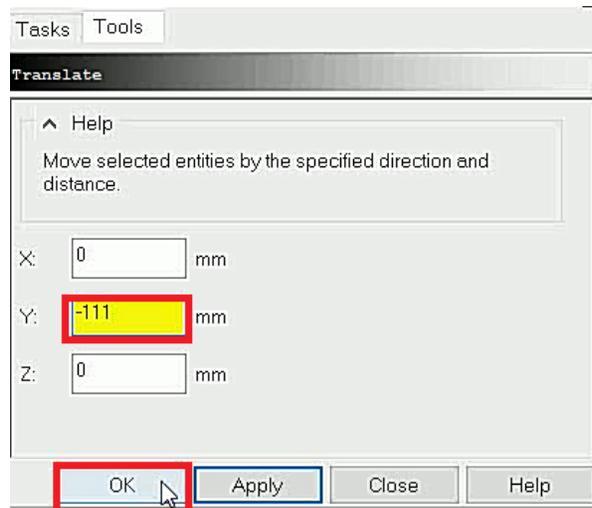


Figura 6.51 Coordenadas de la pieza.

- Seleccionar la pieza **Futbolito1.prt** y en el menú superior seleccionamos **Mirror** (Figura 6.52).



Figura 6.52 Función **Mirror**.

- Seleccionar el plano XY y dar click en **Ok** (Figura 6.53).

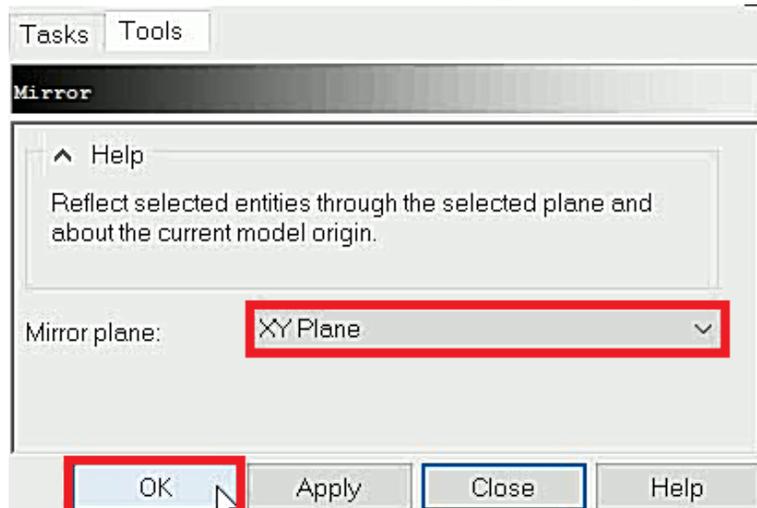


Figura 6.53 Espejo en plano XY.

- En el menú del lado izquierdo, ir a la pestaña de **Tasks** y dar click derecho en **Set Injection Locations** y dar click en **Set injection locations....** (Figura 6.54).

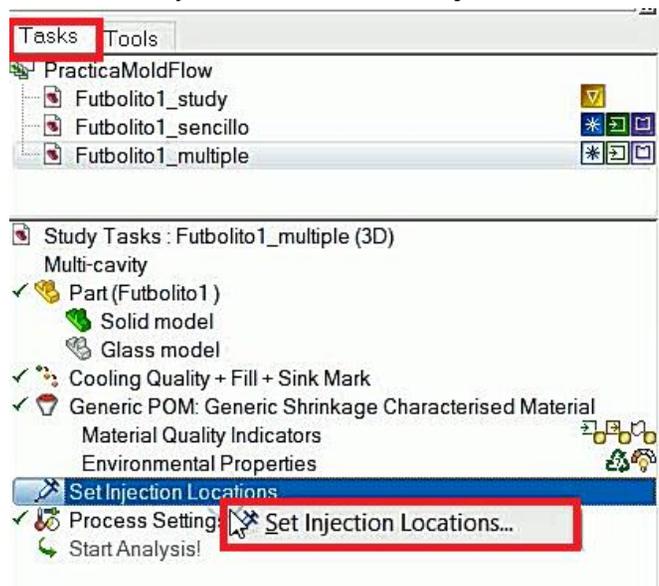


Figura 6.54 Colocar puntos de inyección.

