



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

Estrategias de Fresado Multieje de Superficies con Catia

Autor:

López González, Jose Luis

Tutor:

Delgado Urrecho, Javier

Departamento

**CMIM-EG-IM-ICGM-IPF/ Ingeniería
de los procesos de fabricación**

Valladolid, Julio 2017.



RESUMEN

La finalidad de este Trabajo de Fin de Grado es realizar un estudio de las diferentes estrategias de programación de Catia para el fresado de superficies de geometría compleja en máquinas herramientas de múltiples ejes, generando un conjunto de zonas geométricas donde se aplican los diferentes comandos de mecanizado.

El trabajo se dividirá en dos partes. En la primera se explicarán detalladamente los comandos que dispone Catia para realizar este tipo de mecanizados y, dentro de cada comando, las principales opciones de las que dispone.

Se verá la creación de zonas geométricas, zonas de mecanizado, zonas de mecanizado a retrabajar, zonas con distancias libres a respetar, sistemas de ejes para el mecanizado, patrones de mecanizado y la vista de fabricación, útil para llevar una trazabilidad de los comandos citados.

La segunda parte consistirá en el desarrollo de un ejemplo de mecanizado empleando los comandos explicados.

PALABRAS CLAVE

MANUAL, CATIA, FRESADO, SUPERFICIES, CNC.

KEYWORDS

GUIDE, CATIA, MILLING, SURFACES, CNC



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



ÍNDICE GENERAL

1. Introducción, objetivos	9
2. Machining Features	11
3. Geometrical Zone.....	13
3.1. Geometrical Zone: Points	13
3.2. Geometrical Zone: Plane	18
3.3. Geometrical Zone: Lines	19
3.4. Geometrical Zone: Areas.....	21
4. Machining/ Slope Area	23
4.1. Machining/ Slope area: Geometry.....	23
4.2. Machining/ Slope area: Define.....	24
4.3. Machining/ Slope area: Edit	27
4.4. Machining/ Slope area: Operation.	32
5. Prismatic Machining Area.....	35
5.1. Pocket type.....	35
5.2. Contour type.....	37
5.3. Utilizar un <i>Prismatic machining area</i>	38
6. Rework Area	45
7. Prismatic Rework Area	55
8. Offset Group.....	61
9. Machining Pattern.....	67
9.1. Crear un patrón de mecanizado.	67
9.2. <i>Machining Pattern</i> : Opciones.....	68
9.3. Usar un patrón de mecanizado en una operación de mecanizado.	71
10. Machining Axis.....	75
10.1. <i>Selection</i>	76
10.2. Manual	77
10.3. Points in the view	78
10.4. NC Output Parameters	79
11. Manufacturing View	81
12. Mecanizado de superficie óptica	87
13. Conclusiones	95



13.1	Mejoras futuras	96
14.	Bibliografía	97



Imagen 1. Acceso al módulo.	11
Imagen 2. Barra de herramientas Machining Features	12
Imagen 3. Geometrical Zone. Cuadro de diálogo principal.....	13
Imagen 4. Geometrical Zone: Points. Cuadro de diálogo principal.	14
Imagen 5. Geometrical Zone: Points. Selección de puntos.	14
Imagen 6. Geometrical Zone: Points. Puntos seleccionados.....	15
Imagen 7. Select zones.	16
Imagen 8. Selección de geometría.	16
Imagen 9. Geometría seleccionada.....	17
Imagen 10. Comprobación de selección de geometría.....	17
Imagen 11. Geometrical Zone: Plane.	18
Imagen 12. Selección de Geometrical Zone: Plane.....	18
Imagen 13. Selección de Plano superior.....	19
Imagen 14. Geometrical Zone: Curve.....	19
Imagen 15. Selección de Geometrical Zone: Line.....	20
Imagen 16. Selección de contorno interior.....	20
Imagen 17. Geometrical Zone: Areas.	21
Imagen 18. Selección de Geometrical Zone: Areas.....	22
Imagen 19. Selección de Superficie interior.....	22
Imagen 20. Machining Area. Pestaña Geometry.	23
Imagen 21. Machining Area: Pestaña Define.	24
Imagen 22. Tipos de áreas.....	25
Imagen 23. Tipos de áreas visualizadas.	25
Imagen 24. Full display of area.....	26
Imagen 25. Small Area.	26
Imagen 26. Machining Area: Edit.....	27
Imagen 27. Edición de subsets desactivada.	27
Imagen 28. Edición de subsets.....	28
Imagen 29. Visualización contornos desactivables.....	28
Imagen 30. Contorno desactivado.....	28
Imagen 31. Visualización contorno activable.	29
Imagen 32. Contorno seleccionado.....	29
Imagen 33. Contorno reactivado.	29
Imagen 34. Previsualización del corte.....	30
Imagen 35. Selección de zona a eliminar.	30
Imagen 36. Nuevo contorno cerrado.....	30
Imagen 37. Creación de nuevo subconjunto.	31
Imagen 38. Menú contextual de Subset.	31
Imagen 39. Pestaña Operations.	32
Imagen 40. Assign Operations.	32
Imagen 41. Operaciones creadas en el árbol por Machining/ Slope Area.	33
Imagen 42. Operaciones en Manufacturing View.....	33
Imagen 43. Cara no válida.	34

Imagen 44. Icono Prismatic Machining Area.....	35
Imagen 45. Prismatic Machining: Pocket trype.....	35
Imagen 46. Open Pocket: Bottom Hard/ Soft.	36
Imagen 47. Closed Pocket: Bottom Hard/ Soft.....	36
Imagen 48. Definición zonas de pieza.....	36
Imagen 49. Top Soft: Bottom Hard/ Soft.....	37
Imagen 50. Top Hard: Bottom Hard/ Soft.....	37
Imagen 51. Prismatic Machining Area.....	38
Imagen 52. Zona de mecanizado asignada a una única operación.....	39
Imagen 53. Zona de mecanizado asignada a varias operaciones.	40
Imagen 54. Configuración de Analyze para ver material residual.	40
Imagen 55. Material sin mecanizar tras la operación.	41
Imagen 56. Material sobrante mecanizado.	41
Imagen 57. Machining view ordenada por características de mecanizado....	42
Imagen 58. Manufacturing View: Sort by Machining Features.	42
Imagen 59. Icono Rework Area.	45
Imagen 60. Rework Area: Cuadro de diálogo.....	46
Imagen 61. Pestaña Other.....	47
Imagen 62. Rework Area calculado.	48
Imagen 63. Localizar Rework Area.....	48
Imagen 64. Abrir edición de Rework Area.	49
Imagen 65. Rework Area: Pestaña Edit.	50
Imagen 66. Divide By Points.....	51
Imagen 67. Opciones para subconjuntos.....	51
Imagen 68. Pestaña Operations.....	52
Imagen 69. Assign Operation.	53
Imagen 70. Desplegable Assign.	54
Imagen 71. Botón Auto.	54
Imagen 72. Prismatic Rework Area.....	55
Imagen 73. Pocketing nº 1.	55
Imagen 74. Prismatic Rework Area: Cuadro de diálogo.	56
Imagen 75. Load From ejecutado.	57
Imagen 76. 2º Pocketing.....	58
Imagen 77. Icono Offset Group.	61
Imagen 78. Offset Group: Cuadro de diálogo principal.	61
Imagen 79. Offset Global.....	62
Imagen 80. Offset Local.....	62
Imagen 81. Selección de zonas para un Offset Local.	63
Imagen 82. Configuración de Offset Local.	63
Imagen 83. Offset Local: Edit.	64
Imagen 84. Offset Group: Remove.....	65
Imagen 85. Transición de herramienta entre caras con diferentes Offsets. ..	66
Imagen 86. Selección de un Offset Group en una operación.	66



Imagen 87. Icono Machining Pattern.	67
Imagen 88. Machining Pattern: cuadro de diálogo.	67
Imagen 89. Pattern selection.	68
Imagen 90. Jump distance.	68
Imagen 91. Proyección de puntos en Machining Pattern.	69
Imagen 92. Orden del patrón.	69
Imagen 93. Band ordering.	70
Imagen 94. Zig-Zag.	70
Imagen 95. One way.	70
Imagen 96. Selección del Machining Pattern.	71
Imagen 97. Patrón indicado en el 3D.	72
Imagen 98. Patrón seleccionado en la operación de taladrado.	72
Imagen 99. Resultado final del taladrado con patrón.	73
Imagen 100. Sort by Patterns.	74
Imagen 101. Machining Axis.	75
Imagen 102. Cuadro de diálogo de Machining Axis.	75
Imagen 103. Selección de eje X: Paso 1.	76
Imagen 104. Machining Axis: Selection.	76
Imagen 105. Machining Axis: Manual, Components.	77
Imagen 106. Machining Axis: Manual, Angles.	77
Imagen 107. Selección de los ejes referencia.	78
Imagen 108. Machining Axis: Normal to the screen direction.	78
Imagen 109. Points in the view: Primer click.	78
Imagen 110. Points in the view: segundo click.	79
Imagen 111. NC Output Parameters.	79
<i>Imagen 112. Icono Manufacturing View.</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 113. Ventana principal Manufacturing View.</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 114. Menús contextuales de Manufacturing View.</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 115. Orden de Manufacturing View.</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 116. Selección de elementos no utilizados para eliminar.</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 117. Sort by Features.</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 118. Sort by Patterns.</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 119. Sort by Operations.</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 120. Sort by Tooling.</i>	<i>84</i>
<i>Imagen 121. Sort by Machining Features.</i>	<i>85</i>
Imagen 122. Geometrical Zone de óptica unitaria.	88
Imagen 123. Offset group óptica unitaria.	88
Imagen 124. Barrido multieje faceta óptica.	89
Imagen 125. Eje de herramienta perpendicular a superficie.	89
Imagen 126. Faceta óptica tras desbaste.	90
Imagen 127. Tocho inicial faceta óptica.	90
Imagen 128. Offset de 1mm respetado.	90
Imagen 129. Análisis de curvatura de la faceta óptica.	91



Imagen 130. Resultado del mecanizado de la faceta óptica.....	92
Imagen 131. Zoom de la superficie obtenida.	92
Imagen 132. Desbaste.....	93
Imagen 133. Segundo mecanizado.	93
Imagen 134. Diferentes distancias entre pasos.	94



1. Introducción, objetivos

Mi compañero Catia, ese programa que me ha acompañado durante tantas horas a lo largo de esta carrera, el mismo que me fascinó el primer día que mostró su potencial, que me dejó boquiabierto al ver la cantidad de recursos que consumía en mi equipo. El que me permitió, en primer lugar, poder crear los volúmenes existentes en mi imaginación y, en segundo lugar, me brindó los medios para generar un código numérico, y así poder mecanizar las piezas que había diseñado. Ese compañero que durante tanto tiempo me ha acompañado en mi etapa académica, va a ser el protagonista del trabajo encargado de cerrar dicha etapa, al menos, por el momento.

No se puede considerar una despedida, ni un hasta pronto, puesto que, desde el primer día de mi incorporación al mundo laboral, Catia me sigue acompañando.

En la primera toma de contacto con el módulo de mecanizado de Catia, *Machining*, se explica cómo preparar la pieza para ser torneada, para llevarla a la fresadora, cómo realizar un cambio de herramienta, cómo elegir la máquina con la que se va a mecanizar, cómo realizar un desbastado, contorneado... Operaciones necesarias que conforman la base de éste módulo, pero según se va uno adentrando en el módulo aparecen comandos más específicos, que no da tiempo a ver en esas primeras tomas de contacto pero que están ahí, y tienen una gran utilidad. En este punto es donde interviene el presente trabajo, para arrojar un poco de luz sobre unos comandos del módulo de mecanizado, escondidos bajo la barra de herramientas *Machining Features*

El objetivo de este trabajo es profundizar algo más en el módulo de mecanizado avanzado de la herramienta Catia. A modo de manual o guía se pretenden explicar las funcionalidades de los comandos contenidos en la barra de herramientas *Machining Features*, orientada a la creación de zonas geométricas que posteriormente se utilizarán en las operaciones de mecanizado. Se va a mostrar cómo utilizar la vista de fabricación, imprescindible para la gestión de zonas geométricas y útil para la gestión de operaciones de mecanizado.

A la hora de mecanizar con Catia una geometría complicada, resulta interesante dividir por zonas dicha geometría, mecanizarlas por separado simplificando las operaciones. Esto permite personalizar cada operación con unos parámetros más ajustados que si dicha zona se mecanizase junto al resto de la geometría.

Si sólo se necesita una tolerancia muy fina en una zona concreta de la pieza, sólo se empleará la herramienta que permita obtener dicha tolerancia en esa zona. Por norma general, cuanto menor tolerancia se requiere, más cara es la herramienta capaz de conseguirla (será más difícil de obtener o tendrá menor



vida útil) o más tiempo se tarda en mecanizar esa zona, puesto que habrá que realizar mayor número de pasadas.

Al mecanizar lo estrictamente necesario con una herramienta “cara” y “lenta” se ahorra tiempo y dinero, frente a la opción de mecanizar mayor cantidad de pieza con esa misma herramienta.

También se puede enfocar desde el punto de vista de la calidad, sin dejar de lado el punto de vista económico claro; estos dos puntos de vista siempre van de la mano, y enfrentados, en el mundo de la fabricación. Se obtienen resultados con mayor calidad al poder disminuir la tolerancia de una zona concreta. Esto podría no ser viable si la alternativa para llegar a cierta calidad fuese mecanizar una zona mucho mayor.

Como el programa Catia no está disponible en castellano y, en la universidad, siempre lo hemos trabajado en inglés, se harán referencias a los nombres de los comandos y operaciones en inglés, marcando la palabra en cursiva, y en algunas ocasiones, a mayores, a su traducción al castellano, respetando la “jerga” empleada a la hora de trabajar con Catia.

2. Machining Features

En este primer apartado se pretende situar la barra de herramientas objeto de estudio dentro de la interfaz del programa. Éste trabajo se centra sobre la barra de herramientas *Machining Features* en el módulo de mecanizado avanzado *Advanced Machinig* dentro de *Machining*. La ruta de acceso es la que se muestra en la siguiente imagen.

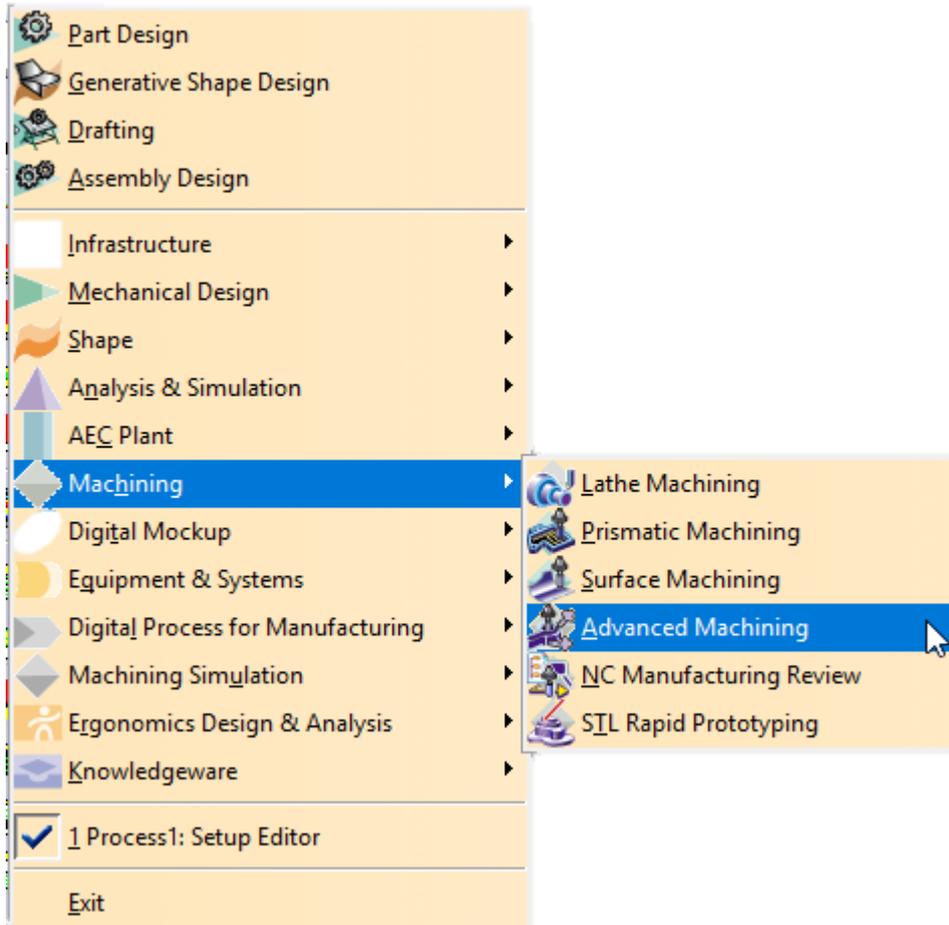


Imagen 1. Acceso al módulo.

Una vez dentro de *Advanced Machining*, habrá que mostrar la barra de herramientas *Machinign Features*, puesto que por defecto se encuentra oculta en la interfaz del módulo. Para mostrarla hay que hacer click derecho sobre cualquier cinta de opciones de Catia (bordes de la ventana de visualización) y seleccionar *Machining Features* de la lista para que se visualice.

Una vez mostrada la barra de herramientas, se descubren los comandos de la imagen 2:

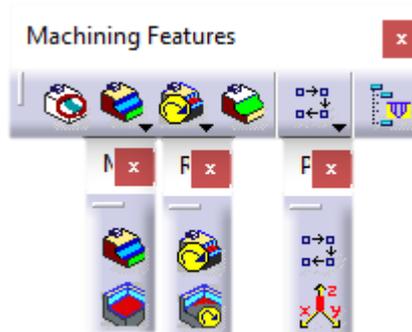


Imagen 2. Barra de herramientas Machining Features

Enumerando los comandos por orden, de izquierda a derecha y de arriba abajo:

- Geometrical Zone.
- Machining/Slope Area.
- Prismatic Machining Area.
- Rework Area.
- Prismatic Rework Area.
- Offset Group.
- Machining Pattern.
- Machining Axis System.
- Manufacturing View.

Estos serán los apartados que se analizarán en las siguientes páginas.

3. Geometrical Zone

El comando *Geometrical Zone* (zona geométrica) permite crear zonas geométricas para emplear posteriormente en operaciones de mecanizado. Se emplea para definir ciertas geometrías que se van a utilizar en más de una ocasión, siendo guardadas y quedando accesibles en un *Geometrical Zone*.

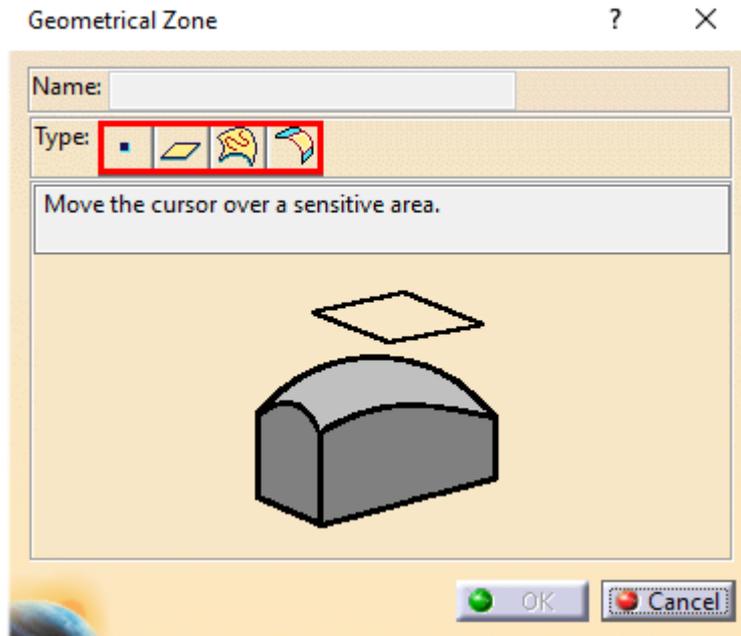


Imagen 3. *Geometrical Zone*. Cuadro de diálogo principal.

Se selecciona el icono que corresponda con la zona geométrica que se quiere crear ya sea punto, plano, curva o superficie.

3.1. Geometrical Zone: Points

Al seleccionar el icono *Points* en el cuadro de diálogo se activan 4 puntos quedando el cuadro de la siguiente manera:

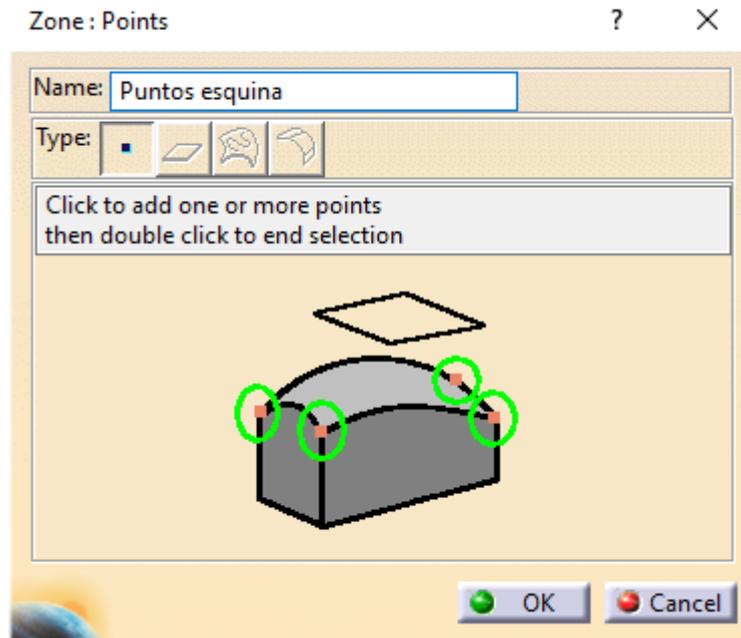


Imagen 4. Geometrical Zone: Points. Cuadro de diálogo principal.

Lo primero que se debería hacer es nombrar la zona geométrica, en este caso “Puntos esquina” para tener una trazabilidad.

Al hacer click en uno los puntos, se oculta el cuadro de diálogo y se muestra el 3D, donde hay que elegir el punto o puntos que se deseen añadir a la zona geométrica.

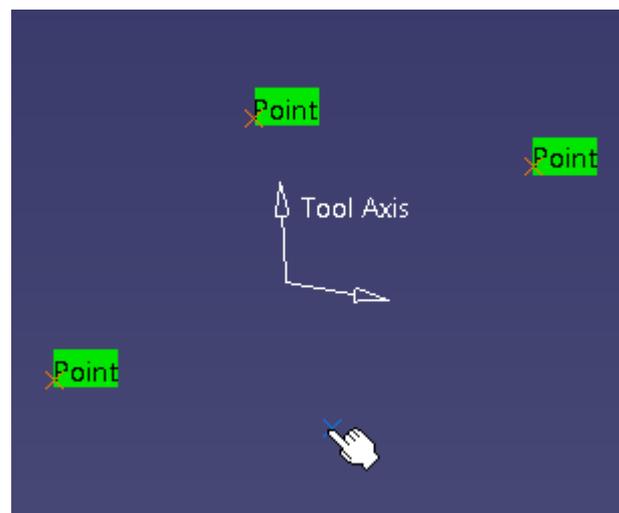


Imagen 5. Geometrical Zone: Points. Selección de puntos.

Aunque es posible seleccionar puntos directamente de un sólido, es recomendable crear previamente los puntos que se van a necesitar, para

asegurar una buena actualización de los mismos y tener una mejor trazabilidad de los datos.

Una vez seleccionados los puntos deseados, hacer doble click en el espacio de trabajo vacío para retornar al cuadro de diálogo principal, en el cual los puntos seleccionables han pasado a estar en color verde como se muestra en la siguiente imagen.