- Seleccionar como puntos de inyección los laterales internos de las piezas, lugar en el cual en el análisis previamente realizado podemos encontrar un correcto llenado de la pieza (Figura 6.55) y (Figura 6.56).

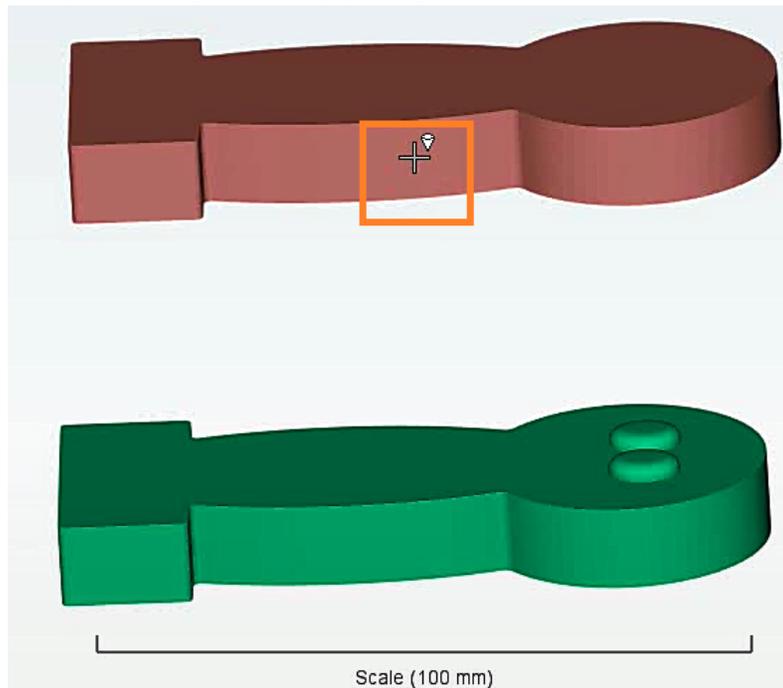


Figura 6.55 Punto de inyección de la primera pieza.

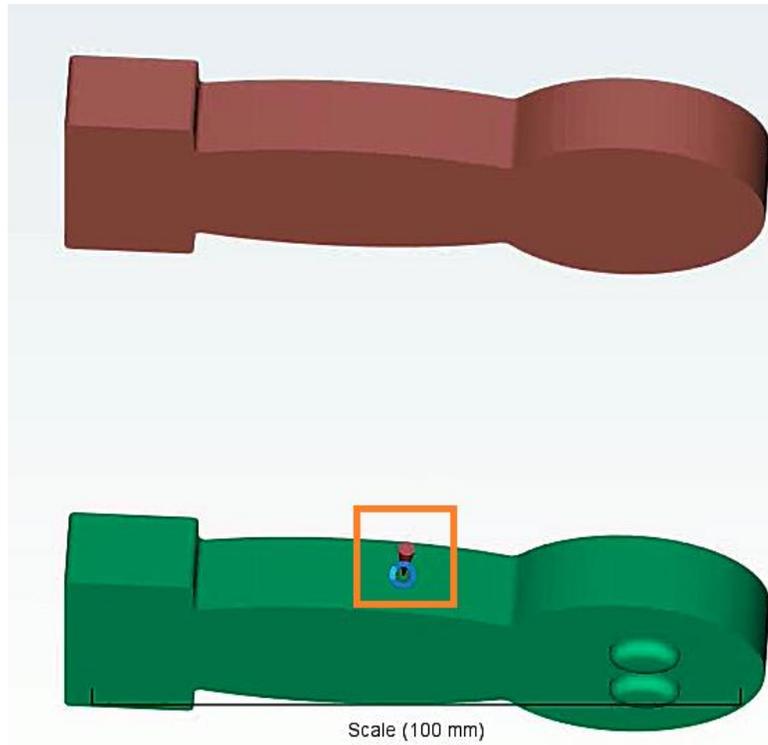


Figura 6.56 Punto de inyección de la segunda pieza.

- Dar click derecho en la pieza y seleccionar **Finish set injection locations** (Figura 6.57).