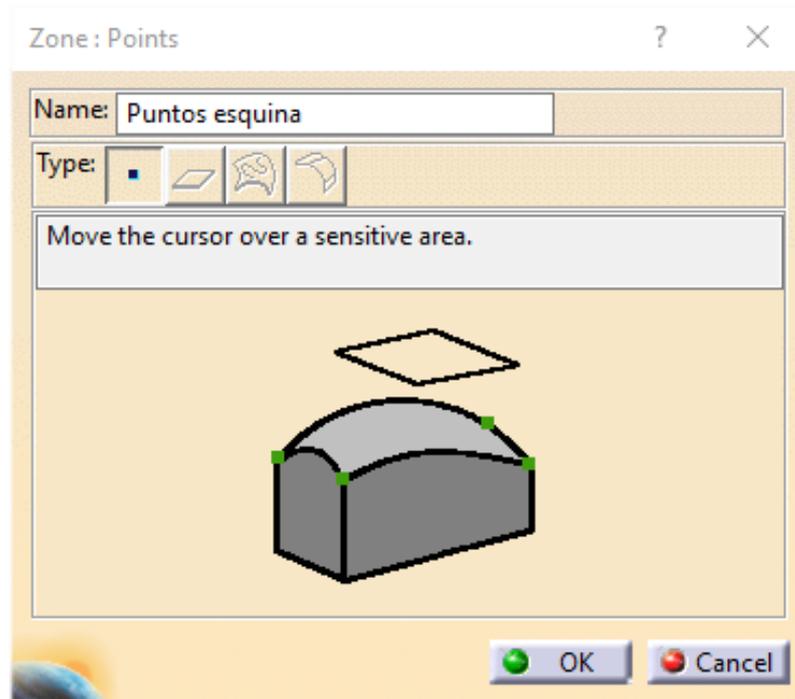


Imagen 6. Geometrical Zone: Points. Puntos seleccionados.

A continuación click en *OK* y se crea la zona geométrica.

Esta zona no es visible a priori, se accede a ella desde la vista de fabricación (*Manufacturign View*). Se seleccionará dentro de la operación de mecanizado donde se necesite.

En la operación de mecanizado en cuestión, dónde aparezca para introducir puntos, hay que hacer click derecho encima, y seleccionar del submenú: *Select Zones*. Como se muestra a continuación:

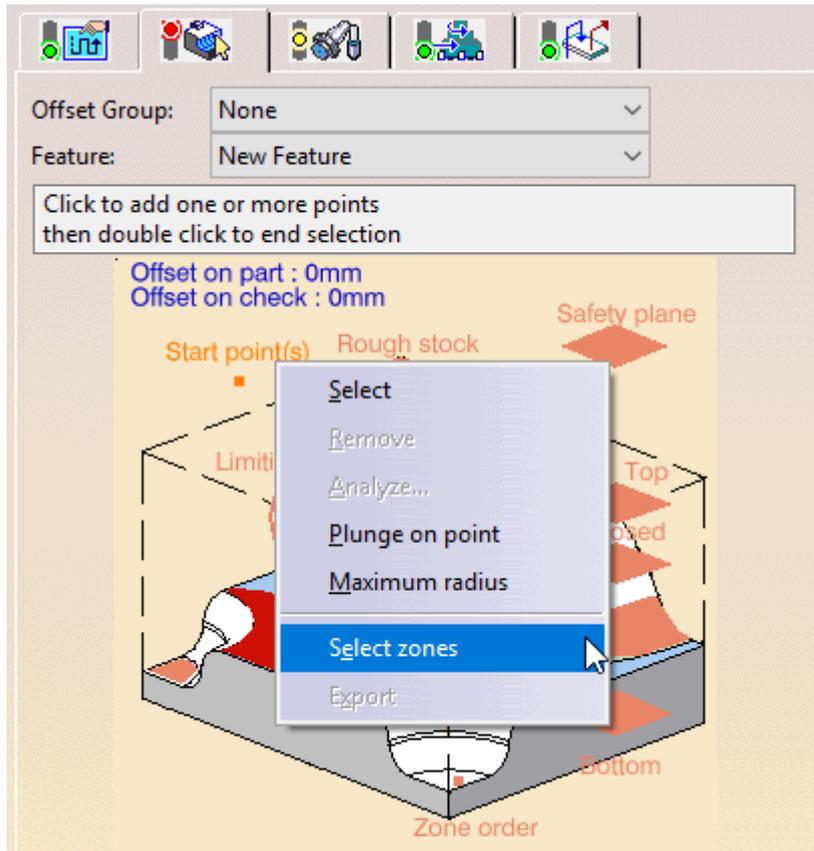


Imagen 7. Select zones.

Aparecerá el siguiente cuadro de diálogo con nuestro *Geometrical Zone* “Puntos esquina” creado anteriormente. Hay que seleccionar nuestra zona geométrica para pasarla a la ventana de *Selected*.

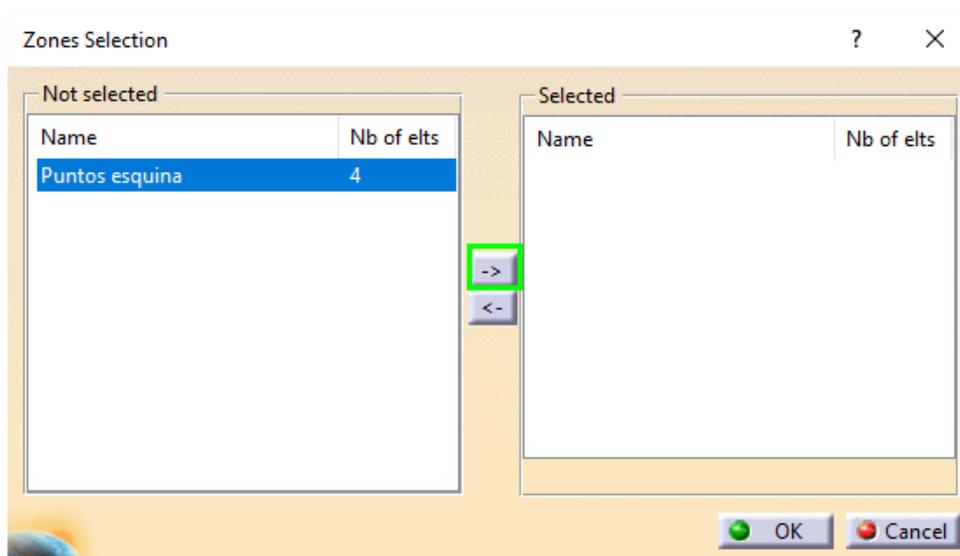


Imagen 8. Selección de geometría.

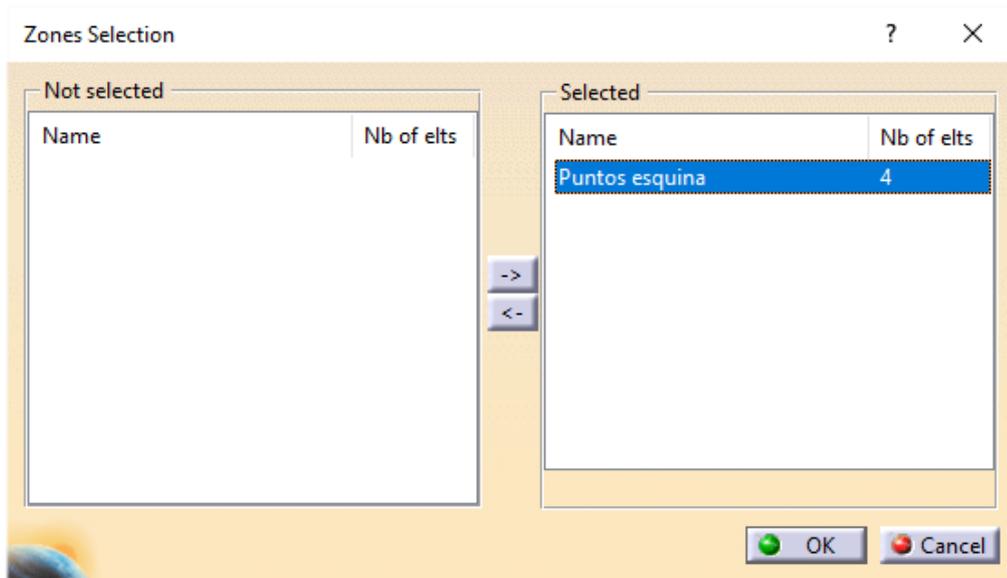


Imagen 9. Geometría seleccionada.

OK y ya estaría añadido a la operación de mecanizado.

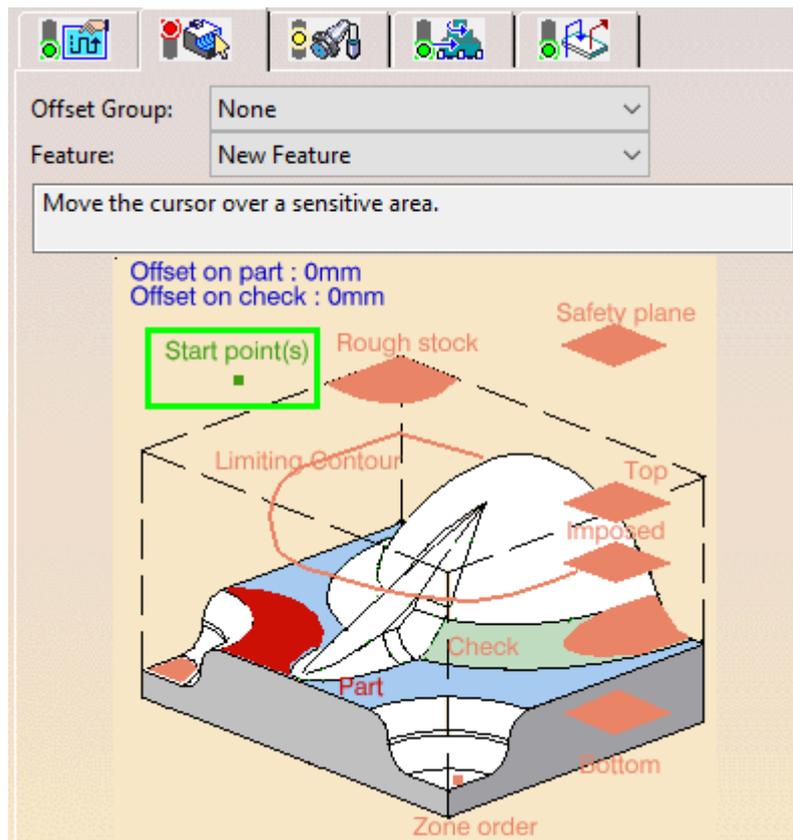


Imagen 10. Comprobación de selección de geometría.

3.2. Geometrical Zone: Plane

De la misma manera se procede con la opción de planos. Hay que hacer click en el plano que aparece en el cuadro de diálogo, éste se ocultará dejando sólo visible el 3D, se selecciona el plano deseado y automáticamente se vuelve a mostrar el cuadro de diálogo, ya con el plano seleccionado como se ve en la siguiente imagen:

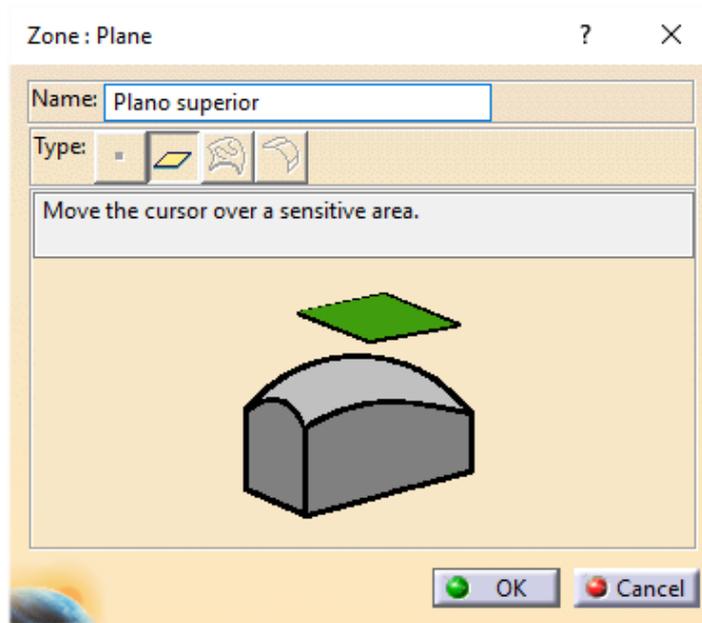


Imagen 11. Geometrical Zone: Plane.

Click en *OK* y se crea la zona geométrica.

Para utilizar esta zona geométrica se procede de igual manera que en el caso de los puntos. Cuando se esté definiendo una operación de mecanizado, click derecho con el cursor sobre alguna opción para añadir plano:

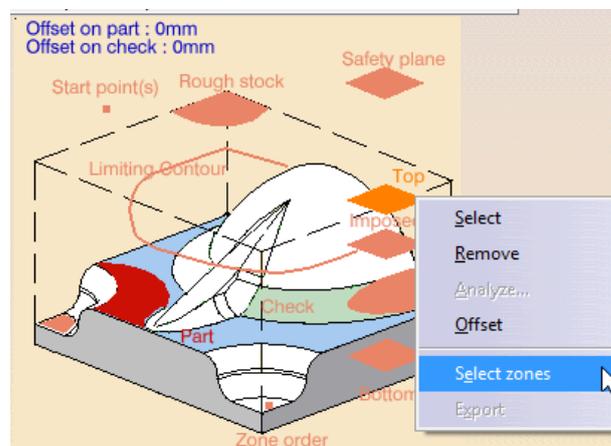


Imagen 12. Selección de Geometrical Zone: Plane.

Se selecciona la zona geométrica de la lista y *OK*:

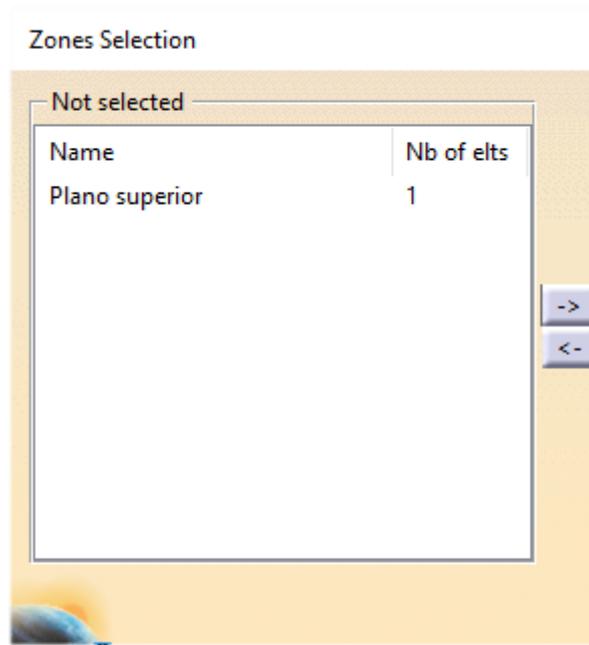


Imagen 13. Selección de Plano superior.

3.3. Geometrical Zone: Lines

Como en los dos casos anteriores, puntos y plano, hay que hacer click en el icono *line* que aparece en el cuadro de diálogo. El cuadro de diálogo se ocultará dejando sólo visible el 3D, se selecciona la curva deseada y hacer doble click en el espacio vacío para volver al cuadro de diálogo, ya con la curva seleccionada:

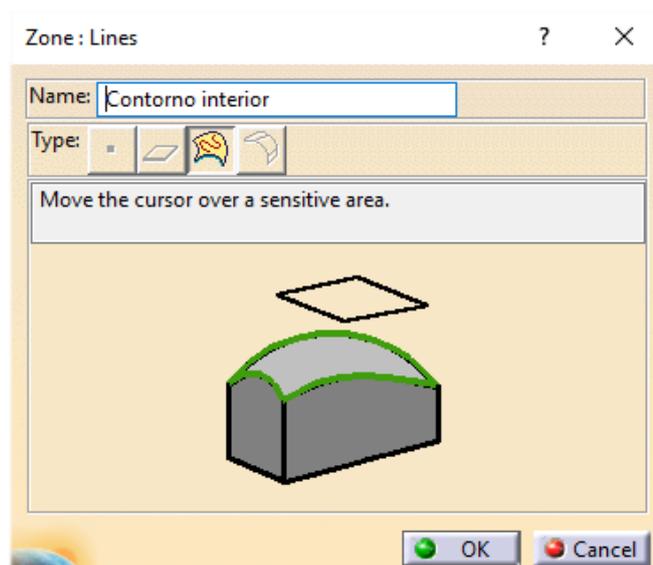


Imagen 14. Geometrical Zone: Curve.

Para usar el la zona geométrica creada, en la operación de mecanizado donde se quiera emplear, click derecho encima de alguna opción de selección de curva y elegir *Select zones*.

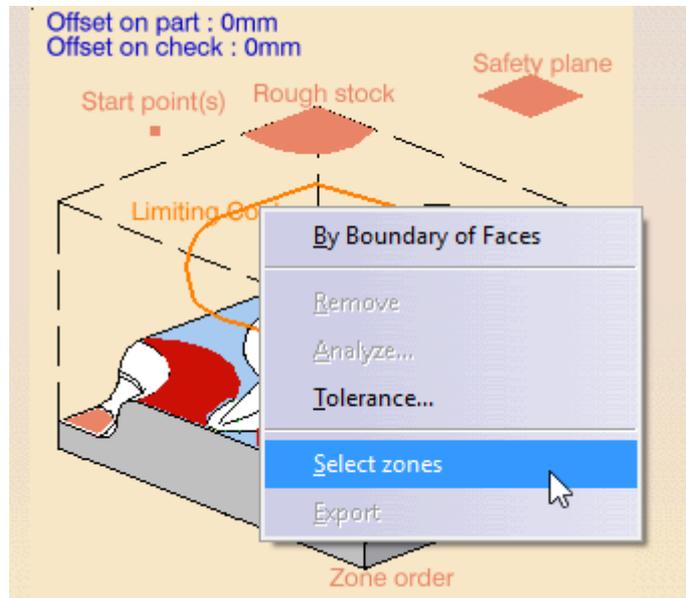


Imagen 15. Selección de Geometrical Zone: Line.

Se elige de la lista la zona de curvas deseada y click en *OK*.

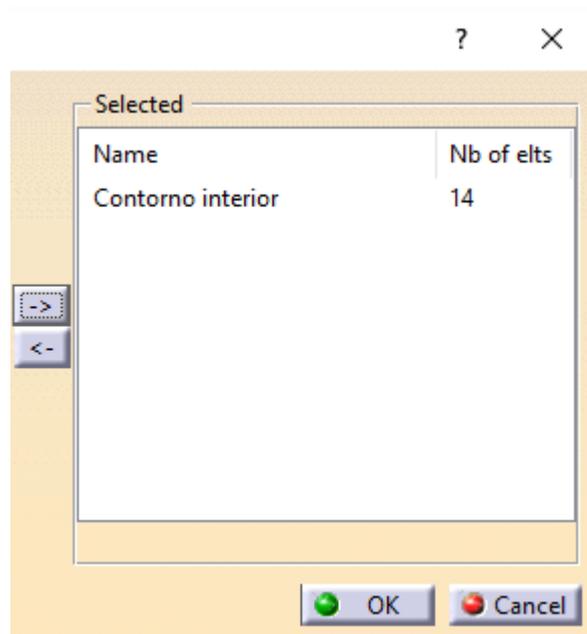


Imagen 16. Selección de contorno interior.

3.4. Geometrical Zone: Areas.

La última opción de *Geometrical Zone* sirve para crear zonas geométricas con superficies, para ello hay que seleccionar el último icono del cuadro de diálogo. Al hacer click en la superficie iluminada del cuadro de diálogo, éste se ocultará para que se seleccione en el 3D las superficies deseadas. Una vez seleccionadas, doble click en el espacio vacío para retornar al cuadro de diálogo.

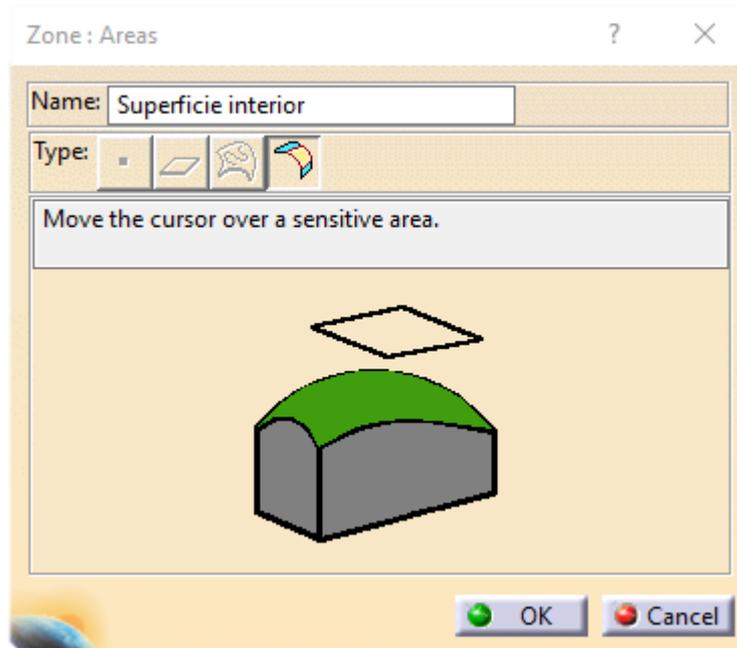


Imagen 17. Geometrical Zone: Areas.

Click *OK* para crear la superficie o superficies seleccionadas como zona geométrica.

Para seleccionar la zona creada se procede de igual manera que en todos los casos anteriores, desde el cuadro de diálogo de una operación de mecanizado y hacer click derecho sobre la opción donde permita seleccionar superficies, como se muestra en esta imagen:

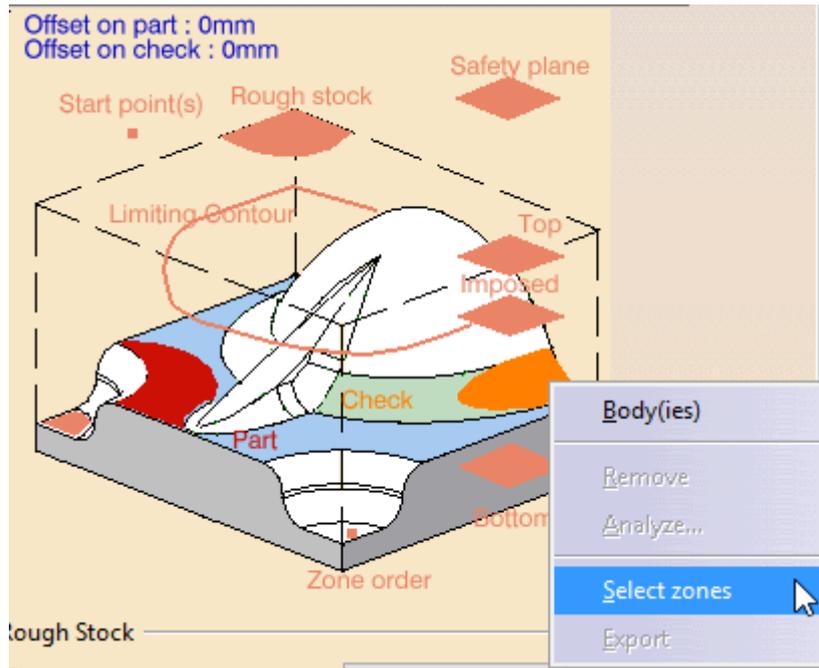


Imagen 18. Selección de Geometrical Zone: Areas.

Se selecciona, en la siguiente ventana, la zona geométrica creada y click OK:

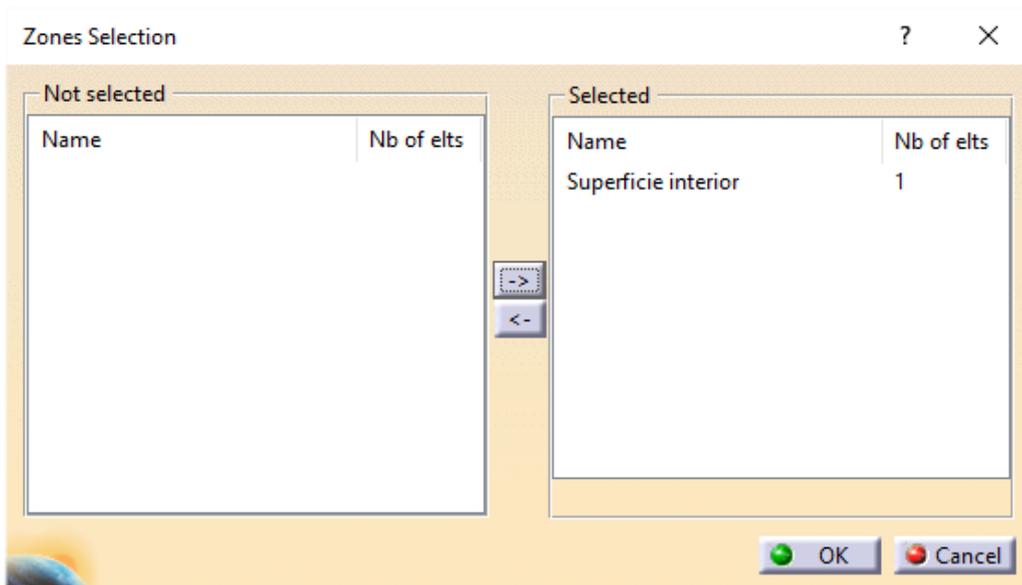


Imagen 19. Selección de Superficie interior.

4. Machining/ Slope Area

Se utiliza para definir zonas de una pieza, primero se debe definir una *Machining area* para luego poder asignarla a las operaciones de mecanizado. Antes de empezar a mecanizar hay que ser conscientes de que puede haber zonas que se obtendrán con diferentes operaciones de mecanizado, y es donde cobra importancia este apartado, en poder definir zonas concretas para mecanizar con una operación diferente al resto de la pieza por ejemplo.

Un *machining area* puede ser la propia pieza completa, unas superficies o una zona de superficie limitada por un contorno. Se pueden diferenciar entre zonas horizontales, verticales e inclinadas, y tener diferentes operaciones de mecanizado asignadas a cada una de ellas.

4.1. Machining/ Slope area: Geometry

Cuando se lanza el comando aparece el cuadro de diálogo principal, por defecto con la pestaña de selección de geometría mostrada:

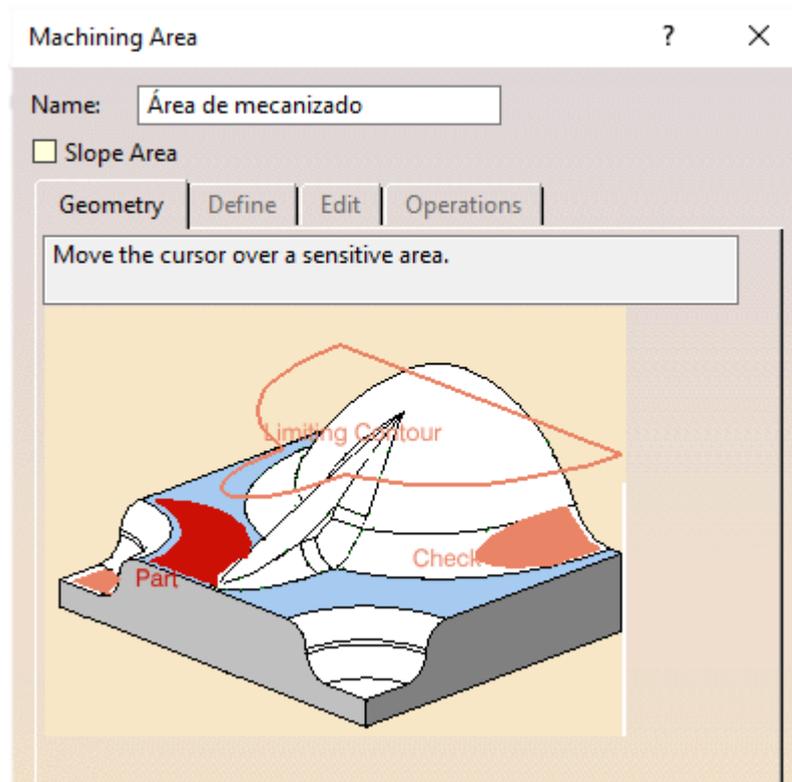


Imagen 20. Machining Area. Pestaña Geometry.

Lo primero, como siempre, debería ser asignar un nombre al *Machining area*. Después hay que hacer click sobre *Part* para que se muestre la ventana del 3D donde se debe seleccionar la pieza, doble click en el espacio vacío para confirmar y volver al cuadro de dialogo.

Al marcar la casilla *slope area* se activan las pestañas *Define* y *Operations*.

4.2. Machining/ Slope area: Define

La pestaña *Define* se utiliza para definir la herramienta, la tolerancia y el offset a usar en el *Machining area*.

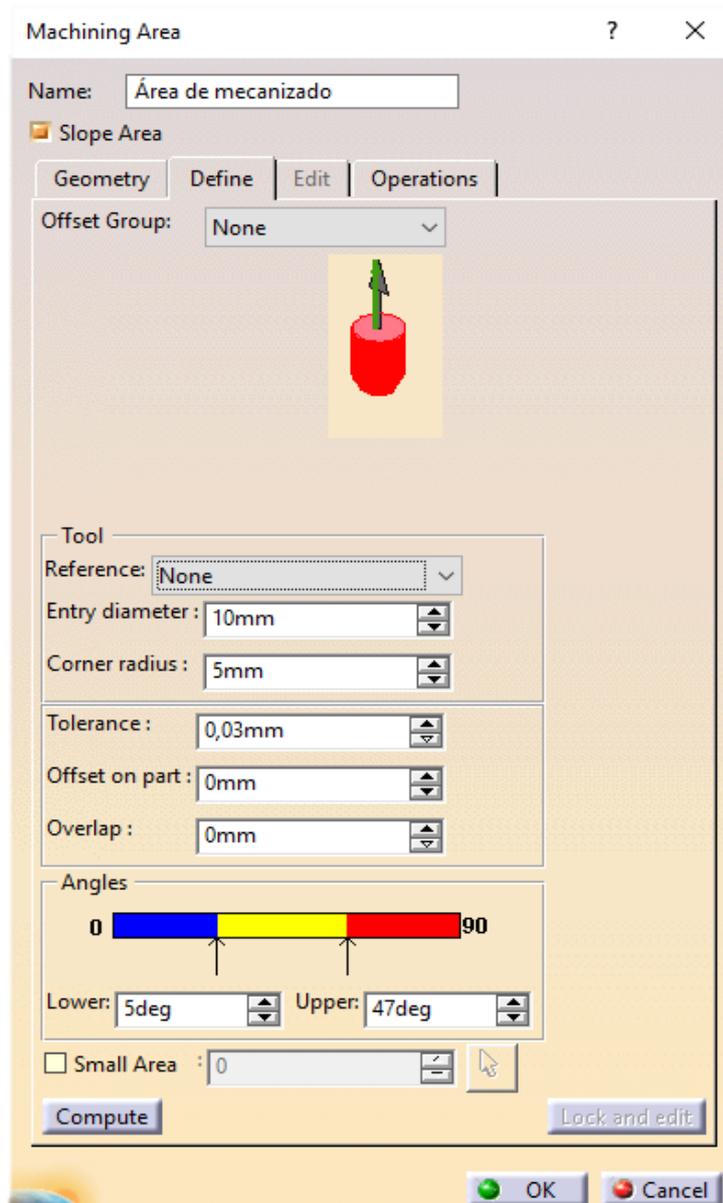


Imagen 21. Machining Area: Pestaña Define.

Los ángulos que aparecen sirven para delimitar el umbral que define cada zona, horizontal, inclinada y vertical, pudiéndose seleccionar los que se deseen.

Por ejemplo en la imagen 21, de 0° a 5° se considera zona horizontal, de 5° a 47° zona intermedia y de 47° a 90° zona vertical.

Al hacer click en *compute* los 3 tipos diferentes de áreas se mostrarán en la pieza (vertical, inclinado y horizontal). Por defecto todos están mostrados, cada uno de un color, y se pueden ocultar seleccionándolos, haciendo click derecho sobre ellos y *Show/Hide*, en el menú contextual.

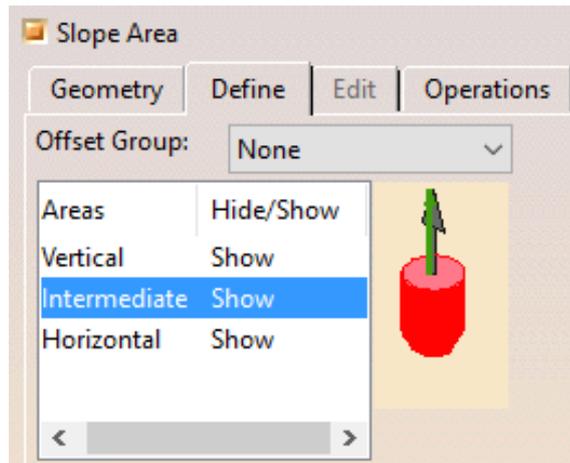


Imagen 22. Tipos de áreas.

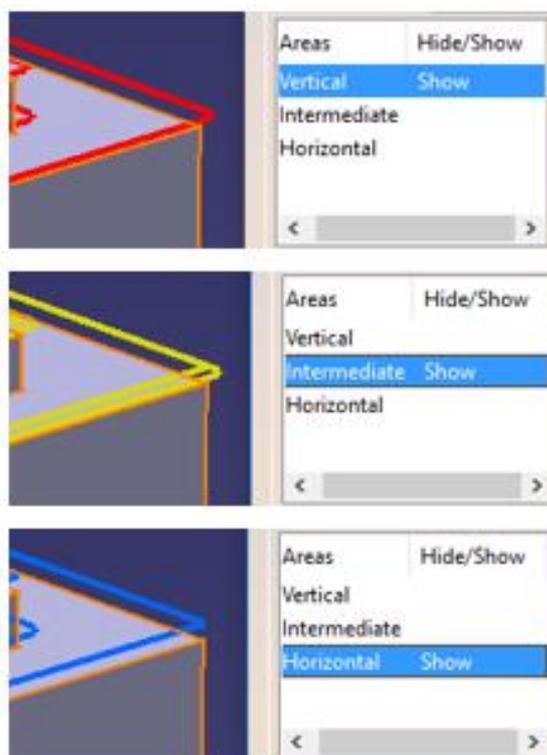


Imagen 23. Tipos de áreas visualizadas.

Marcando la casilla *Full display of area* se activa una forma de visualización para ver mejor el solapamiento de cada zona.

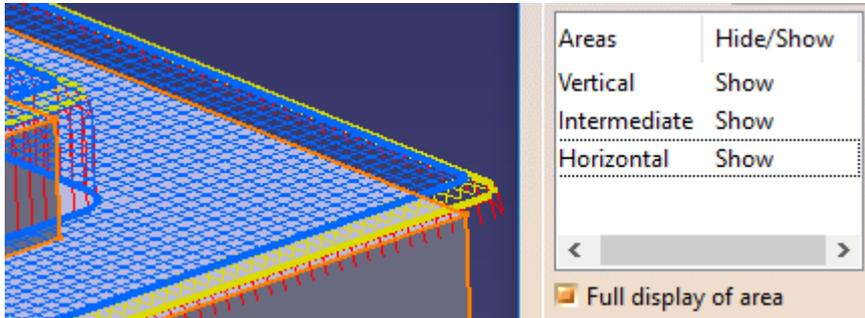


Imagen 24. *Full display of area*.

La zona vertical correspondiente al contorno límite de la pieza no se visualiza en este modo. *Full display of area* no se mantiene entre sesiones de trabajo, hay que recalcularlo cada vez.

Se puede dar el caso de que pequeñas zonas de un tipo se hallen situadas en el medio de otra. Activando la casilla *Small Area*, se puede introducir el ratio deseado que formen la superficie del área considerada y la punta de la herramienta.

Haciendo click en el icono con una flecha permite seleccionar un contorno de referencia, y calcula automáticamente el ratio límite, debajo del cual, cualquier área pequeña se fusionará con el mayor área del entorno.



Imagen 25. *Small Area*.

Si hace falta se puede editar el área inclinada, pero primero hay que bloquearlo con *Lock and Edit*.

4.3. Machining/ Slope area: Edit

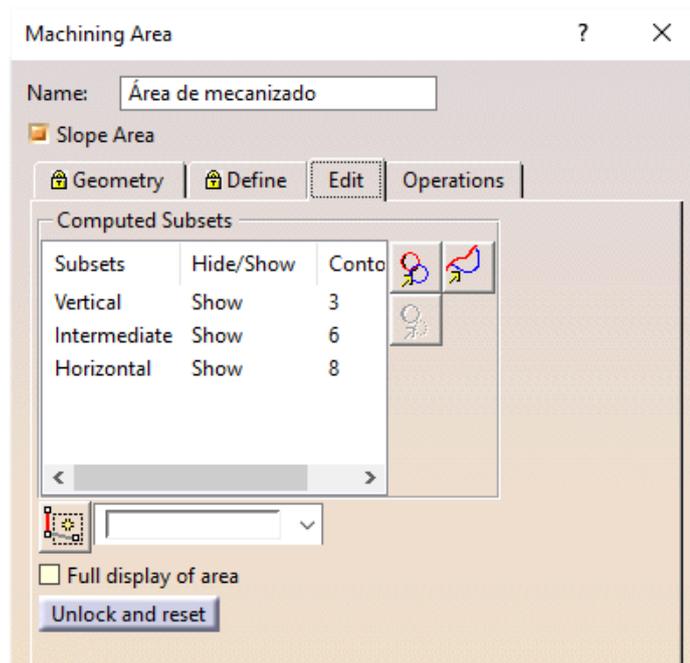


Imagen 26. Machining Area: Edit.

Esto ha activado la pestaña *Edit* y permite editar la tabla. También aparece un candado en las pestañas de *Geometry* y *Define* que sendas pestañas están ahora bloqueadas. Se puede acceder a ellas pero no realizar cambios.

Hay que asegurarse que *Full display of area* no está seleccionado, si lo estuviera, se desactivan dichas opciones:

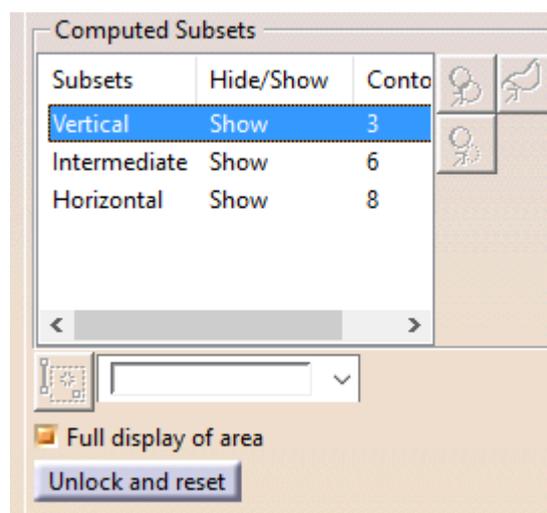


Imagen 27. Edición de subsets desactivada.

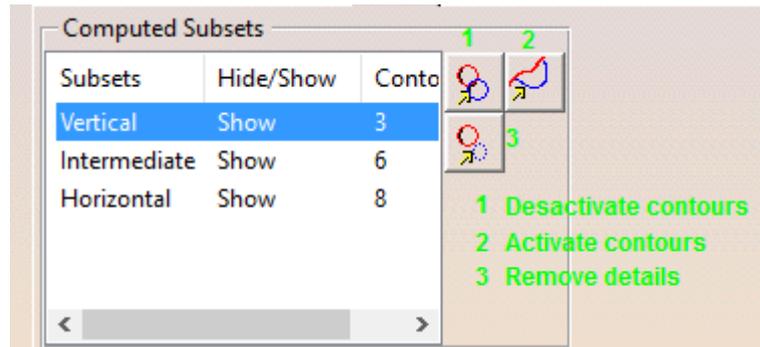


Imagen 28. Edición de subsets.

Al seleccionar un subconjunto se activan los siguientes iconos:

1. *Desactivate contours*: Desactiva un contorno de cualquier subconjunto. Para desactivarlo, teniendo seleccionado el subconjunto deseado:
 - Hacer click en *Desactivate contours* y el cuadro de dialogo desaparece.

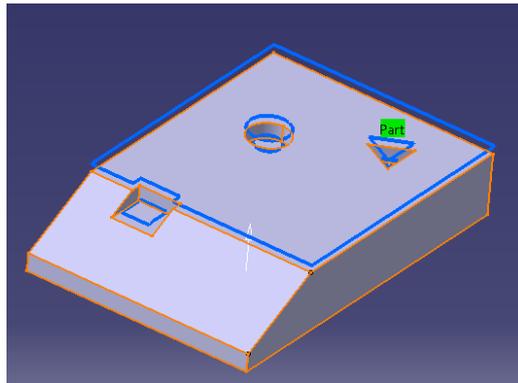


Imagen 29. Visualización contornos desactivables.

- Elegir el contorno a desactivar, no se volverá a mostrar.

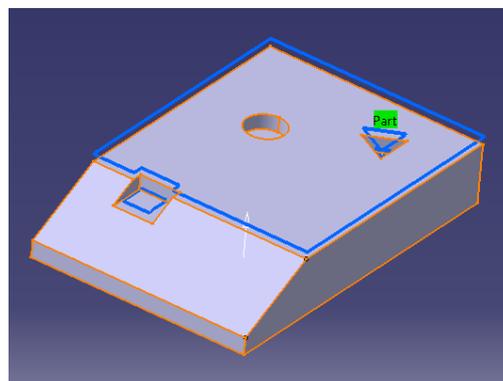


Imagen 30. Contorno desactivado.

- Doble click en el espacio vacío para volver al cuadro de dialogo.

2. *Activate contours*: para activar un contorno del subconjunto seleccionado:

- Al hacer click en el icono *Activate contours* se visualizan las curvas, del subconjunto seleccionado, que han sido desactivadas previamente, con línea discontinua.

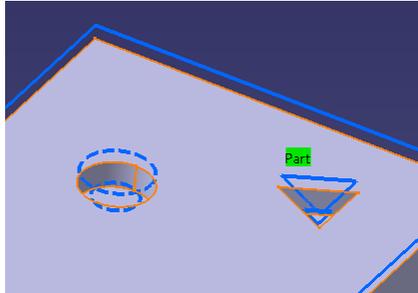


Imagen 31. Visualización contorno activable.

- Se elige el contorno que se desea reactivar.

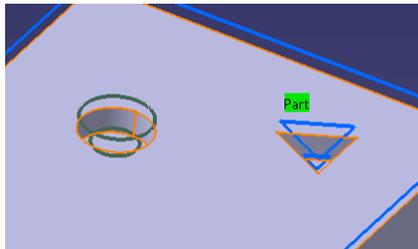


Imagen 32. Contorno seleccionado.

- Hacer doble click en el espacio vacío para volver al cuadro de dialogo. El contorno, desactivado previamente, se visualiza de nuevo.

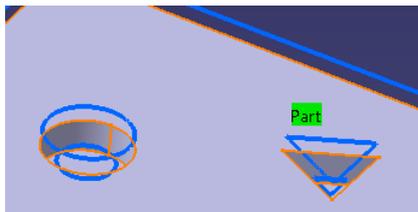


Imagen 33. Contorno reactivado.

3. *Remove details*: para eliminar detalles en un subconjunto.

- Hacer click en el icono *Remove details* teniendo el subconjunto sobre el que se desea realizar el cambio seleccionado y elegir dos puntos que delimiten la zona que se quiere eliminar del contorno. Una línea blanca de trazo discontinuo se mostrará para visualizar el corte.

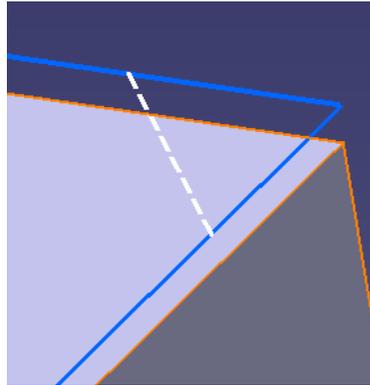


Imagen 34. Previsualización del corte.

- Elegir la zona que se quiere eliminar.

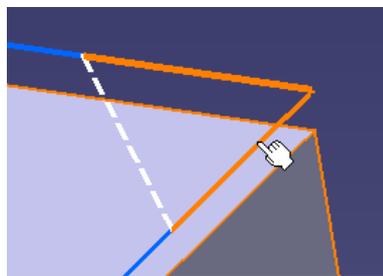


Imagen 35. Selección de zona a eliminar.

- El nuevo contorno cerrado se calcula automáticamente y se visualiza.

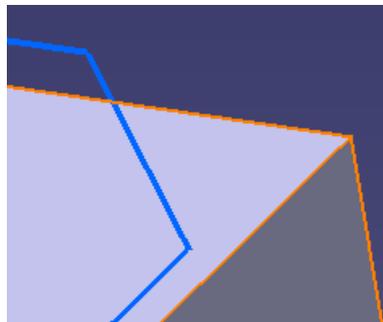


Imagen 36. Nuevo contorno cerrado.

Si los contornos comparten el mismo área el sistema propone, automáticamente, eliminar otra zona.

Para crear un nuevo subconjunto, al hacer click en el icono, un *Subset.x* es añadido a la lista de subconjuntos ya existentes. Es un subconjunto de usuario, hay que asignarle un color y se nombra automáticamente al crearse.

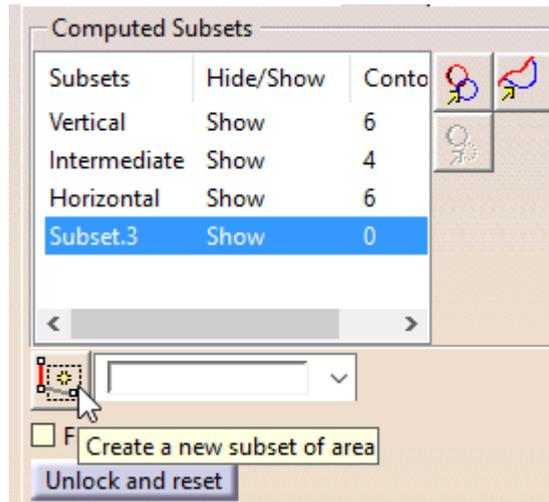


Imagen 37. Creación de nuevo subconjunto.

Al hacer click derecho sobre el *Subset.x* en la lista aparecen las siguientes opciones:

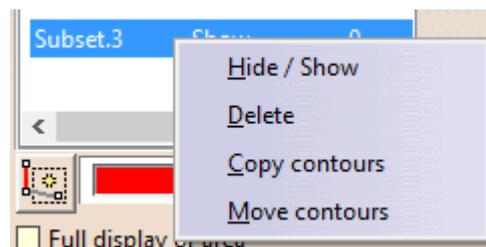


Imagen 38. Menú contextual de Subset.

Copy: el contorno seleccionado es copiado de un subconjunto existente al actual.

- Move: mueve el contorno seleccionado al subconjunto actual.
- Delete: elimina el subconjunto seleccionado.

Para añadir curvas al subconjunto creado se elige el contorno en la vista 3D, doble click en el espacio vacío para validar la selección, automáticamente se añadirá el contorno al subconjunto que está seleccionado.

Sólo se pueden añadir contornos del mismo tipo a (horizontales, verticales o intermedios) un subconjunto. Es decir, se puede crear un subconjunto con cuantos contornos horizontales se deseen, y posteriormente seguir añadiendo contornos horizontales, pero no se puede añadir ningún contorno vertical o intermedio a ese subconjunto, es necesario crear otros subconjuntos para añadir dichos contornos.

4.4. Machining/ Slope area: Operation.

En la pestaña de *Operations* sitúa el cursor en el cuadro de *Insertion Level*, al hacer click se oculta el cuadro de diálogo para que se seleccione en el árbol el *Manufacturing Program* que se desee, acto seguido los parámetros de *Assign Operation* se muestran.