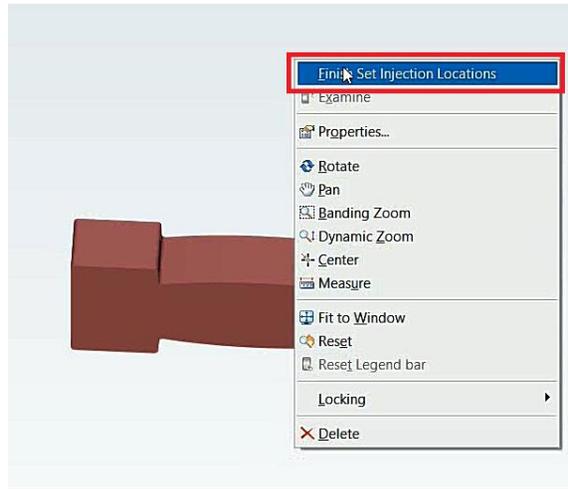


Figura 6.57 Terminar la colocación de los puntos de inyección.

- Dar doble click en el punto de inyección de la pieza **Futbolito2.prt** y modificamos sus coordenadas a (Figura 6.58):

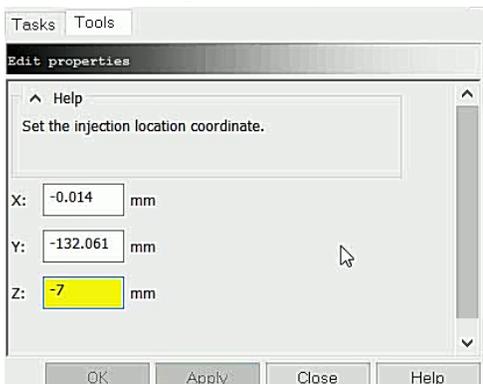


Figura 6.58 Coordenadas primer punto de inyección.

- Se realiza lo mismo en el punto de inyección de la otra pieza con las coordenadas (Figura 6.59) :

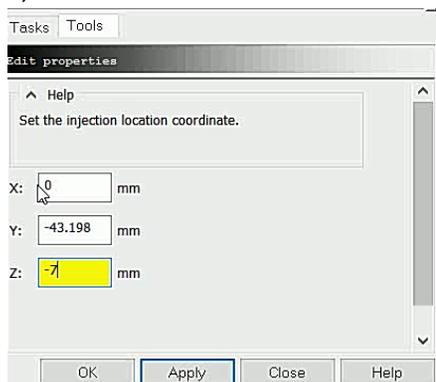


Figura 6.59 Coordenadas segundo punto de inyección.

- En el menú superior, en la sección de **Mold**, dar click en **Set Parting Plane** (Figura 6.60) el cual se colocará a una profundidad de Z=-8mm (Figura 6.61).

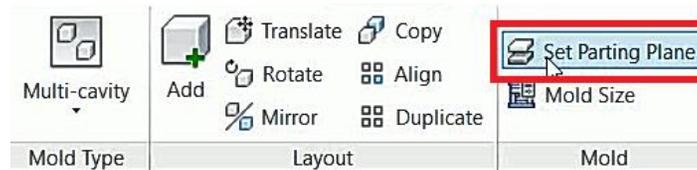


Figura 6.60 Colocar plano de partición.