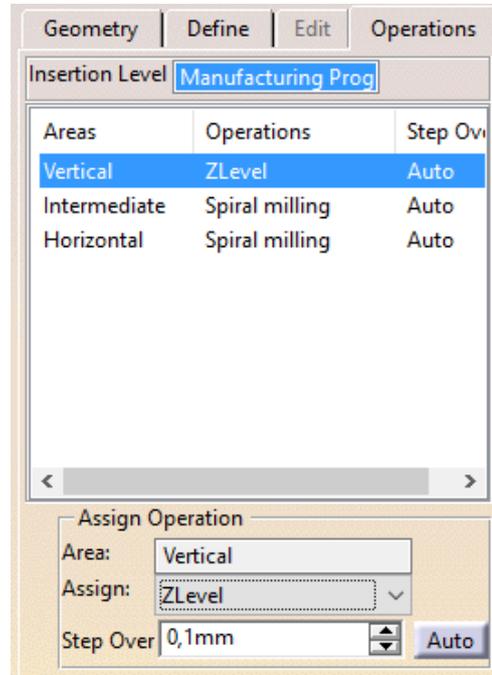


Imagen 39. Pestaña Operations.

Seleccionando cada área, en *Assign Operation* en el menú desplegable de *Assign* se puede seleccionar el tipo de operación para cada zona.

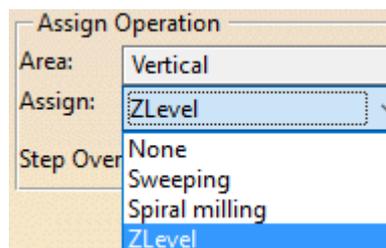


Imagen 40. Assign Operations.

Click *OK* y aparecen las operaciones que se han indicado en la pestaña *Operations* en el árbol de especificaciones.

Al abrir *Manufacturing view* se aprecia que la zona de mecanizado ha sido creada junto con las operaciones asignadas a ella.



Imagen 41. Operaciones creadas en el árbol por Machining/ Slope Area.

En *Manufacturing view* aparecen todas las *Machining/ Slope Areas* que se van creando. Este comando se tratará más adelante.

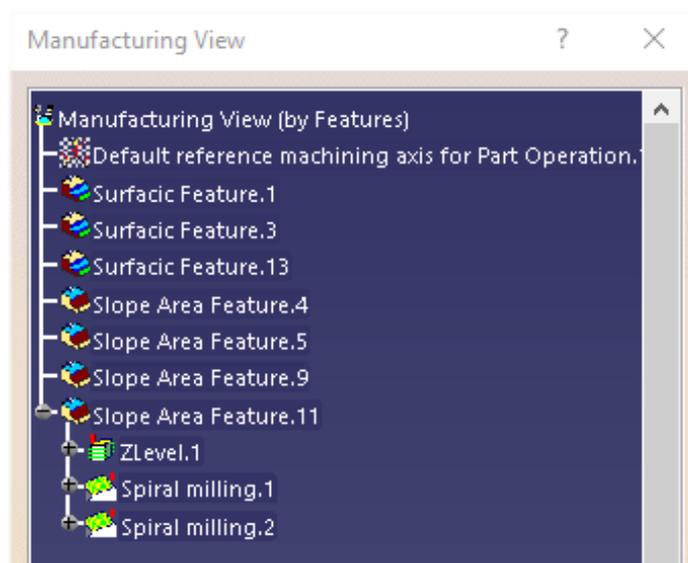


Imagen 42. Operaciones en Manufacturing View.

Invalid Face: si un machinig/slope area no puede ser calculado por caras que no son válidas, aparecerá un error en la pantalla con cada cara no válida coloreada de rojo y con una flecha señalándola. Se pueden eliminar seleccionando *Remove* en su menú contextual.

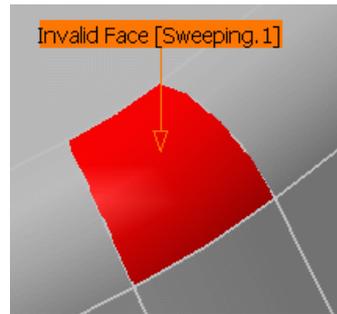
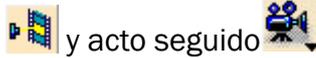


Imagen 43. Cara no válida.

5. Prismatic Machining Area

En este apartado se va a explicar cómo hacer un mecanizado prismático, el cual se usa en las operaciones de *Pocketing* y *Profile Contouring*.

Se puede emplear simulación de video en este caso, para activar la simulación desde el cuadro de diálogo de *Pocketing* o de *Profile Contouring* hay que pulsar



También se puede emplear la función *Analyze*  para comprobar el resultado.

Icono del comando:



Imagen 44. Icono Prismatic Machining Area.

Existen dos opciones al lanzar el comando, *Pocket type* o *Contour type*, en función de la operación que deseemos realizar.

5.1. Pocket type

Al lanzar el comando por defecto aparece marcada la opción *Pocket type*:

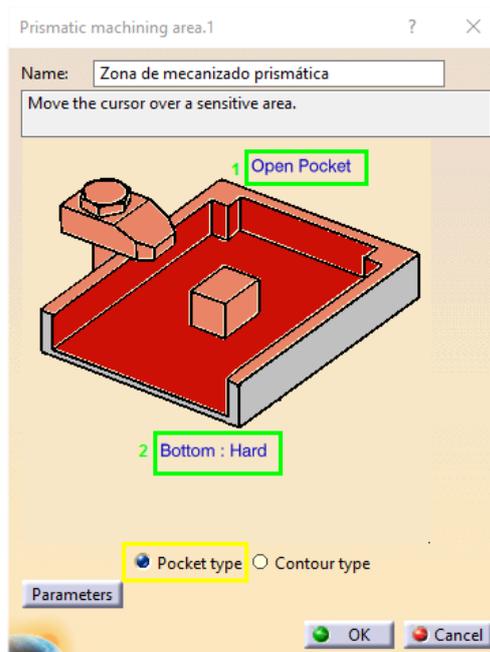


Imagen 45. Prismatic Machining: Pocket type.

Primero hay que elegir entre las opciones disponibles según la forma que tiene la pieza a mecanizar, pulsando sobre *Open pocket* y/o *Bottom: Hard*.

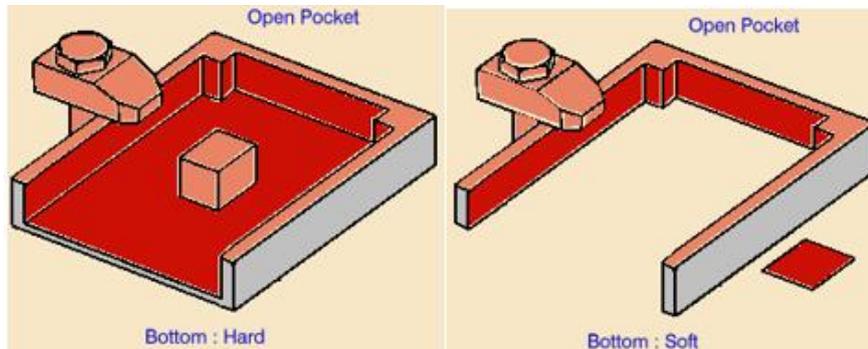


Imagen 46. Open Pocket: Bottom Hard/ Soft.

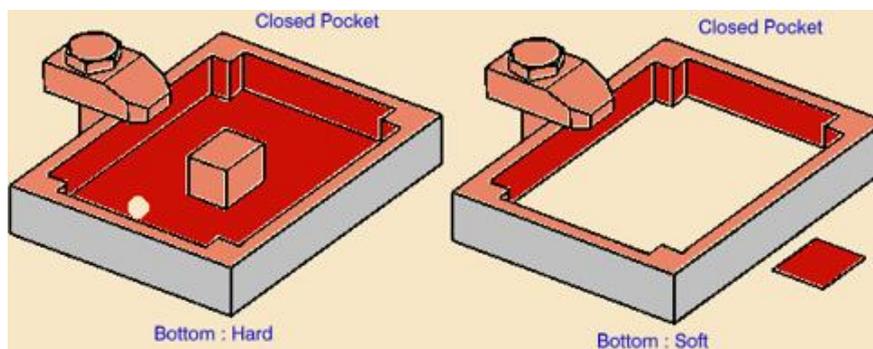


Imagen 47. Closed Pocket: Bottom Hard/ Soft.

Una vez elegido lo anterior ya se pueden definir las zonas de la pieza:

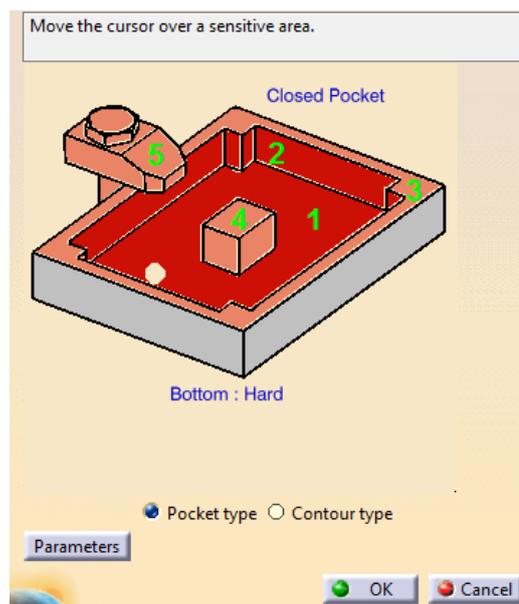


Imagen 48. Definición zonas de pieza.

1. Seleccionar la base inferior del cajeadado.
2. Seleccionar elemento guía (se selecciona automáticamente en función de la base).
3. Seleccionar plano superior.
4. Seleccionar isla en caso de haberla.
5. Se puede seleccionar el elemento de fijación para tenerlo en cuenta a la hora de mecanizar.

Click *OK* para crear el área de mecanizado prismática.

5.2. Contour type

En este caso se tienen las siguientes opciones:

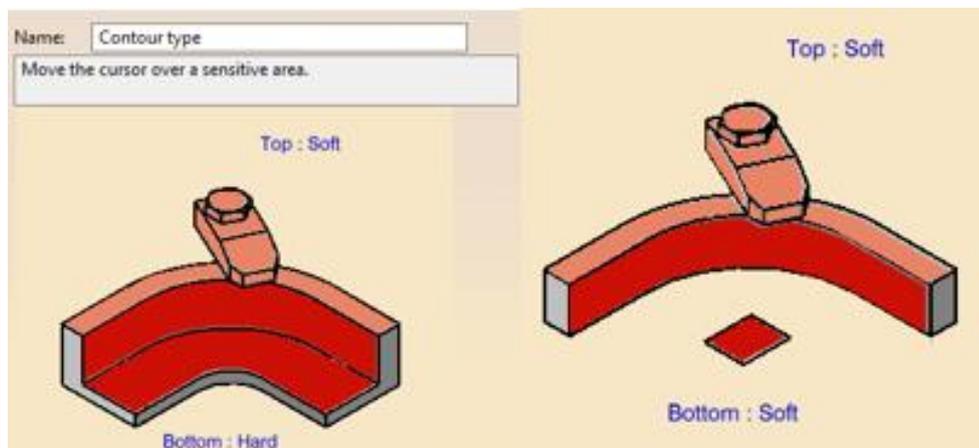


Imagen 49. Top Soft: Bottom Hard/ Soft.

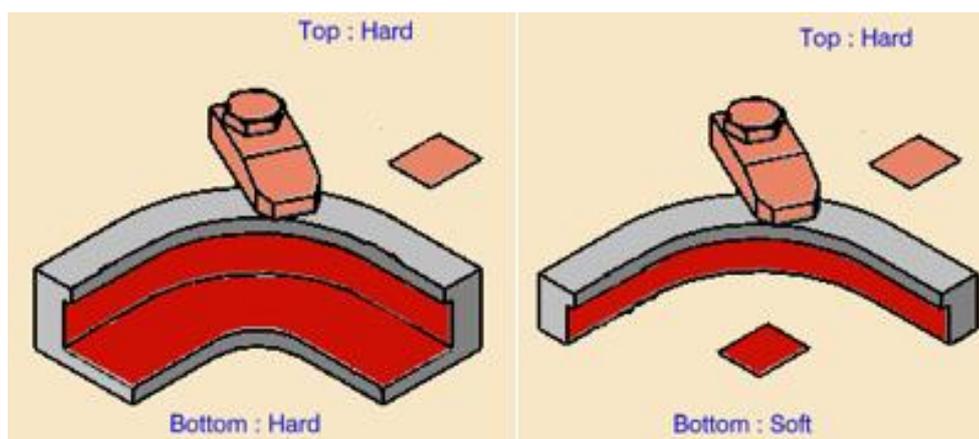


Imagen 50. Top Hard: Bottom Hard/ Soft.

5.3. Utilizar un *Prismatic machining area*

Para emplear la zona de mecanizado hay que definirse en el árbol en el *Manufacturing Program* y crear una operación de *Pocketing* por ejemplo. En *Feature* se debe elegir la zona de mecanizado creada, en este caso *Zona de mecanizado prismática*.

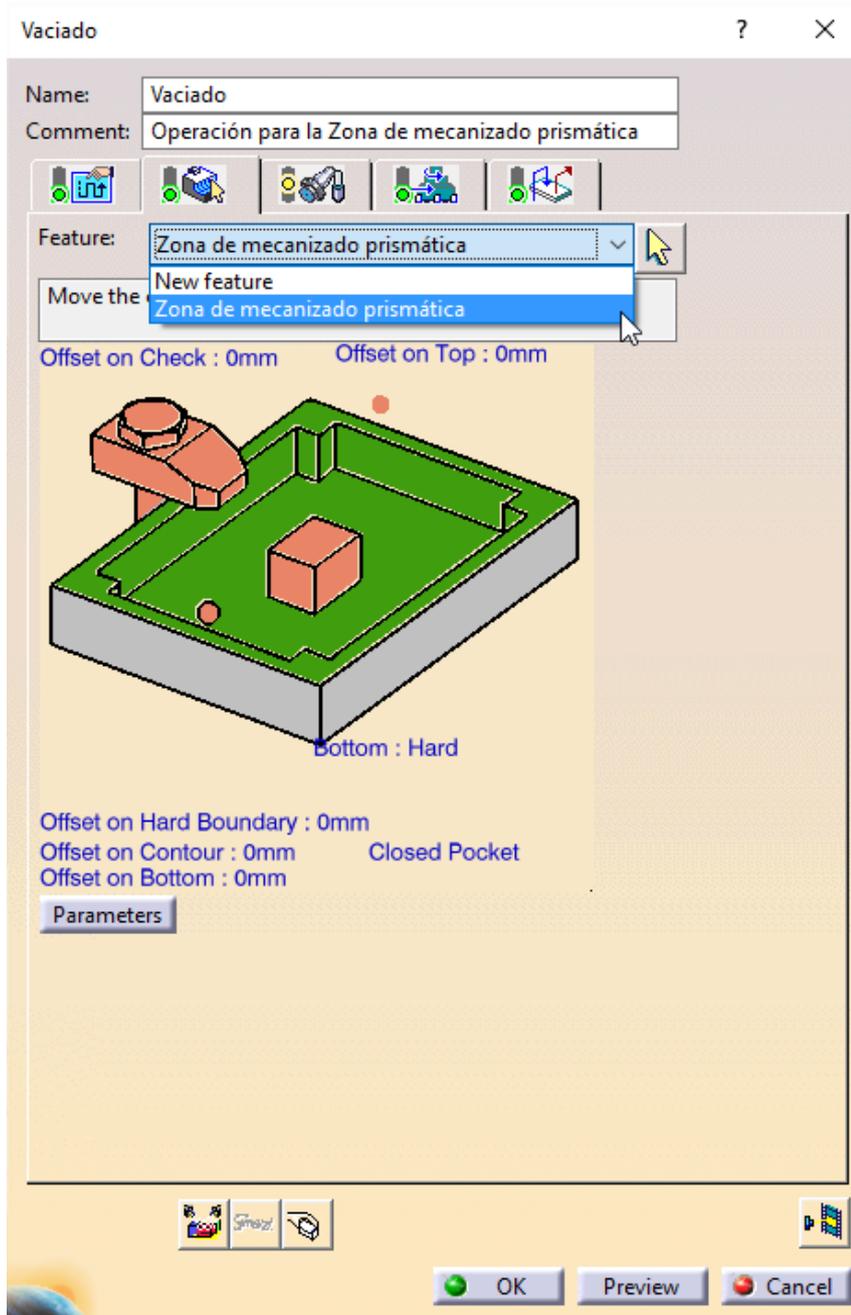


Imagen 51. Prismatic Machining Area.

Si la zona de mecanizado sólo se emplea en una operación de mecanizado, la zona se puede editar desde el cuadro de diálogo de la operación y cualquier

cambio de la geometría se aplica tanto a la operación de mecanizado como a la zona de mecanizado. Como se ve en la siguiente imagen, se activan las opciones al pasar el cursor por encima:

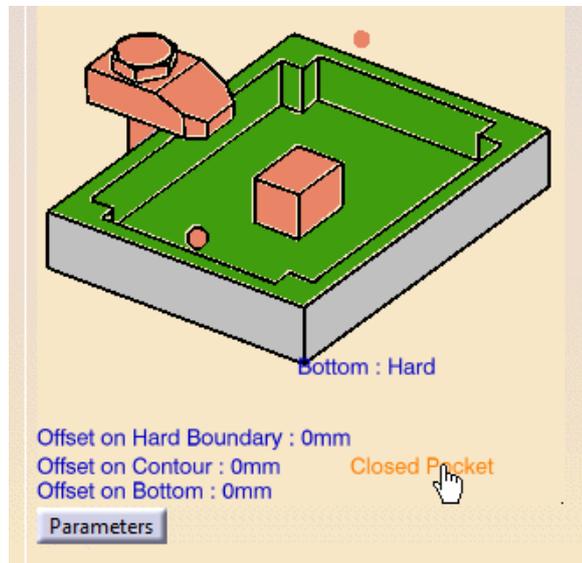


Imagen 52. Zona de mecanizado asignada a una única operación.

Sin embargo, se puede asignar una misma zona de mecanizado a diferentes operaciones de mecanizado, Esto imposibilita la edición de la zona de mecanizado desde el cuadro de diálogo de la operación de mecanizado, anulando esta opción para cambios.

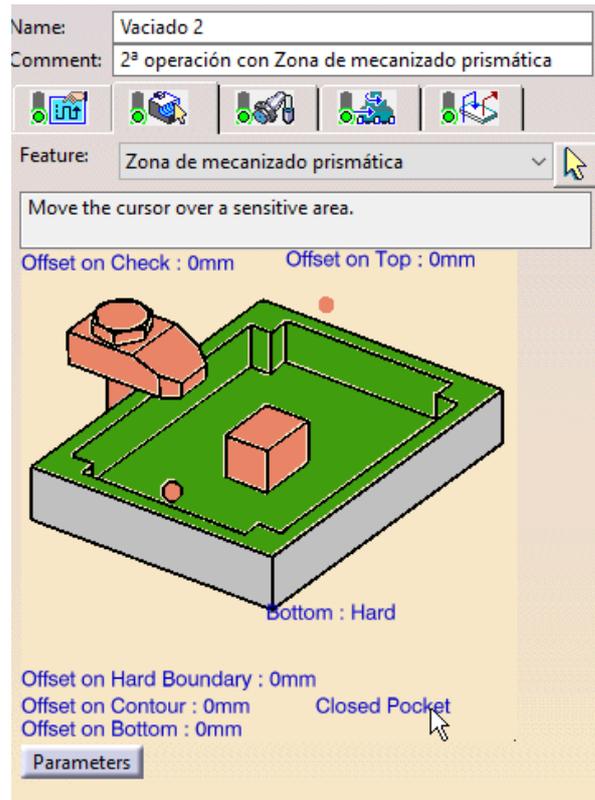


Imagen 53. Zona de mecanizado asignada a varias operaciones.

Para verificar la operación de pocketing se usa *Tool Path Replay* . Se puede ver que la operación de pocketing abandona algo de material sin mecanizar ya que se emplea una herramienta más basta para el primer desbaste.

Elegir *Analyze*  para analizar el resultado de la simulación.

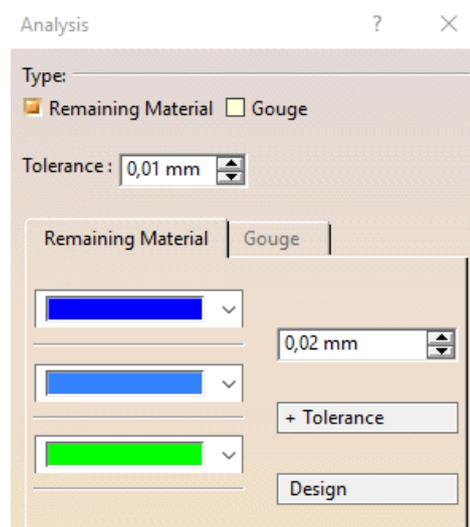


Imagen 54. Configuración de Analyze para ver material residual.

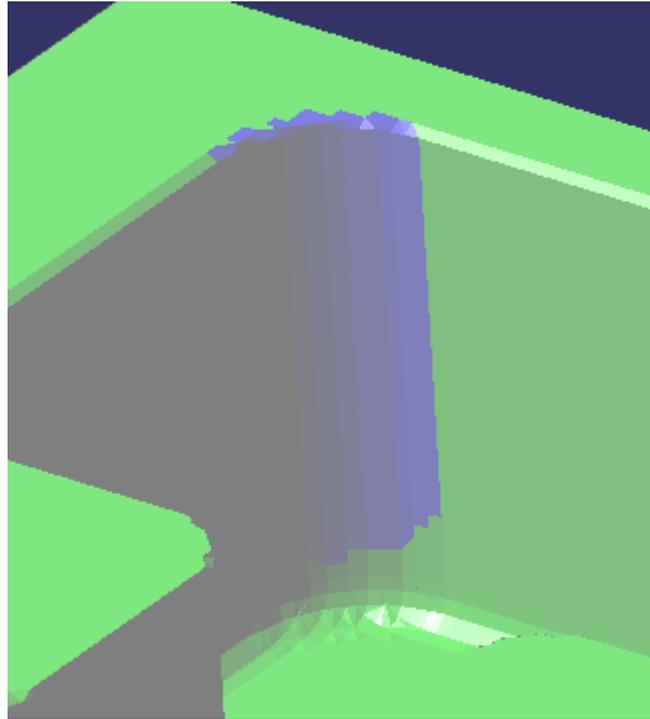


Imagen 55. Material sin mecanizar tras la operación.

Para corregir estas zonas basta crear un *Profile Contouring* . En el cuadro de diálogo hay que seleccionar la *Zona de mecanizado prismática* en *Feature*, igual que se hizo para la operación de *Pocketing*. La operación de mecanizado es inicializada con la geometría de la *Zona de mecanizado prismática*, igual que el anterior *Pocketing*. En este caso seleccionar un diámetro inferior de herramienta. Al volver a verificar con *Analyze* se aprecia que no existe material sobrante.

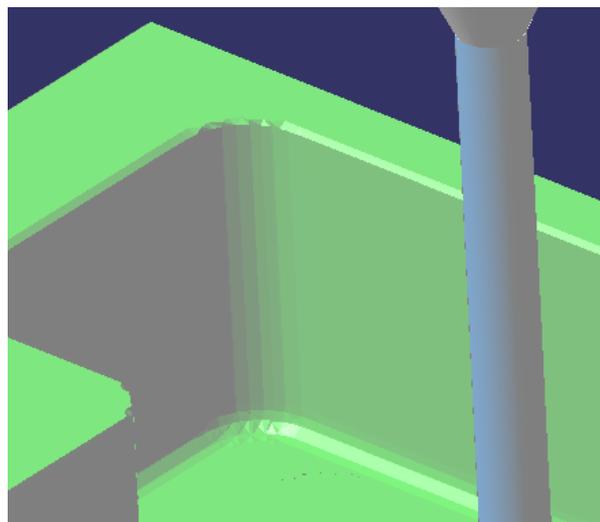


Imagen 56. Material sobrante mecanizado.

Si se abre *Manufacturing View* y desde el menú contextual se selecciona la opción *Sort by Machining Features* se puede ordenar dando prioridad a las zonas geométricas que se han creado.

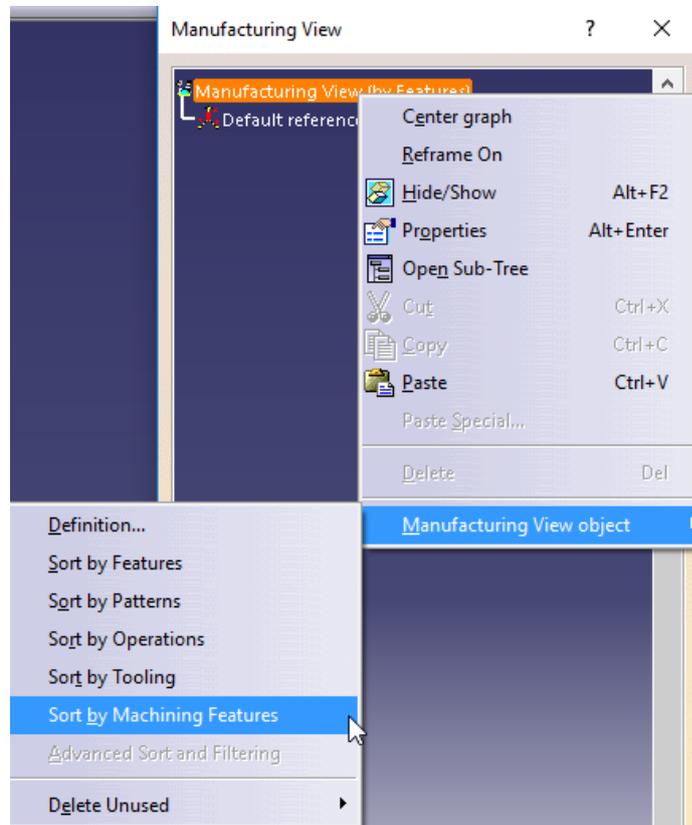


Imagen 57. Machining view ordenada por características de mecanizado.

Como la *Zona de mecanizado prismática* es usada tanto por el *Pocketing* como por el *Contouring*, ambas operaciones cuelgan de la zona de mecanizado, apreciándose en la siguiente imagen:

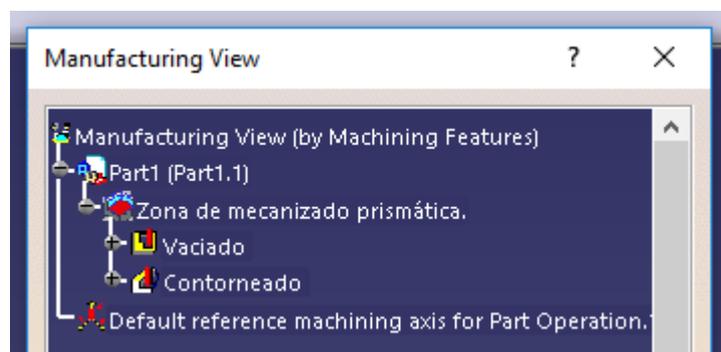


Imagen 58. Manufacturing View: Sort by Machining Features.



Es importante mencionar que la dirección de entrada de la herramienta para un *Prismatic machining area* es normal a la cara del fondo seleccionado. Si el mismo *Prismatic machining area* se usa en otra operación de mecanizado, el eje de la herramienta toma esa dirección y el cálculo de la siguiente operación se hace en base a dicho eje, que puede no ser el apropiado para las sucesivas operaciones en las que se utilice un mismo *Prismatic machining area*.

Además de en las operaciones *Pocketing* y *Profile Contouring*, un *Prismatic machining area* se puede usar en el comando *Prismatic Rework Areas*, comando que se explicará más adelante.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

6. Rework Area

Un *Rework Area* es una zona geométrica que no se mecaniza correctamente con una pasada de la herramienta y se necesita retrabajar diferentes zonas, donde haya quedado material residual. Definir un *Rework Area* permite centrarse sólo en esas zonas con material residual y así ahorrar un valioso tiempo frente a realizar otra operación completa.

En este apartado se va a explicar cómo definir y editar un *Rework Area* o zona a retrabajar.

Para Catia V5R16 y posteriores, el orden de los subset horizontal y vertical ha sido invertido. Un *Rework Area* definido en una pieza existente puede ser reutilizado en otra pieza, con las siguientes limitaciones:

- Se puede reutilizar si se produce un cambio de diseño, por ejemplo una evolución de la propia pieza, que ha requerido algún cambio y no cambie mucho su geometría. No se puede aprovechar con una pieza completamente diferente.

- Será más imprecisa si se han realizado algunas divisiones manuales o transferencias de otros subconjuntos. Al calcularlo, el *rework area* tendrá esos puntos de corte y subconjuntos en cuenta, que aunque no tengan relevancia en la pieza si la pieza sufre cambios importantes, puede llevar a resultados incoherentes (por ejemplo interpretar áreas horizontales como verticales).

- Dichas divisiones manuales y subconjuntos se pueden eliminar del *rework area* original usando las opciones *Remove Cutting Points* y *Delete Non-updated Subsets*.

El *rework area* original entonces se puede reutilizar en otra pieza si ésta es una evolución de la pieza anteriormente utilizada.

Antes de crear un *rework area* se debe tener una operación de mecanizado en el *Manufacturing Program*, como es de esperar, ya que su finalidad es perfeccionar el trabajo de otra operación ya existente.

A continuación se procede a explicar el comando.

El icono de *Rework Area* es el siguiente:



Imagen 59. Icono Rework Area.

Al abrir el comando *Rework Area* lo primero que hay que hacer es renombrarlo, para tener una buena trazabilidad, posteriormente seleccionar la pieza sobre la que se quiere realizar la operación. El proceso es el habitual, hacer click en el cuadro de diálogo en *Part*, éste se ocultara dando lugar a la selección de la pieza en la vista 3D, se selecciona la pieza y se hace doble click en el espacio vacío para volver al cuadro de diálogo con la pieza ya seleccionada.

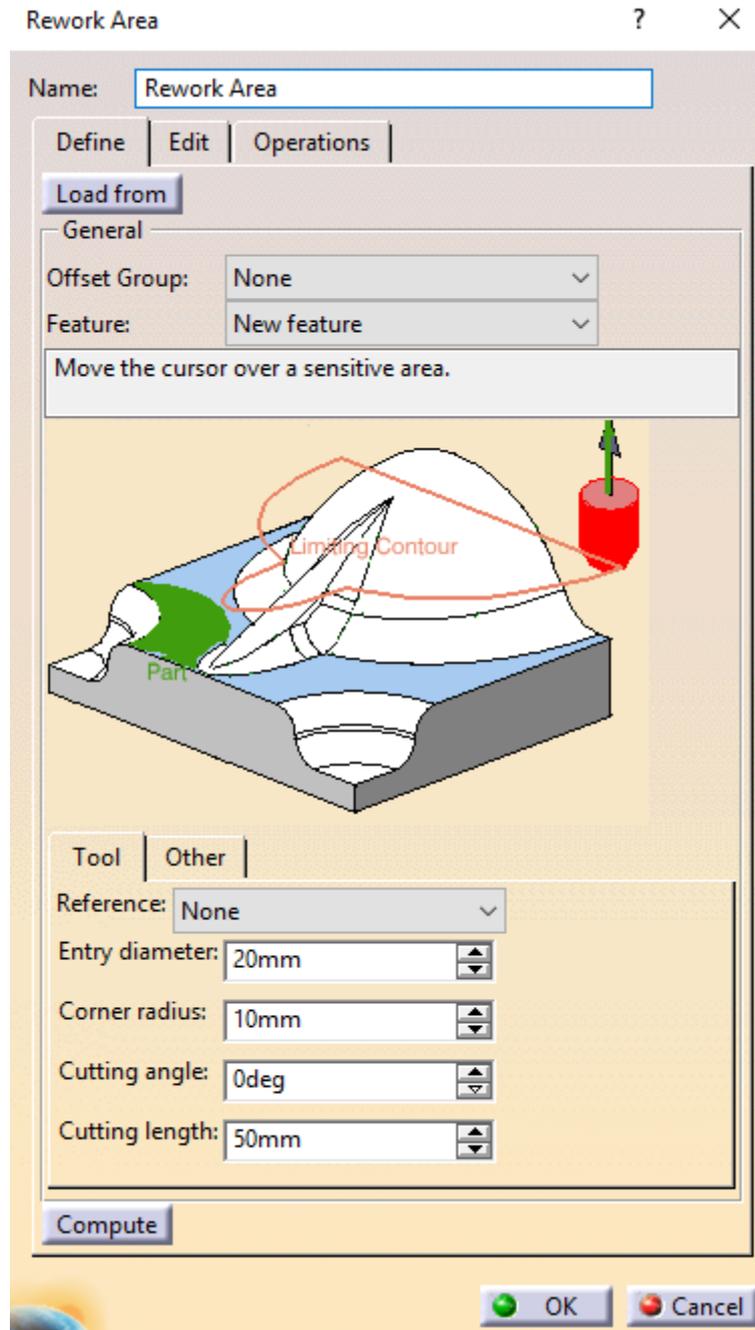


Imagen 60. Rework Area: Cuadro de diálogo.

Se puede definir el contorno límite para restringir la zona a trabajar y también la dirección del eje (pulsando sobre la flecha verde).

Desde el cuadro de dialogo se pueden introducir los datos de la herramienta utilizada para mecanizar, diámetro, radio de esquina, ángulo de corte y longitud de corte.

En la pestaña *Other* se pueden indicar otros parámetros de mecanizado:

Parameter	Value
Tolerance:	0,02mm
Overlap (%Ø):	0
Offset on part:	0mm
Minimum depth:	0mm

Contact with check

Imagen 61. Pestaña *Other*.

- *Tolerance*: indicar la tolerancia de mecanizado que se quiere utilizar en el *Rework Area*. Esto permite jugar con las tolerancias de las dos operaciones, se puede por ejemplo emplear una tolerancia más grosera en la primera operación y una más fina al repasar la zona.
- *Overlap*: es la distancia que se permite a la herramienta alejarse del contorno límite de la zona de trabajo. Está definida como un porcentaje del diámetro de la herramienta.
- *Offset on part*: es la distancia que debe respetar la herramienta con la pieza.
- *Minimum depth*: sirve para filtrar las zonas a ignorar en las que no hay profundidad suficiente, la que se indique.
- *Contact with check*; se utiliza para detectar zonas bitangentes entre la pieza y la herramienta. Requiere al menos un punto en contacto entre pieza y herramienta, por defecto viene desactivado.

Definidos los parámetros deseados hay que hacer Click en *Compute* para calcular el *rework area*. Tardará un tiempo en calcular dependiendo de la complejidad de la operación. En el indicador de progreso que aparece se puede cancelar el cálculo inmediatamente mientras está en proceso.

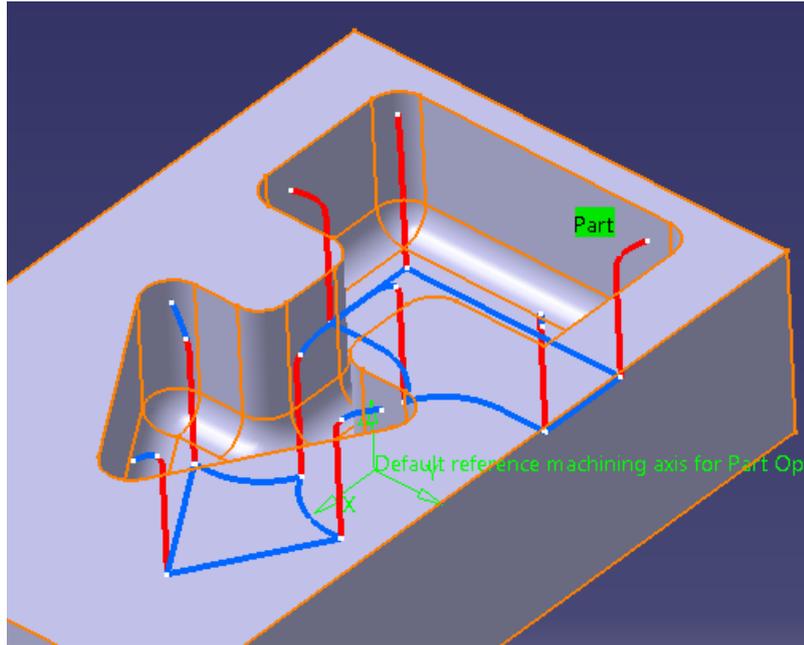


Imagen 62. Rework Area calculado.

Se creará el *rework* área. Para acceder a él hay que seleccionar en *Manufacturing View* la vista: *Sort by Features* ó *Sort by Machining Features*.

Las propiedades graficas de las líneas visualizadas en el *Rework Area* no se pueden editar.

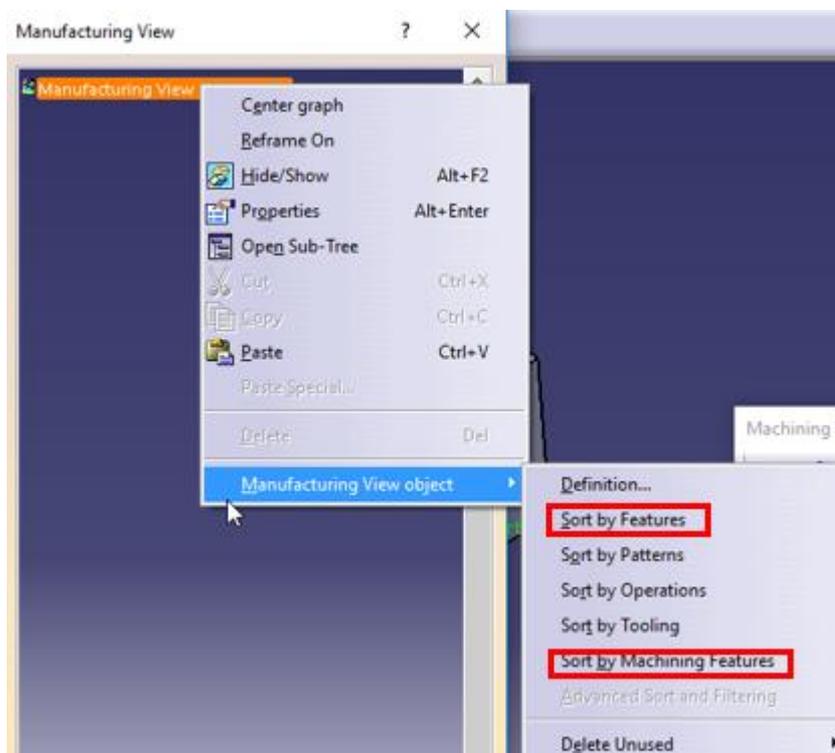


Imagen 63. Localizar Rework Area.

Para editar un *Rework area* basta con hacer doble click en su nombre en la vista de fabricación.

Manufacturing View

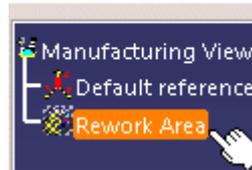


Imagen 64. Abrir edición de Rework Area.

Los siguientes pasos son opcionales.

Click en Load From en la parte superior del cuadro de dialogo para simplificar la creación de un *Rework Area* cargando automáticamente sólo los datos compatibles de una operación, herramienta o área ya existente.

La opción *Load From* es sólo un acelerador para definir los parámetros del *Rework Area*, si ya se dispone de ellos en una operación anterior. Puede ser necesario afinar algunos de estos parámetros, lo cual se puede realizar sin ningún problema en el cuadro de diálogo de *Rework Area*. La geometría de mecanizado referenciada no puede ser editada ni borrada mientras se utilice en otra operación de mecanizado.

En la pestaña Edit en el caso que haya demasiadas zonas para volver a mecanizar, o si se requiere centrarse en una sola zona del *Rework Area*, es en esta pestaña donde se pueden definir otros parámetros para restringir el *Rework Area* creando subsets.

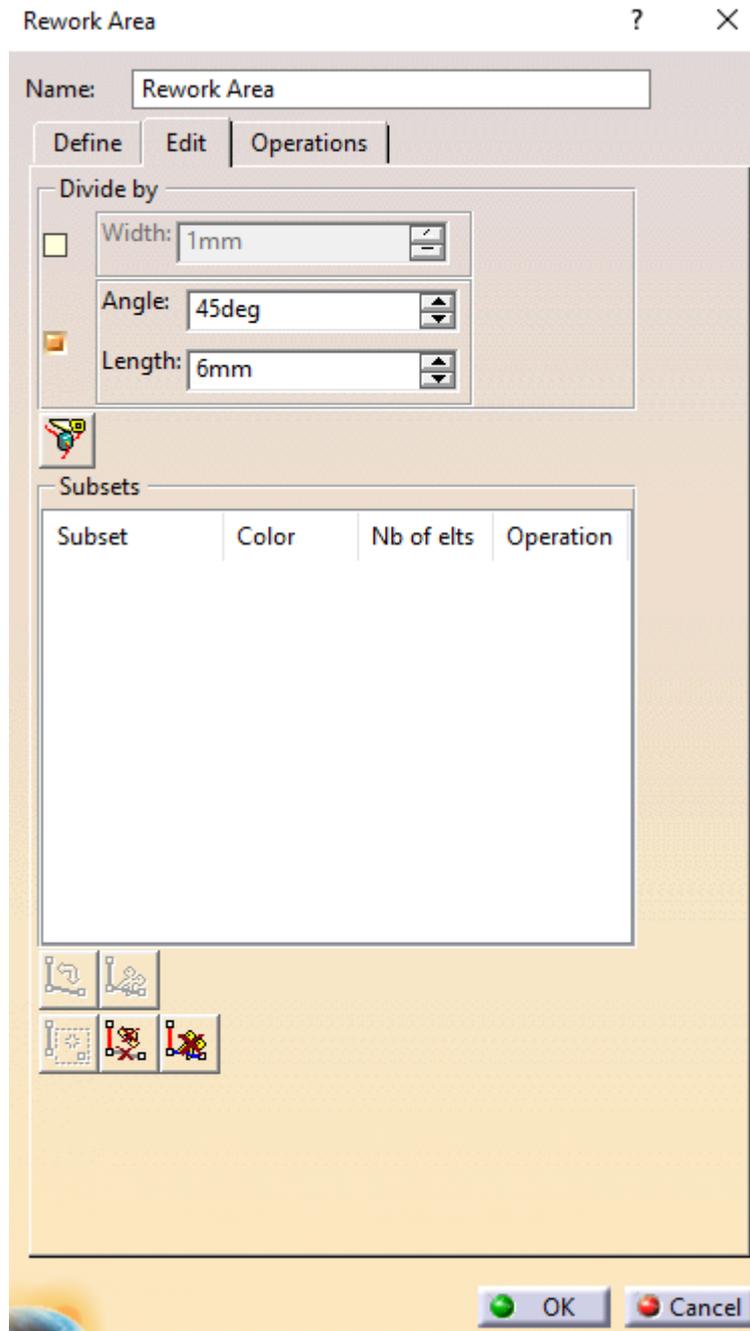


Imagen 65. Rework Area: Pestaña Edit.

Se puede usar un filtro para definir un área menor, por defecto viene marcado el filtro de ángulo y longitud y es posible añadir un filtro de anchura, marcando la casilla *Width*.

Para optimizar el resultado, usar como longitud un valor de $1/3$ del diámetro de la herramienta.

Hacer click en *Compute cutting*  para calcular o actualizar los subconjuntos.

La lista de subconjuntos se mostrará en el cuadro de dialogo, con el criterio usado por este cálculo, se muestra color y el número de elementos en el *subset*.

En la columna *Operation* aparece indicado si la operación está asignada al *subset* o no.

Crear *subsets* con el criterio anterior puede no ser suficiente. En ese caso se puede cortar el *subset* manualmente por puntos. Elige un *subset* en la lista en su menú contextual, elegir *Divide By Points*.

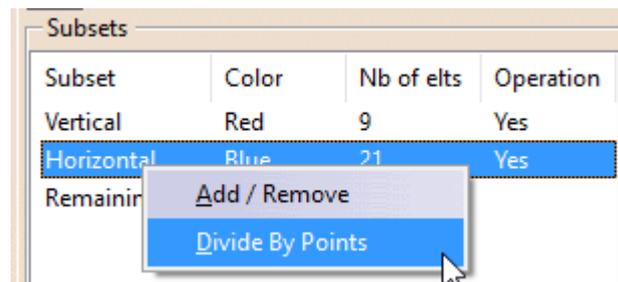


Imagen 66. Divide By Points.

Sería lo mismo que seleccionar el subconjunto y pulsar el icono:

Lo siguiente es crear los puntos deseados, cada vez que se haga click sobre la curva se creará un punto nuevo, representado por un aspa blanco. Se pueden crear tantos punto como se deseen y cada vez que se crea uno la columna de número de elementos *Nb of elts* incrementa su valor.

El menú *Add/Remove* también se puede seleccionar desde el menú contextual de subconjunto en cuestión, o seleccionando el subconjunto y haciendo click

en el icono:

Se emplea para transferir un elemento de un *subset* a otro: hay que elegir en la lista del *subset* a cual se quiere añadir un elemento, elegir *Add/Remove* y seleccionar el elemento que se quiere eliminar de otro *subset* y añadir al actual.

También se disponen de las siguientes opciones para los subconjuntos:



Imagen 67. Opciones para subconjuntos.

1- *Create a subset*: utilizado para crea un nuevo *subset* vacío, el cual recibirá elementos mediante la opción *Add/Remove* comentada anteriormente.

2- *Delete Non-Updated Subsets*: con este comando se eliminan los *subsets* y selecciones no actualizados.

3- *Remove Cutting Points*: empleado para eliminar los puntos de corte no deseados.

A continuación se va a mostrar cómo utilizar un *Rework Area* creado. Para asignar una operación a un *Rework Area*, en la pestaña de *Operations*.

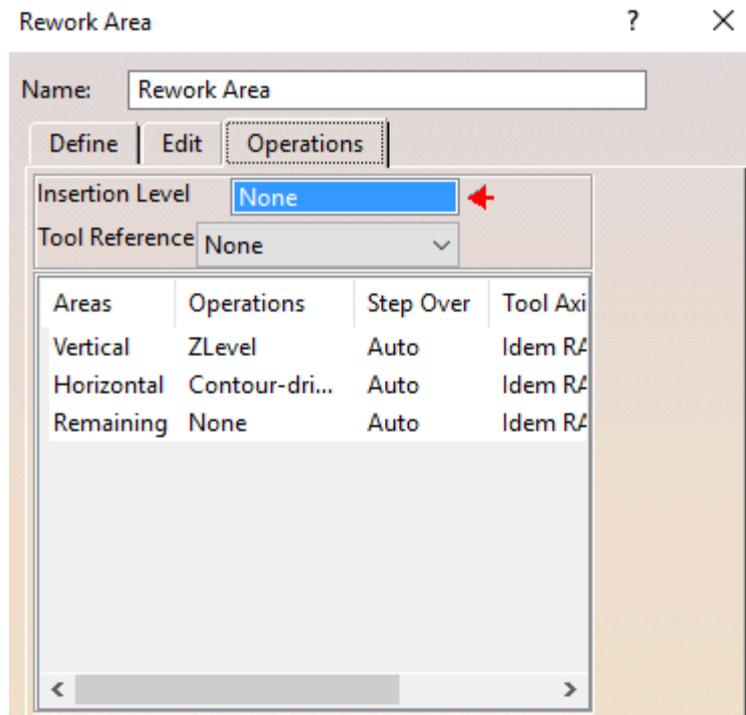


Imagen 68. Pestaña Operations.

Primero hay que posicionar el cursor en el campo *Insertion Level* y haz click en la operación del árbol donde se quiere añadir el *Rework Area*.

La flecha roja ahora ha desaparecido y se muestran los parámetros de *Assign Operation* en la parte inferior de cuadro de diálogo.