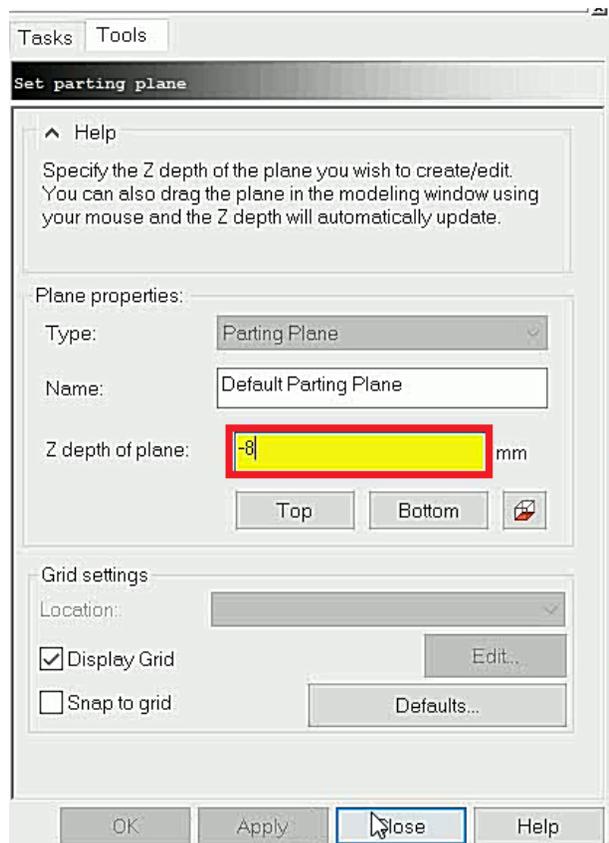


Figura 6.61 Profundidad del plano de partición.

- Dar click en **Mold Size** en el menú superior y colocar los siguientes valores (Figura 6.62):

Tasks Tools

Mold Properties

^ Help
Specify the size and properties of your mold. You can drag the mold edges in the modeling window using your mouse to resize the mold.

Plate thickness

A Plate: 12.7 mm

Floating Plate: 0 mm

B Plate: 25.4 mm

Mold dimensions

X: 115.5 mm

Y: 212 mm

Z: 38.1 mm

Offsets

Symmetric 10 %

-X: 3.637 mm +X: 3.637 mm

-Y: 35.21 mm +Y: 35.21 mm

Mold material

Tool Steel P-20

Grid settings

Location: [Dropdown]

Display Grid Edit...

Snap to grid Defaults...

OK Apply Close Help

Figura 6.62 Tamaño del molde.

- En la sección **Feed System** del menú superior, seleccionar **Runner Wizard** (Figura 6.63) y en el submenú siguiente, dar click en **Middle of the Mold** (Figura 6.64).



Figura 6.63 Función **Runner Wizard**.

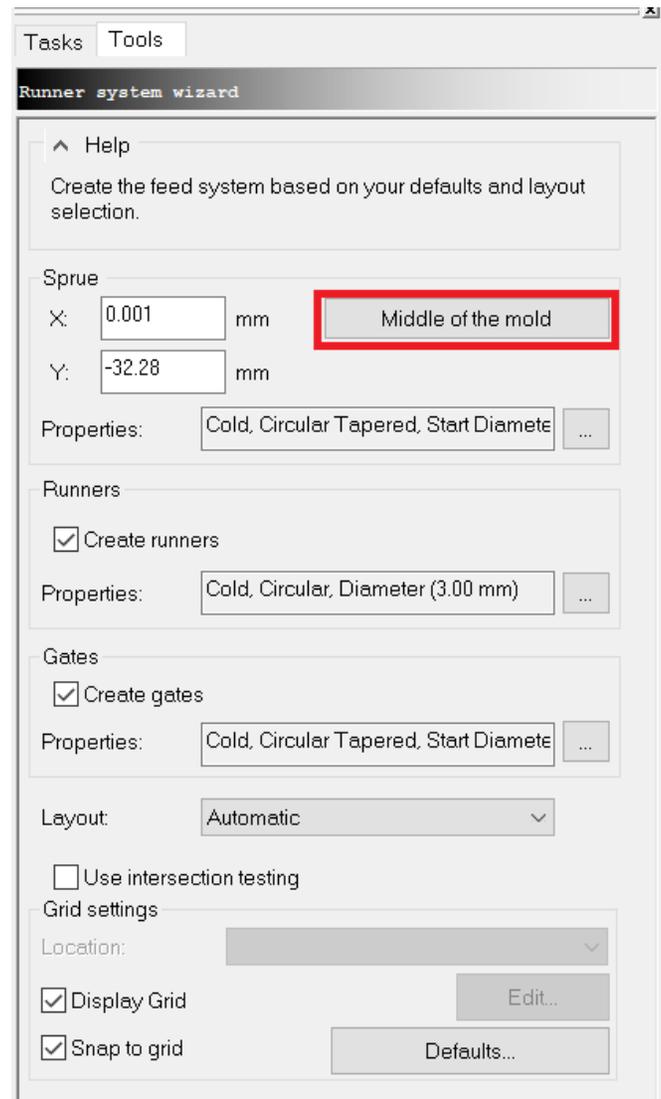


Figura 6.64 Configuración **Runner Wizard**.