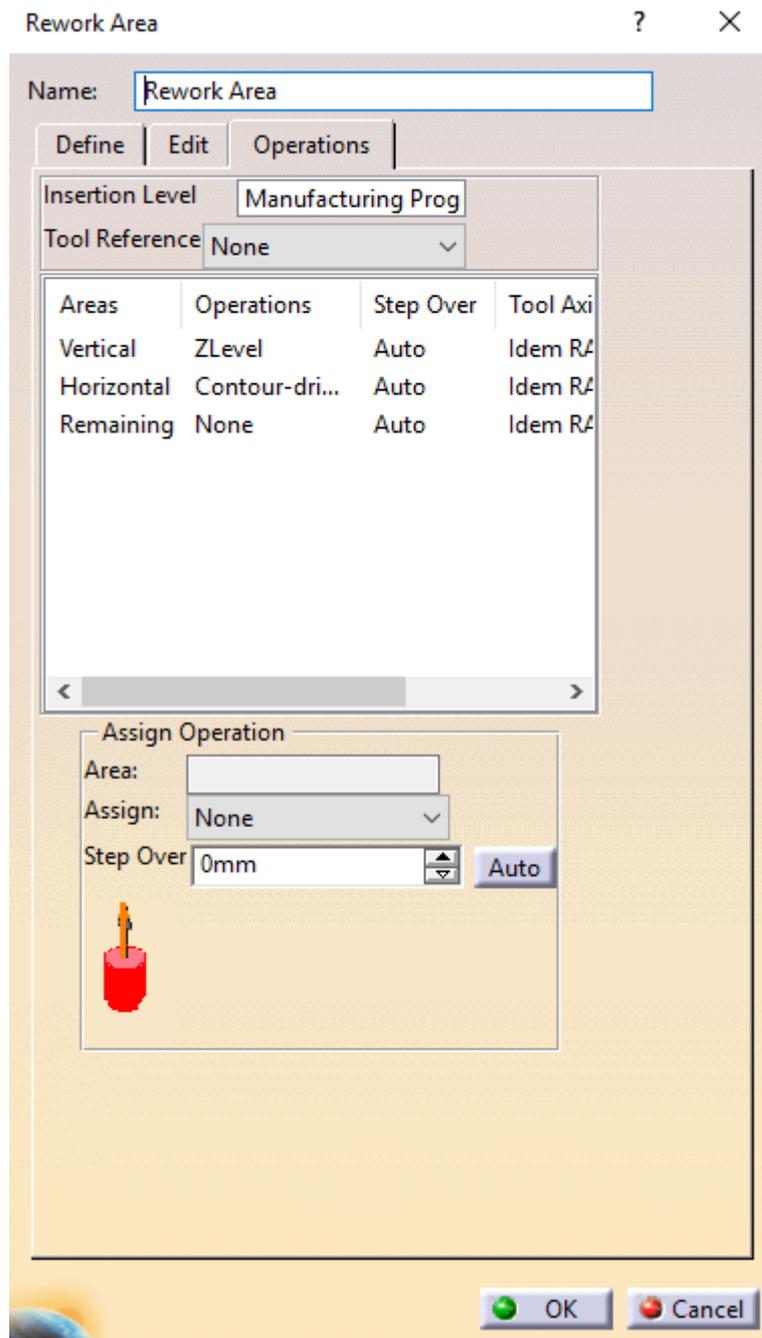


Imagen 69. Assign Operation.

Todas las herramientas empleadas en operaciones existentes del *Manufacturing Program* seleccionado están disponibles desde el desplegable *Tool Reference*.

Lo siguiente es elegir un subconjunto el cual se quiera asignar a una operación y ajustar los parámetros deseados en el cuadro *Assign*.

En el desplegable de *Assign* se elige el tipo de operación:

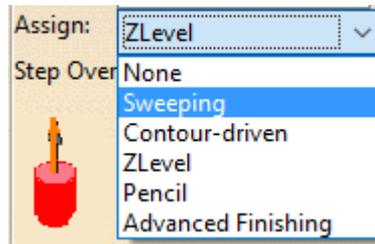


Imagen 70. Desplegable *Assign*.

En *Stepover* se define el valor de solapamiento una vez definido, hacer click en el icono de la herramienta para definir su eje. La lista de subsets/operaciones se actualizará acorde a ellos.

Para volver a un *Step Over* automatico basta con hacer click en *Auto*.

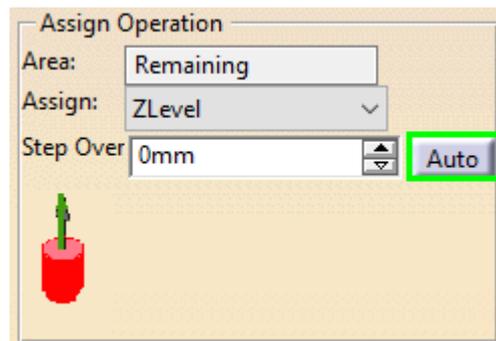


Imagen 71. Botón *Auto*.

El *Rework Area* creado se puede eliminar desde *Manufacturing View*.

7. Prismatic Rework Area

Este comando se utiliza con el fin de crear operaciones para retrabajar esquinas y canales.

Primero se crea la operación de mecanizado, por ejemplo un *Pocketing* para un primer ataque a la pieza.

El icono de *Prismatic Rework Area* es el siguiente:



Imagen 72. Prismatic Rework Area.

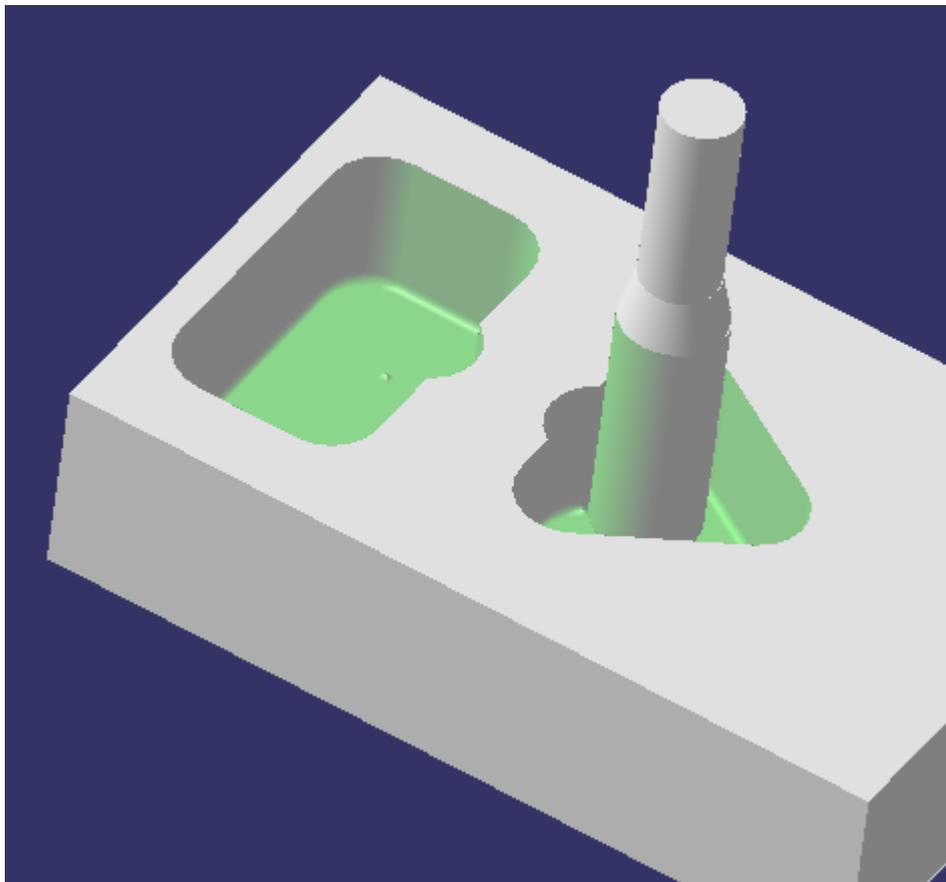


Imagen 73. Pocketing nº 1.

Con la operación de *Pocketing* creada, elegir *Prismatic Rework Area* y, como siempre, es recomendable asignar un nombre a la operación para poder tener una trazabilidad. El cuadro de dialogo es el siguiente:

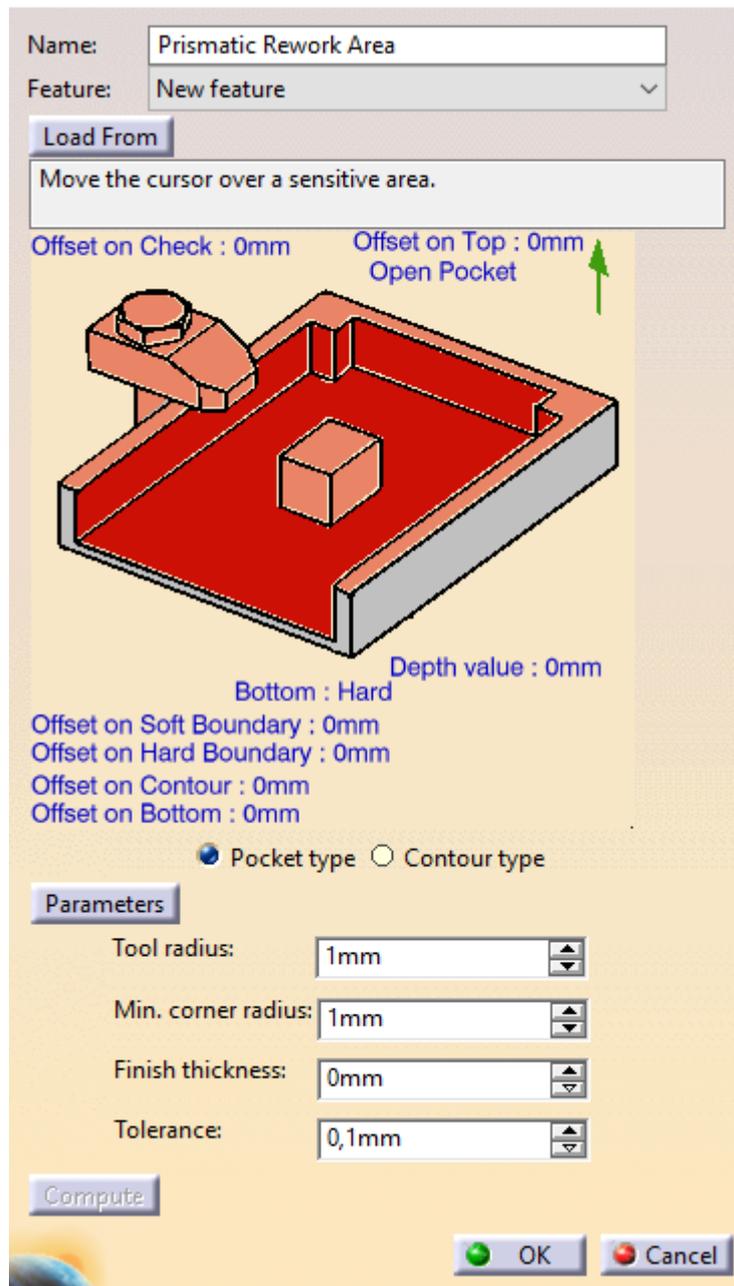


Imagen 74. Prismatic Rework Area: Cuadro de diálogo.

Hacer click *Load From* y elegir la operación de pocketing que se ha creado anteriormente para importar los parámetros que ya se habían definido.

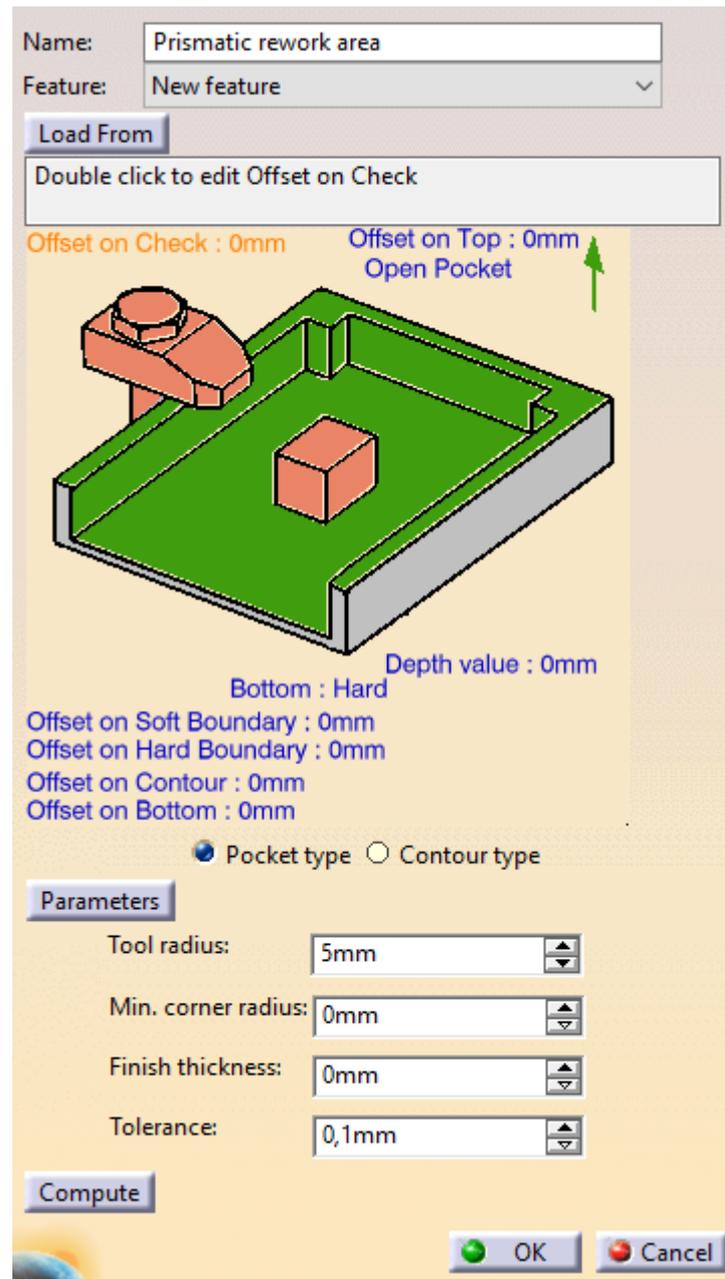
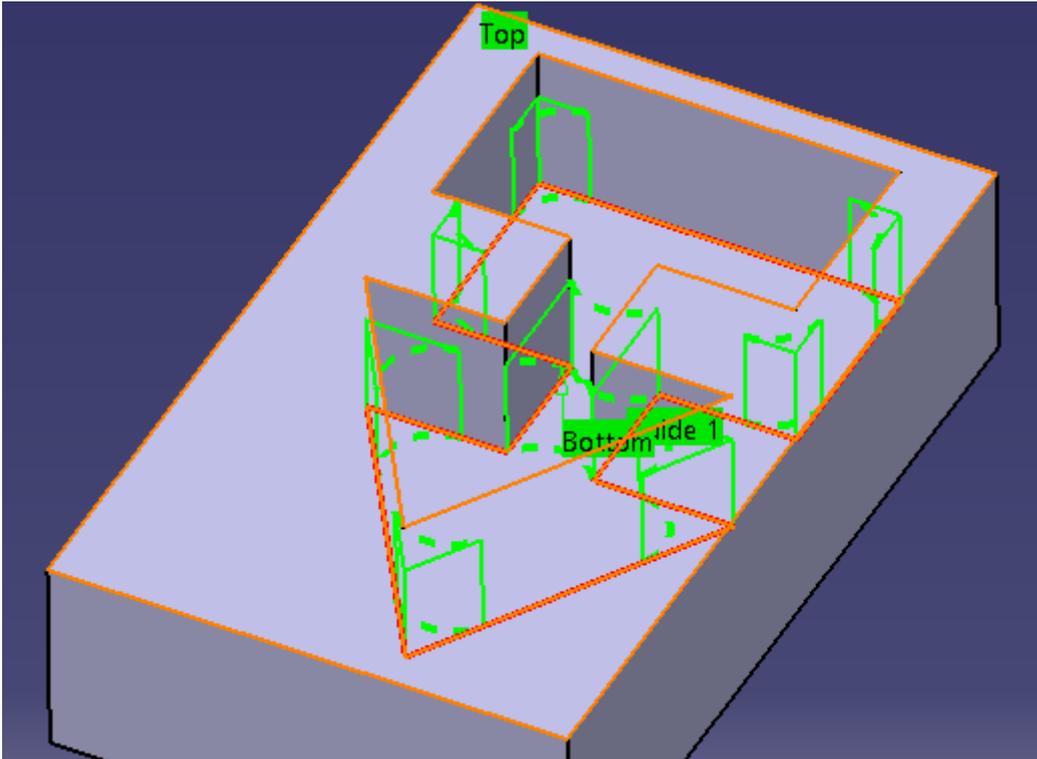


Imagen 75. Load From ejecutado.

Hacer click en compute para visualizar las áreas a re-trabajar.



En este caso se aprecia claramente en color verde cómo ni el canal ni las esquinas están bien mecanizadas, por lo tanto hay que atacar con una segunda operación de mecanizado con un tamaño menor de herramienta.

Ahora hay que crear otra operación de *Pocketing* para realizar la ranura, seleccionando, en la pestaña de geometría, el desplegable *Feature* el *Prismatic Rework Area* creado.

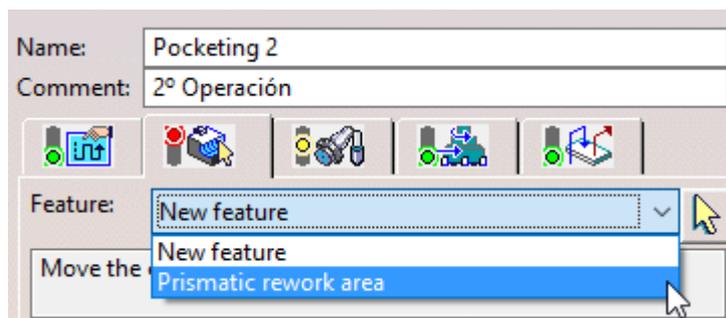


Imagen 76. 2º Pocketing.

Automáticamente el cuadro de dialogo se actualiza con la información definida en Prismatic Rework Area.

Elegir la pestaña *Tool* para especificar una herramienta con un diámetro nominal inferior al empleado en la primera operación de mecanizado.

Renombrar esta operación que serviría para mecanizar el canal y click *OK*.



A continuación se van a mecanizar las esquinas mediante una operación *Profile Contouring* para eliminar el material restante.

Como en el caso del canal, en la pestaña *Tool* se elige una herramienta con un diámetro menor que de la herramienta empleada en el primer *Pocketing*.

Para finalizar se comprueba con *Replaying the tool path* en el modo video. Se ve que las esquinas ya se han mecanizado. Renombrar la operación y *OK*.

Se ha visto el potencial de *Load From*, con esta opción se puede lanzar una operación *Rework* aprovechando la geometría y otros parámetros de una operación de mecanizado ya creada.

Se pueden también elegir las características de la operación manualmente por medio del cuadro de diálogo de *Prismatic Rework Area* indicando el valor de cada parámetro que se desee sin utilizar *Load From*.

Se puede utilizar *Prismatic Rework Area* con las siguientes operaciones de mecanizado:

- *Pocketing*.
- *Profile contouring*: modo entre 2 planos.
- *Profile contouring*: modo entre 2 curvas.
- *Profile contouring*: modo entre curva y superficies.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

8. Offset Group.

Un *Offset Group* puede contener una o más zonas de *offset*. Se puede aplicar un valor general a todas las zonas o valores diferentes para cada zona deseada.

El icono de *Offset Group* es el siguiente:



Imagen 77. Icono Offset Group.

Al lanzar el comando *Offset Group* se visualiza el siguiente cuadro de diálogo:

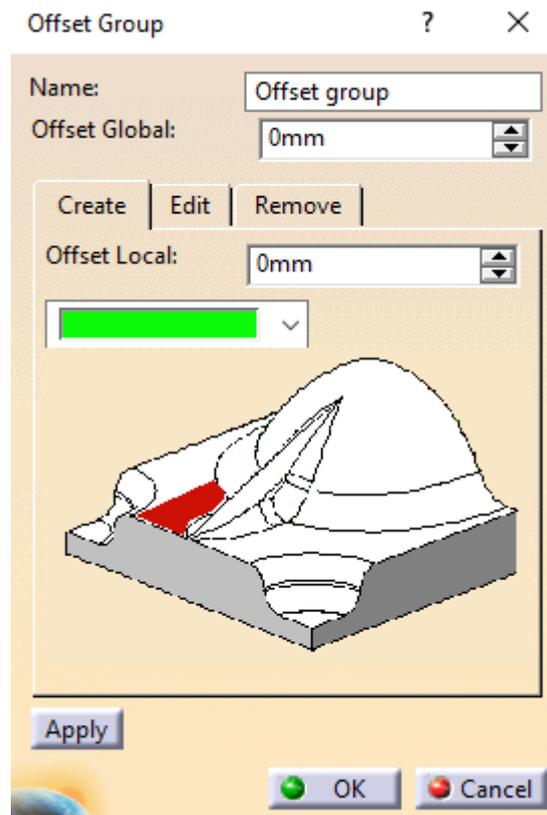


Imagen 78. Offset Group: Cuadro de diálogo principal.

Lo primero que se debería hacer es renombrar la operación para mantener una buena trazabilidad de las operaciones.

Justo debajo de *Name* aparece *Offset Global*, aquí hay que indicar el *Offset* general que se quiere la para la pieza. Todas las zonas en las que no se

especifique lo contrario con un *offset* local, tendrán el *offset* que se indique globalmente.

Name: Offset group
Offset Global: 0mm

Imagen 79. Offset Global.

En la parte inferior del cuadro de diálogo es donde se van a crear y editar los *offsets* locales:

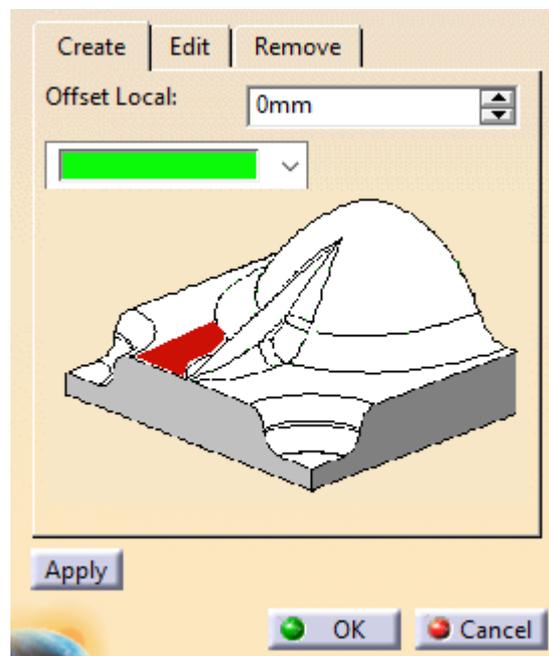


Imagen 80. Offset Local.

Para crear un *Offset Local* hay que hacer click en la zona roja de la pieza que aparece en el cuadro de diálogo, acto seguido el cuadro de diálogo se oculta dando lugar a la selección desde la vista 3D de las zonas deseadas que compartan un mismo valor de *offset local*. Cuando se hayan seleccionado las zonas deseadas, doble click en el espacio vacío para retornar al cuadro de diálogo.

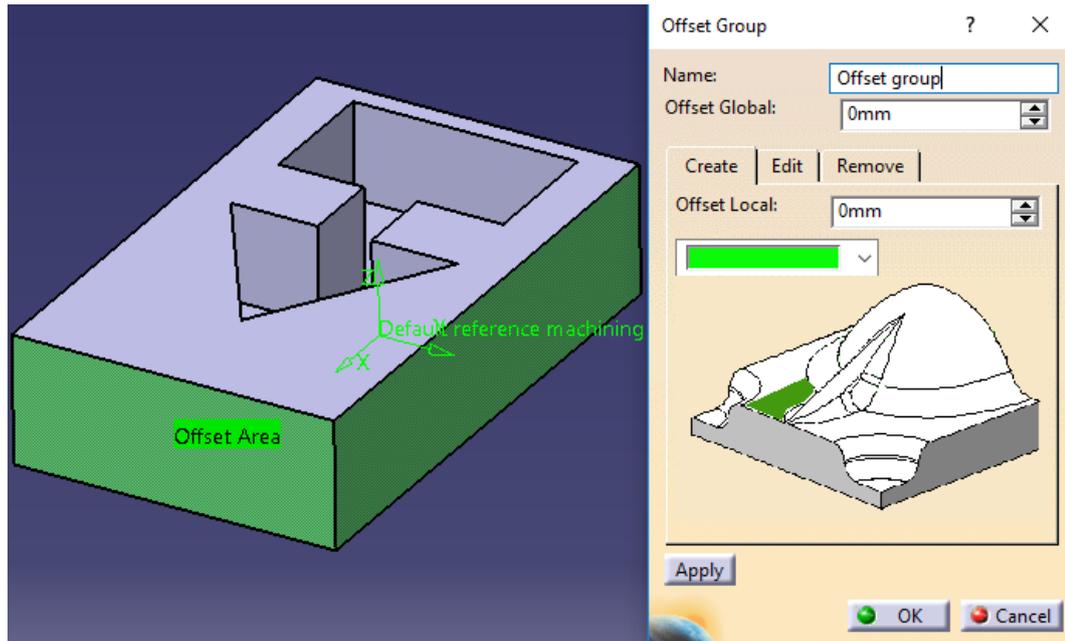


Imagen 81. Selección de zonas para un Offset Local.