- Dar click en Ok.

- En el menú superior, ir a la pestaña de **Home** y dar click en **Analysis Wizard** (Figura 6.65).

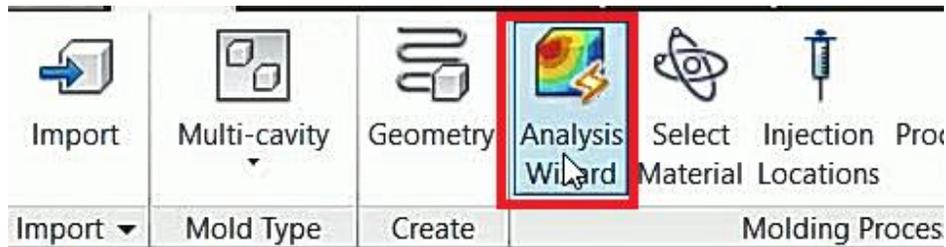


Figura 6.65 Función **Analysis Wizard**.

- Seleccionar el tipo de análisis que se desee, en este caso **Fill** y **Cooling Quality** (Figura 6.66).
- Dar click en **Analyze** y esperar a que el programa indique el término del análisis.

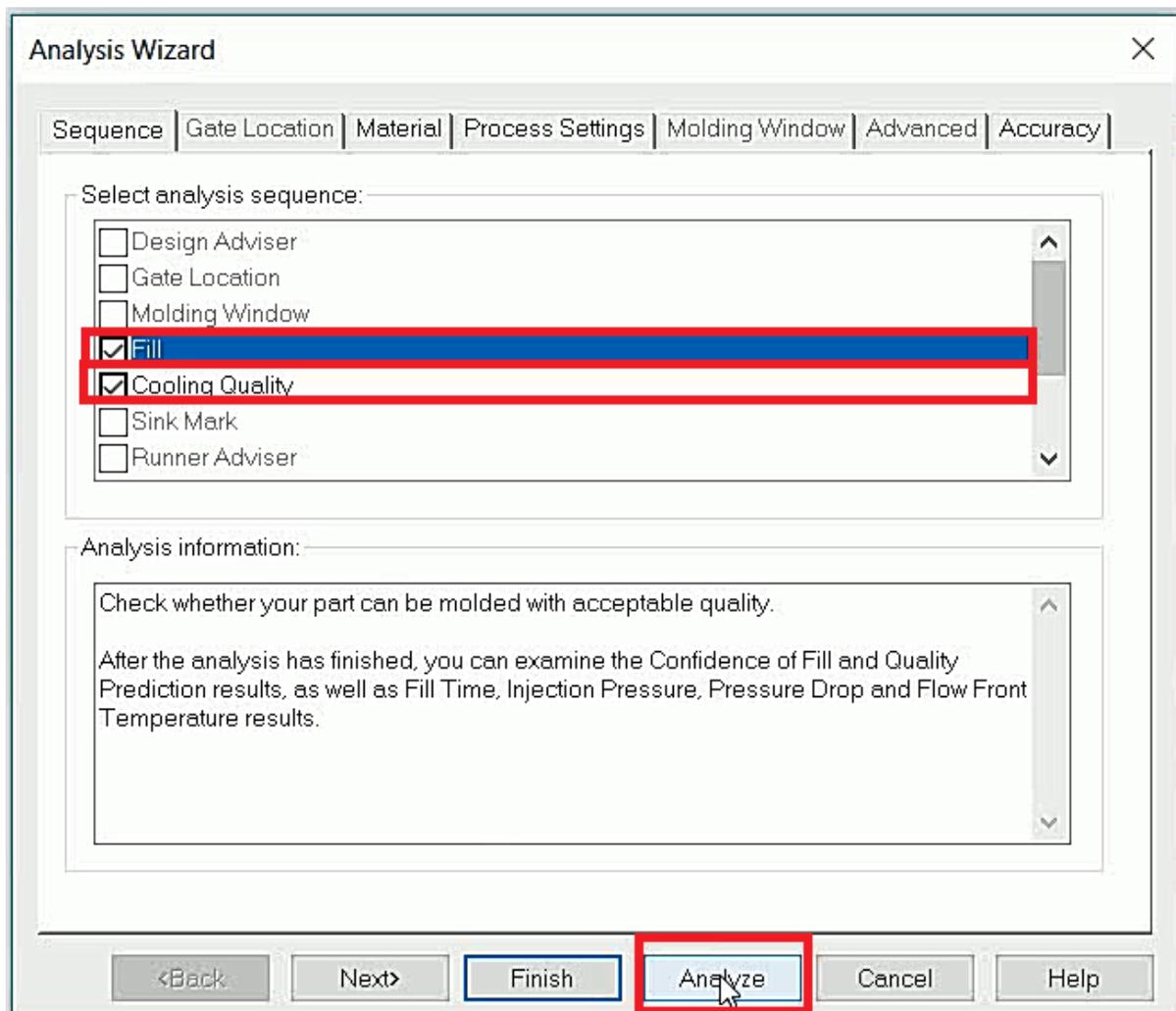


Figura 6.66 Selección de tipo de análisis.

- Observar los resultados (Figura 6.67).

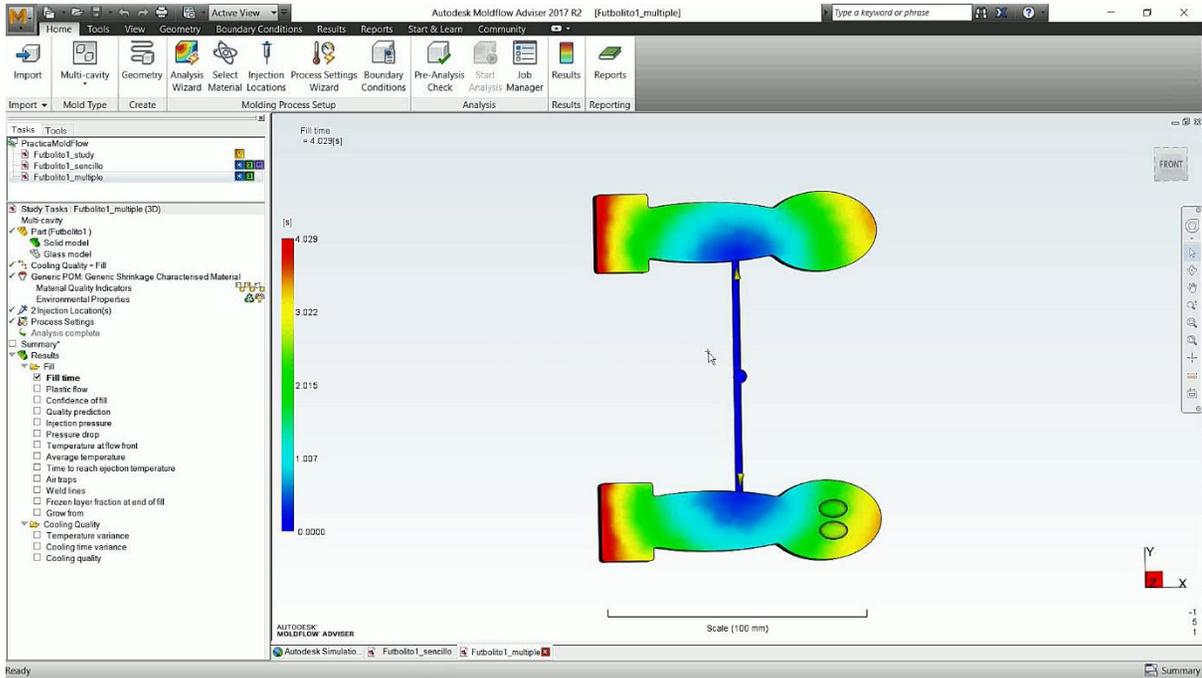


Figura 6.67 Resultados del análisis.

LINKS DIRECTOS A ARCHIVOS Y VIDEOS

ENSAMBLE Y MOVIMIENTO: <https://goo.gl/K5U5Tu>

IMPRESION 3D: <https://goo.gl/y1UQKQ>

LASER (MDF Y PCB):<https://goo.gl/zPspP7>

FEM: <https://goo.gl/hDcmt9>

MOLDFLOW: <https://goo.gl/BkGbjX>