De vuelta en el cuadro de diálogo hay que indicar el valor de *offset* que se desea para las zonas seleccionas, el color con el que se quiere representar dicho *Offset Local* y confirmar pulsando *Apply*.

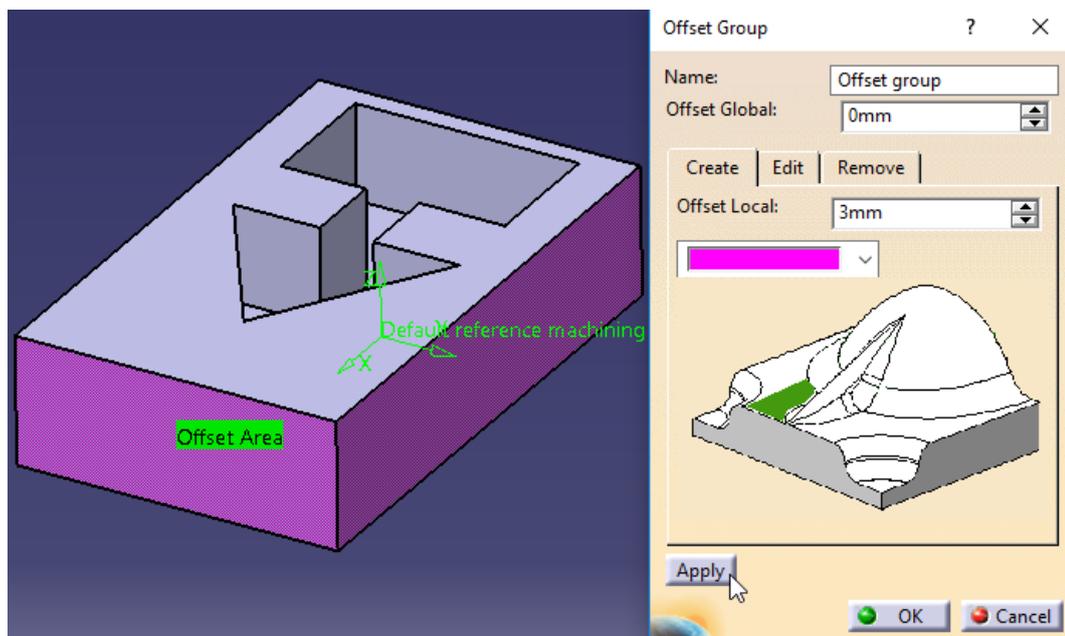


Imagen 82. Configuración de Offset Local.

El *Offset Local* se creará, se puede editar y eliminar desde las pestañas *Edit* y *Remove*, seleccionando en *Offset Area* la zona a editar o eliminar deseada. Se confirma, tanto la edición como la supresión, con el botón *Apply*. Un vez se tenga el *Offset Group* deseado confirmar pulsando *OK* y se creará en la *Manufacturing View*.

No se puede seleccionar una misma cara en diferentes *Offset Local* dentro de un mismo *Offset Group*.

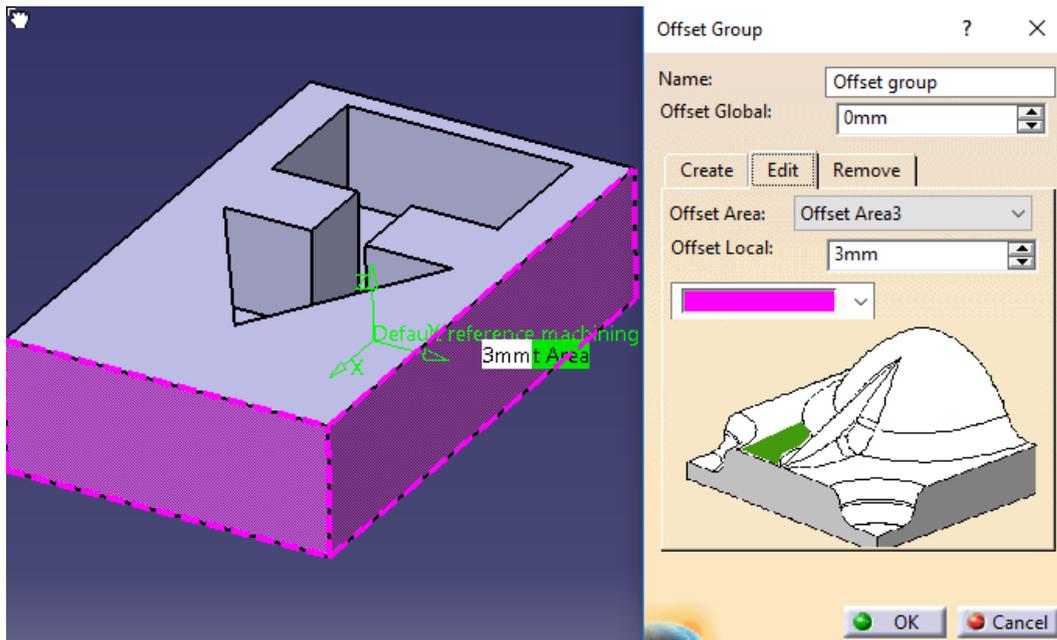


Imagen 83. Offset Local: Edit.

Para eliminar un *Offset Group* hay que seleccionar la pestaña *Remove*, luego seleccionar el *Offset Area* a eliminar y pulsar *Apply*.

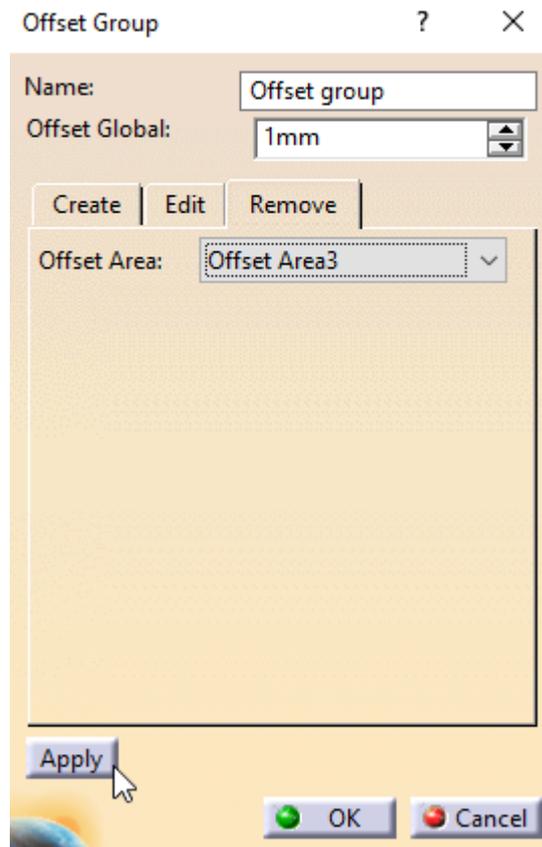


Imagen 84. *Offset Group: Remove*.

Es posible seleccionar un valor negativo de *Offset*, para esta situación es necesario que el radio de la herramienta sea mayor que dicho *offset*, en valor absoluto.

En la transición entre dos caras con valores diferentes de *offset*, la herramienta tomará como zona de seguridad, el valor del *offset* más restrictivo.

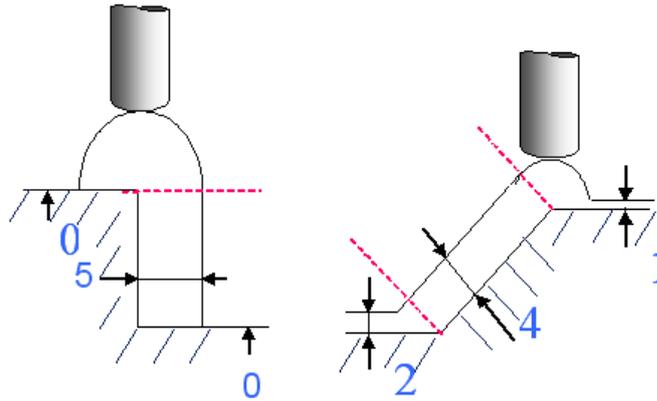


Imagen 85. Transición de herramienta entre caras con diferentes Offsets.

Los *Offset Groups* se pueden utilizar en operaciones de mecanizado y en *Rework* áreas. Si se emplea un *Offset Group* en alguna operación, no se podrá modificar dicho *Offset Group*.

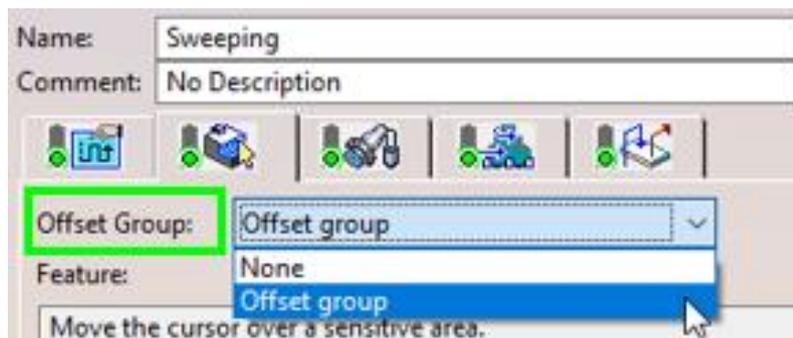


Imagen 86. Selección de un *Offset Group* en una operación.

9. Machining Pattern.

Con este comando se va a ver cómo crear un patrón de mecanizado, el cual se va a utilizar directamente como referencia para una operación de taladro. Un patrón de mecanizado es un mecanizado específico que representa las posiciones de los agujeros que van a ser mecanizados en una misma secuencia.

9.1. Crear un patrón de mecanizado.

Lo primero es seleccionar su icono:



Imagen 87. Icono Machining Pattern.

Al seleccionarlo aparece su cuadro de diálogo:

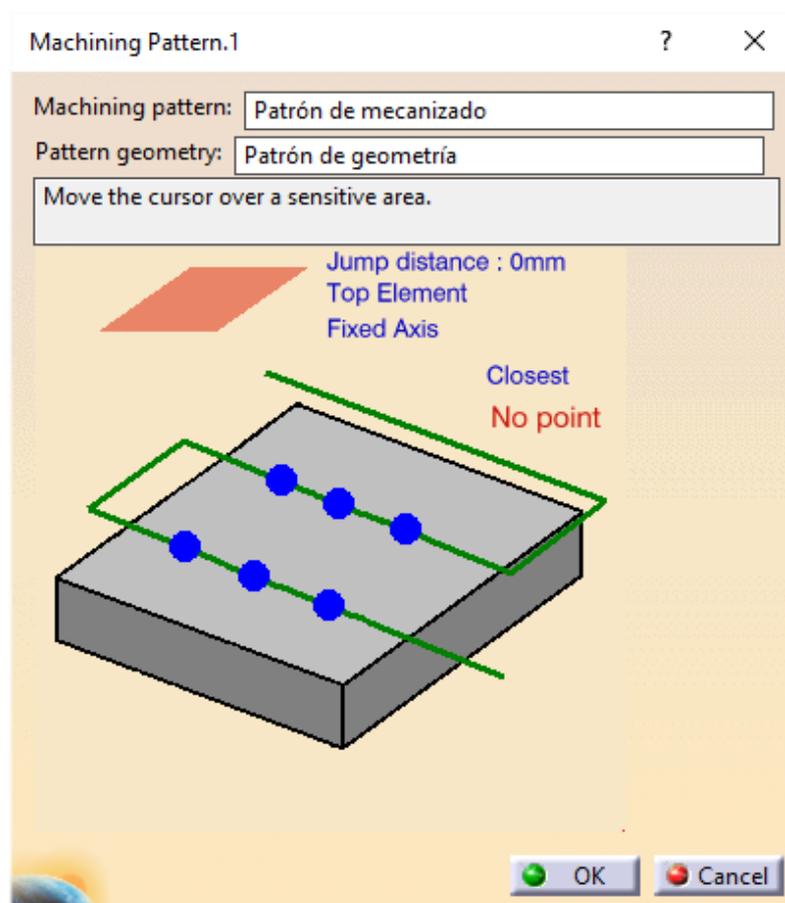


Imagen 88. Machining Pattern: cuadro de diálogo.

No Point hace referencia a que todavía no hay ningún punto seleccionado. Hay que hacer click encima de *No Point para seleccionarlos*, el cuadro de dialogo de *Pattern selection* aparecerá, hay que seleccionar un patrón creado o unos puntos existentes.

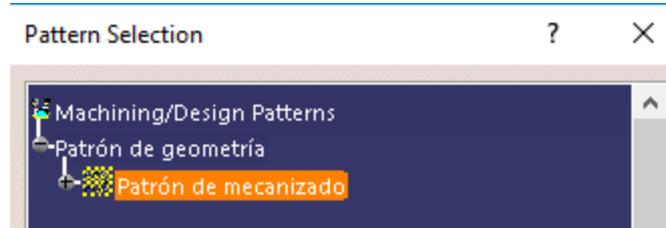


Imagen 89. Pattern selection.

Aparecerán los patrones de mecanizado disponibles. Se pueden elegir puntos en la vista 3D para incluirlos al patrón.

O elegir un patrón de la lista en caso de disponer de uno, los puntos en el patrón de diseño serán usados para crear el patrón de mecanizado. Se puede hacer referencia, en un patrón de mecanizado, a características alámbricas (como , proyección, simetría, rotación y translación).

Cuando se tengan seleccionados los puntos, doble click en el espacio vacío para volver al cuadro de diálogo y posteriormente hacer click en *OK*.

9.2. Machining Pattern: Opciones.

Jump distance: Es la distancia que tiene que separarse la herramienta de la pieza tras realizar cada taladro. Hay que hacer doble click en *Jump distance* y seleccionar el valor deseado en milímetros.

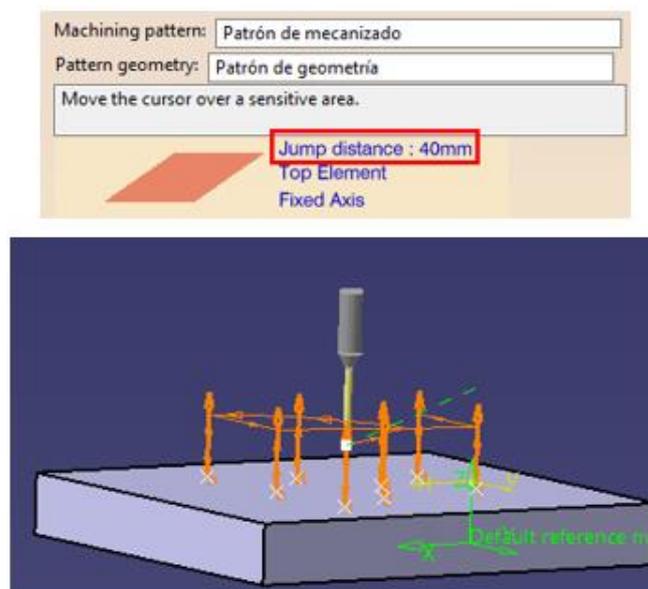


Imagen 90. Jump distance.

Haciendo click en la superficie que aparece en el cuadro de diálogo, se puede seleccionar una superficie de la pieza y automáticamente se proyectarán los puntos del patrón sobre dicha superficie.

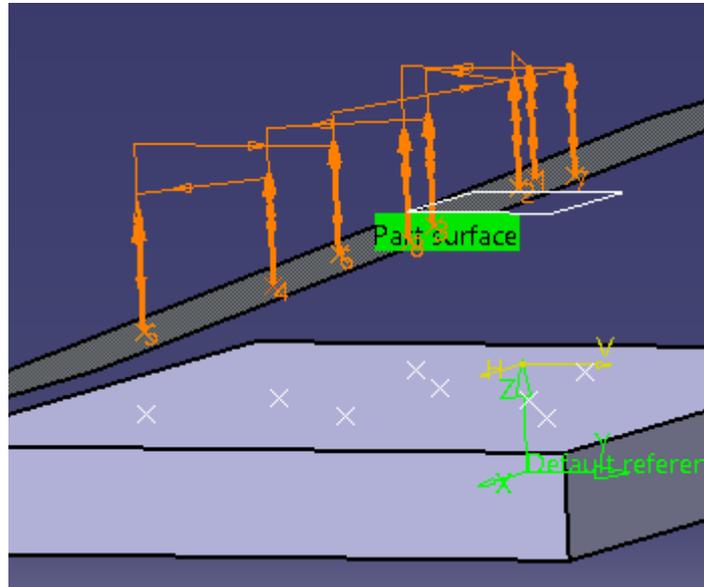


Imagen 91. Proyección de puntos en Machining Pattern.

Para elegir el orden del patrón hay que hacer click derecho por defecto en *Closest* y elegir una de las opciones del submenú.

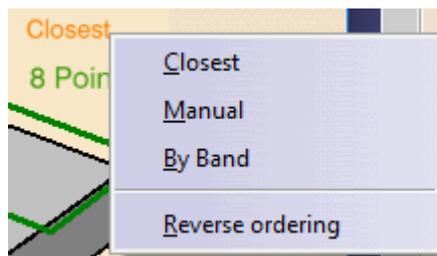


Imagen 92. Orden del patrón.

- **Closest:** calcula la ruta de menor distancia total para la herramienta.
- **Manual:** se elige el orden manualmente, uno a uno, de cada uno de los puntos. Hay que hacer click en cada punto para asignarle la posición, desde el primero hasta el último que se quiera cambiar
- **By Band:** existen 2 opciones, *Zig-zag* o *One-Way*. Primero hay que seleccionar uno de los puntos como referencia.

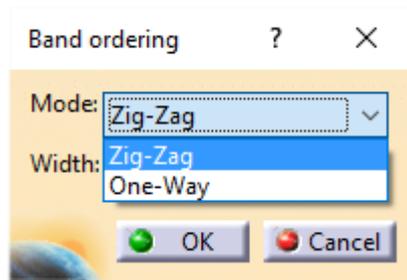


Imagen 93. Band ordering.

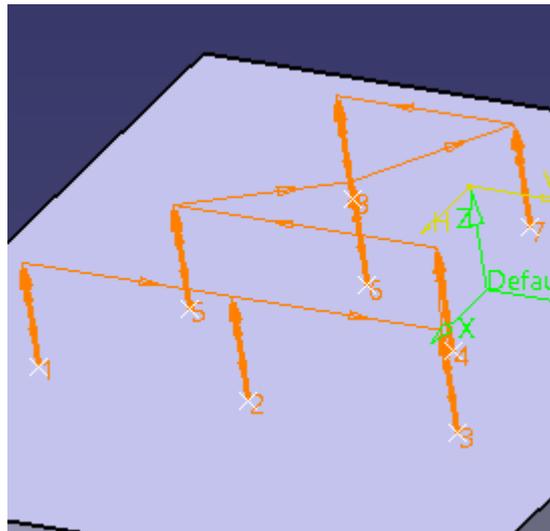


Imagen 94. Zig-Zag.

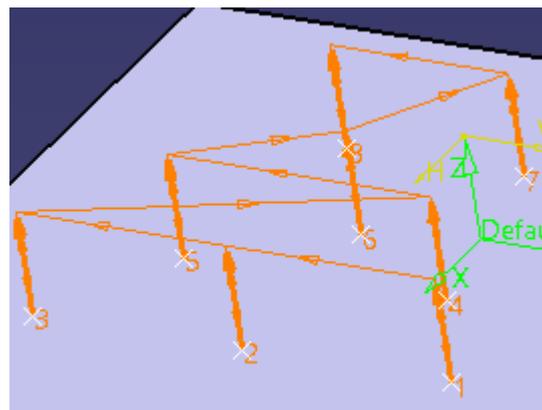


Imagen 95. One way.

- Reverse ordering: invierte el orden de las posiciones actuales.

9.3. Usar un patrón de mecanizado en una operación de mecanizado.

Vamos a ver un ejemplo empleando la operación de mecanizado *Drilling*, el cuadro de dialogo aparecerá directamente en la pestaña de geometría.

En esta pestaña hay un desplegable en el que inicialmente se encuentra seleccionado *New Pattern* y donde hay que seleccionar el patrón de mecanizado deseado.

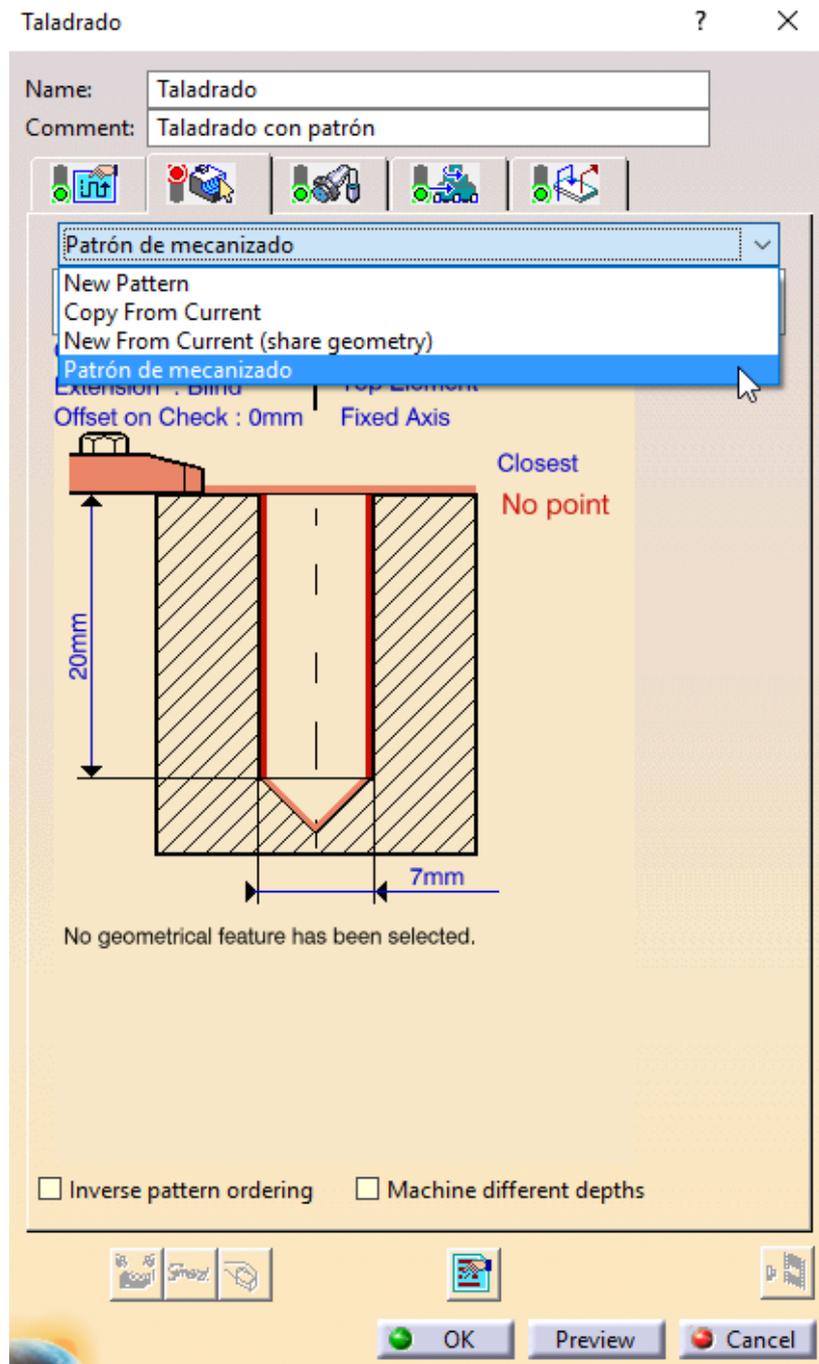


Imagen 96. Selección del Machining Pattern.

El patrón se iluminará en el 3D:

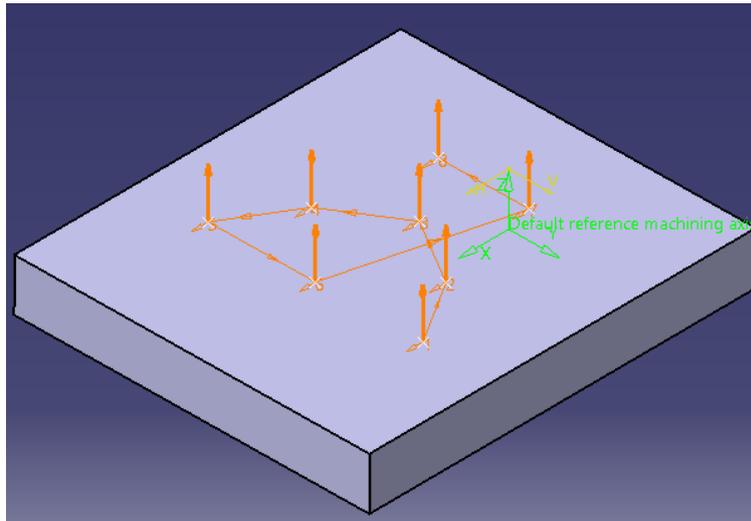


Imagen 97. Patrón indicado en el 3D.

En la imagen anterior se muestra automáticamente el orden en que se realizarán los taladros.

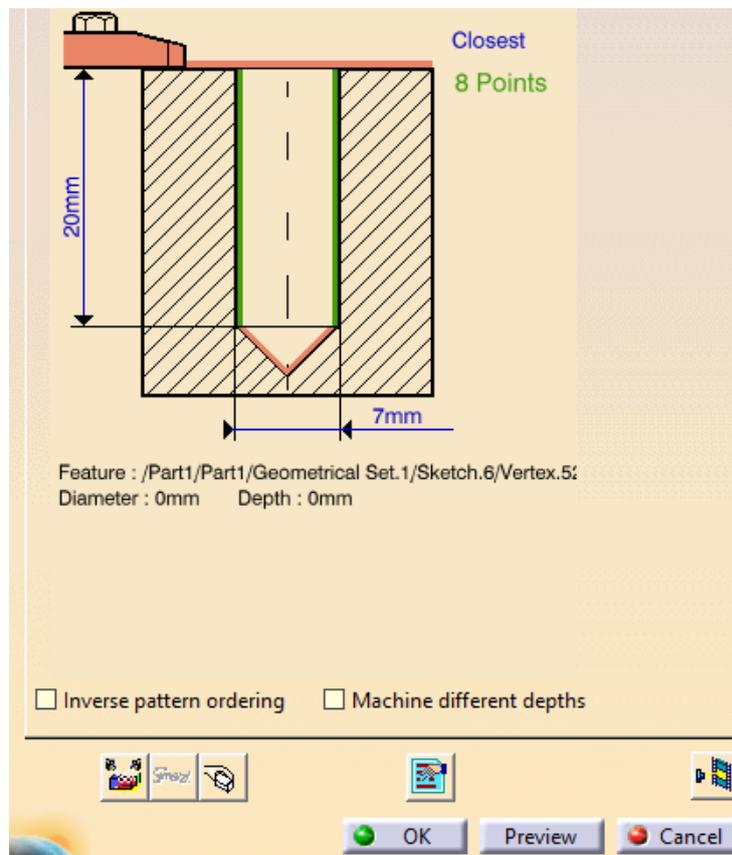


Imagen 98. Patrón seleccionado en la operación de taladrado.

Hacer click en *OK* para crear la operación de *drilling*, los agujeros del patrón por lo tanto se realizarán todos con esta única operación.

Se puede visualizar la operación de mecanizado, quedando de la siguiente manera:

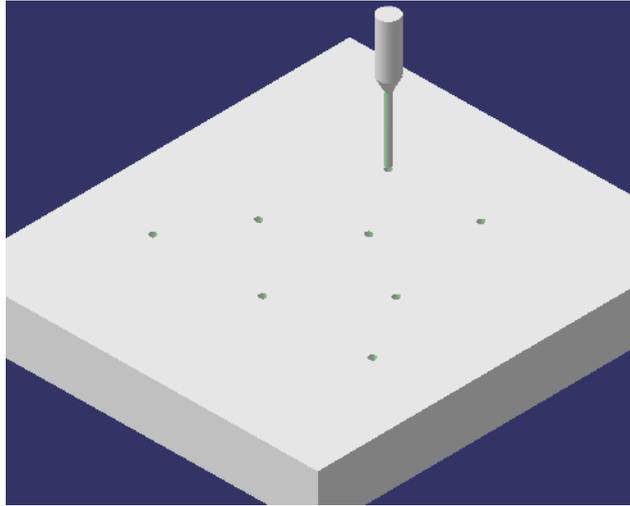


Imagen 99. Resultado final del taladrado con patrón.

Para ver los patrones de mecanizado desde *Manufacturing View* hay que seleccionar la opción *Sort by Patterns*, como se muestra en la siguiente imagen:

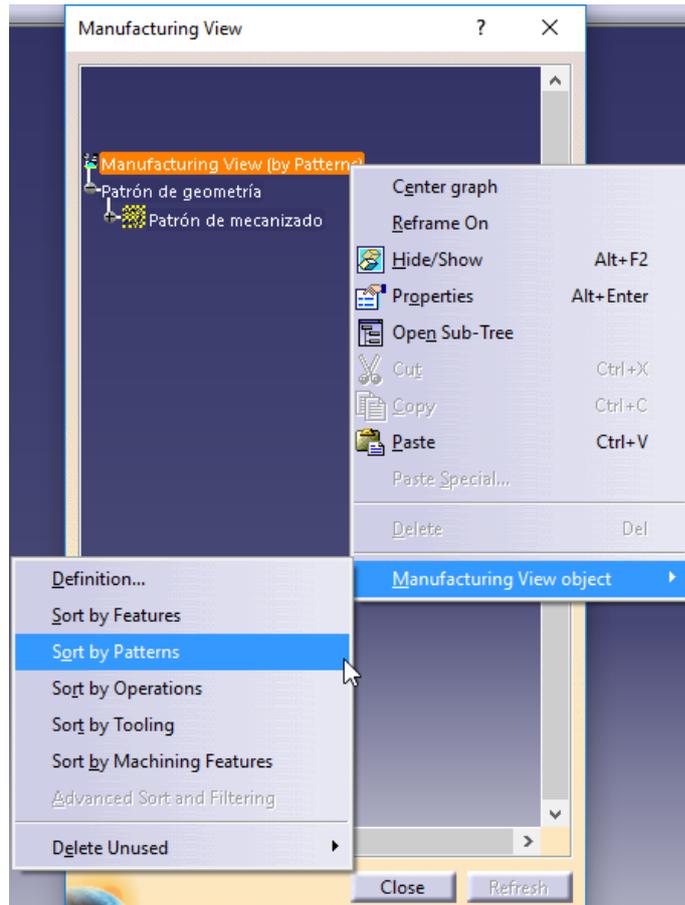


Imagen 100. Sort by Patterns.

10. Machining Axis

Este comando se utiliza cuando se quiere introducir diferentes sistemas de ejes para el mecanizado.

Su icono es el siguiente:



Imagen 101. Machining Axis.

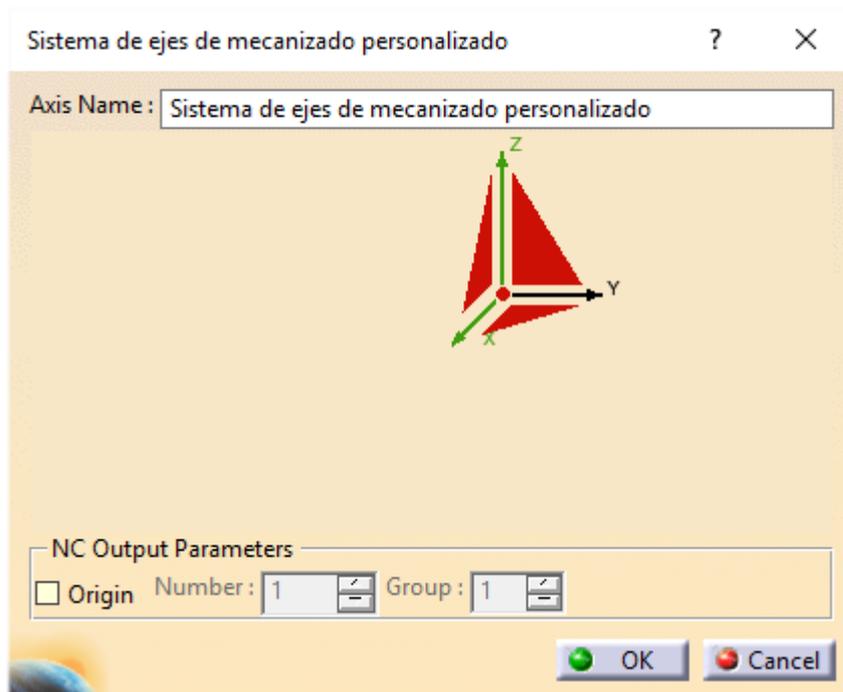


Imagen 102. Cuadro de diálogo de Machining Axis.

Se pueden introducir sistemas de ejes bien seleccionando ejes Z y X y el punto origen o bien seleccionando directamente un sistema de ejes previamente creado en catia.

Como se aprecia en la siguiente imagen, el eje Y aparece en negro y no es seleccionable, esto es porque se calcula automáticamente al introducir los ejes X y Z utilizando la regla de la mano derecha.

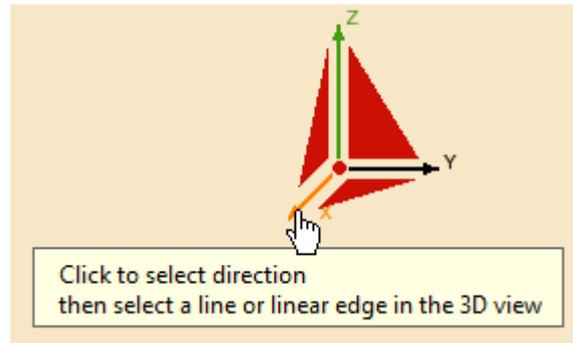


Imagen 103. Selección de eje X: Paso 1.

Al hacer click sobre el eje en el cuadro de diálogo, se oculta dicho cuadro y hay que indicar el eje correspondiente en el 3D. Existen varias formas de definir cada eje y se van a ver a continuación.

10.1. Selection

Esta opción se elige si ya se dispone de la geometría, es decir se tiene en el 3D un eje creado o un plano, en cuyo caso se tomará como dirección la normal de dicho plano.

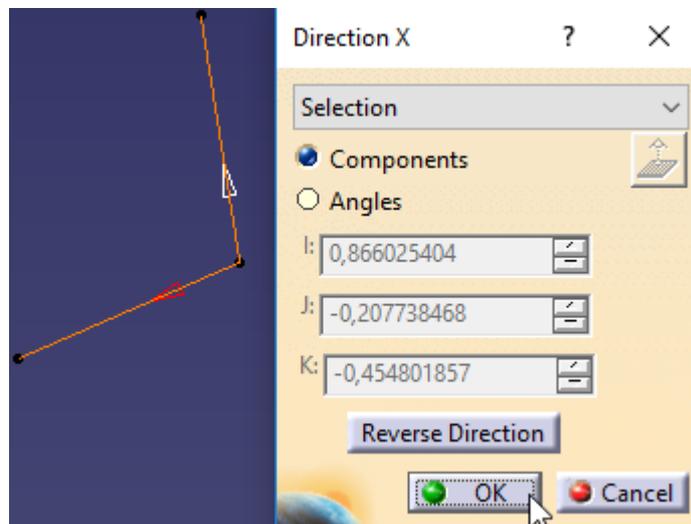


Imagen 104. Machining Axis: Selection.

Con *Reverse Direction* se selecciona la dirección deseada.

Nótese que aunque se pueda seleccionar tanto *Components* como *Angles*, sus opciones están deshabilitadas en este caso.

10.2. Manual

En esta opción se pueden introducir las componentes i , j y k del vector unitario que define la dirección del eje deseada

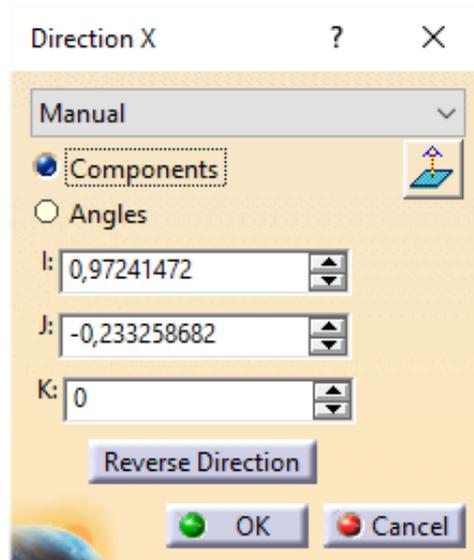


Imagen 105. Machining Axis: Manual, Components.

También se pueden indicar los ángulos que forma el eje deseado con cada eje coordinados X, Y y Z.

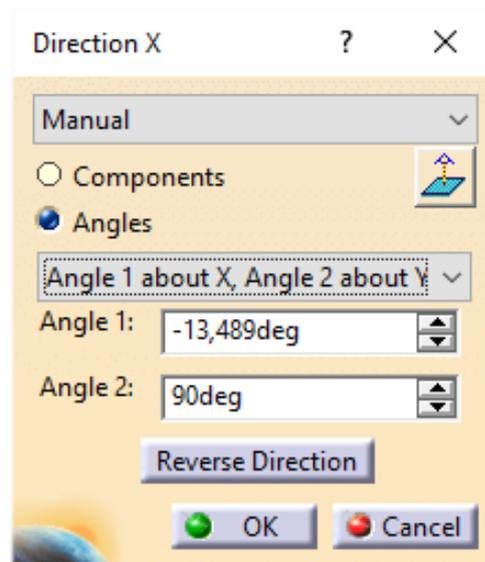


Imagen 106. Machining Axis: Manual, Angles.

Pudiendo elegir los ejes que toma de referencia cada ángulo:

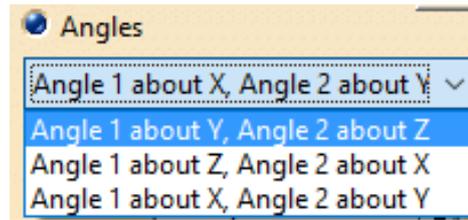


Imagen 107. Selección de los ejes referencia.

La última opción que permite Manual es: Normal to screen direction.

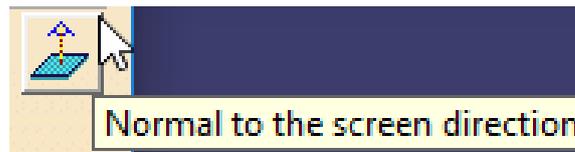


Imagen 108. Machining Axis: Normal to the screen direction.

Esta opción toma el eje perpendicular a la vista que aparece en ese momento en la pantalla, en función de cómo se posicione la visualización del 3D se obtendrá un eje u otro.

Con *Reverse Direction* seleccionar la dirección deseada.

10.3. Points in the view

Con esta última opción hay que seleccionar 2 puntos, que definirán una dirección en la vista 3D.



Imagen 109. Points in the view: Primer click.

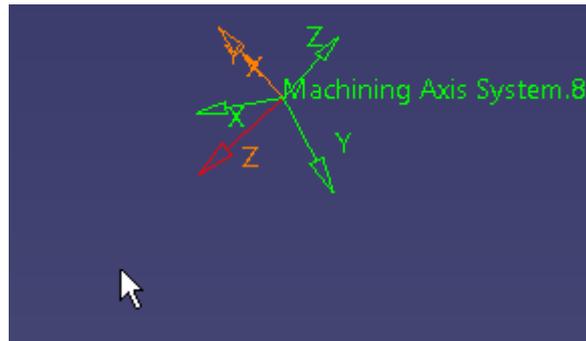


Imagen 110. Points in the view: segundo click.

Toma un eje en la dirección indicada con los 2 clicks, otro normal a la vista de la pantalla, y el último se calcula automáticamente en función de los 2 mencionados mediante la regla de la mano derecha.

Con *Reverse Direction* hay que seleccionar la dirección deseada.

10.4. NC Output Parameters

En el caso de ciertas máquinas hay que indicar el número de origen y/o el grupo al que pertenece dicho origen.

Simplemente que habría que marcar la casilla *Origin* e introducir los números deseados en *Number* y *Group*.

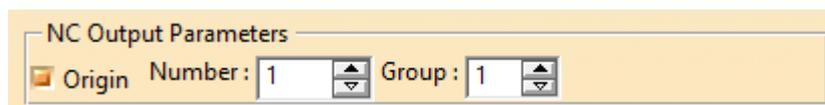


Imagen 111. NC Output Parameters.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

11. Manufacturing View

En este apartado se va a explicar la “vista de fabricación” a la cual se accede mediante el siguiente icono:

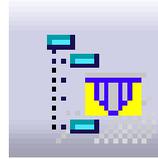


Imagen 112. Icono Manufacturing View.

Al ejecutar el comando lo primero que se muestra es la siguiente ventana:

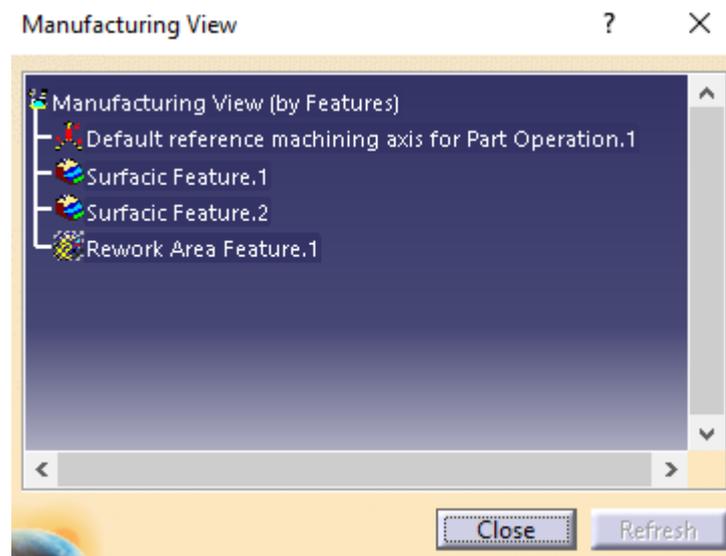


Imagen 113. Ventana principal Manufacturing View.

Hay que hacer click derecho en *Manufacturing View* para visualizar el menú contextual que permitirá acceder a las opciones de este comando. Desplegados los posibles menús cotextuales se obtiene una visualización general.

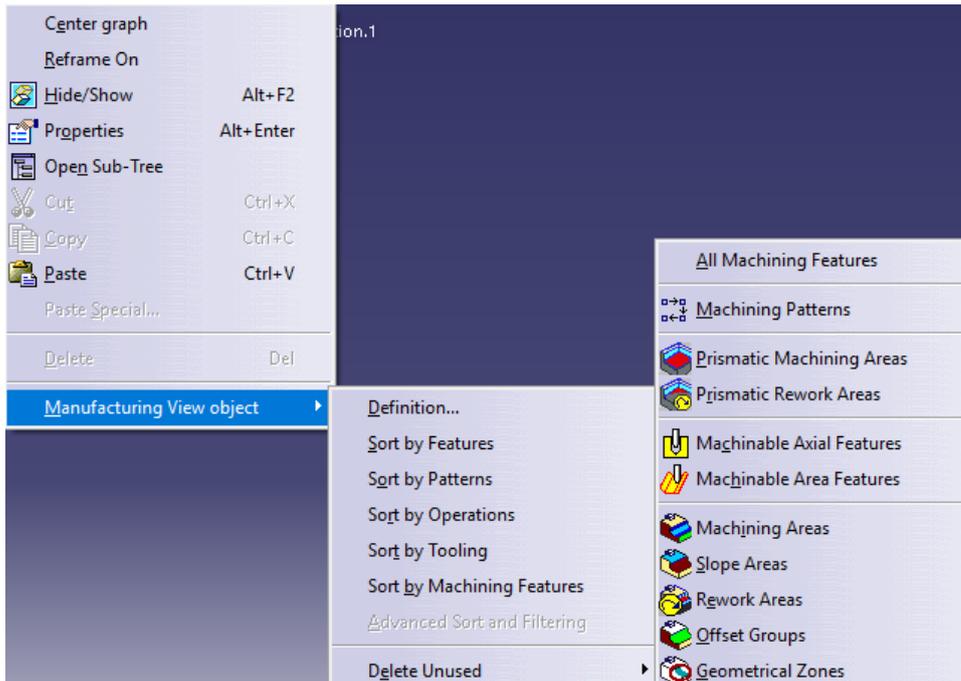


Imagen 114. Menús contextuales de Manufacturing View.

Los comandos tipo *Sort by* sirven para ordenar el árbol de *Manufacturing View* en función del tipo que se seleccione: por características, patrones, operaciones de mecanizado...

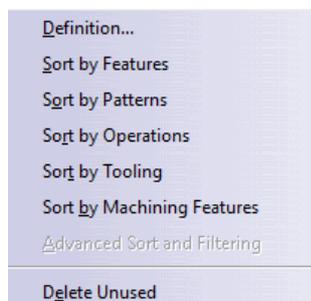


Imagen 115. Orden de Manufacturing View.

También existe una opción para borrar los elementos creados no utilizados, y se pueden discriminar por tipos a la hora de borrar dichos elementos, como se muestra en el siguiente submenú:

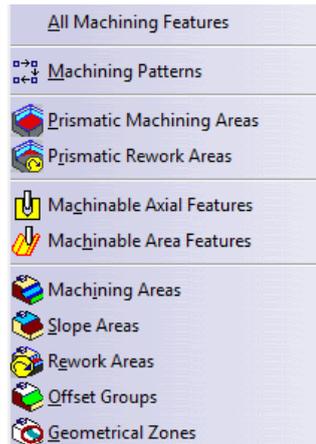


Imagen 116. Selección de elementos no utilizados para eliminar.

También se pueden eliminar todos elementos seleccionando la primera opción.

La forma para acceder a los elementos creados mediante la barra de herramientas explicada en este trabajo, *Machining Features*, es mediante *Manufacturing View*. En esta vista se recogen todos los elementos creados y se pueden visualizar muy fácilmente con los comandos *Sort by*. Para editar cada elemento basta con hacer doble click sobre desde el árbol de *Manufacturing View*.

A continuación se van a mostrar algunas capturas con la visualización del árbol de *Manufacturing View* según qué tipo de orden seleccione.

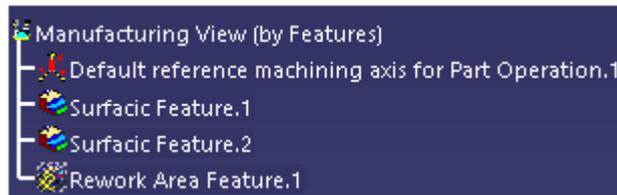


Imagen 117. Sort by Features.



Imagen 118. Sort by Patterns.

Ordenando por operaciones de mecanizado aparecen también las herramientas asociadas a cada operación:



Imagen 119. Sort by Operations.

De la misma manera, si se ordena por herramientas, de cada herramienta cuelgan las operaciones que ésta tiene asociadas:



Imagen 120. Sort by Tooling.

Al ordenar por características de mecanizado se muestra una organización en la que aparecen elementos combinados de las anteriores.

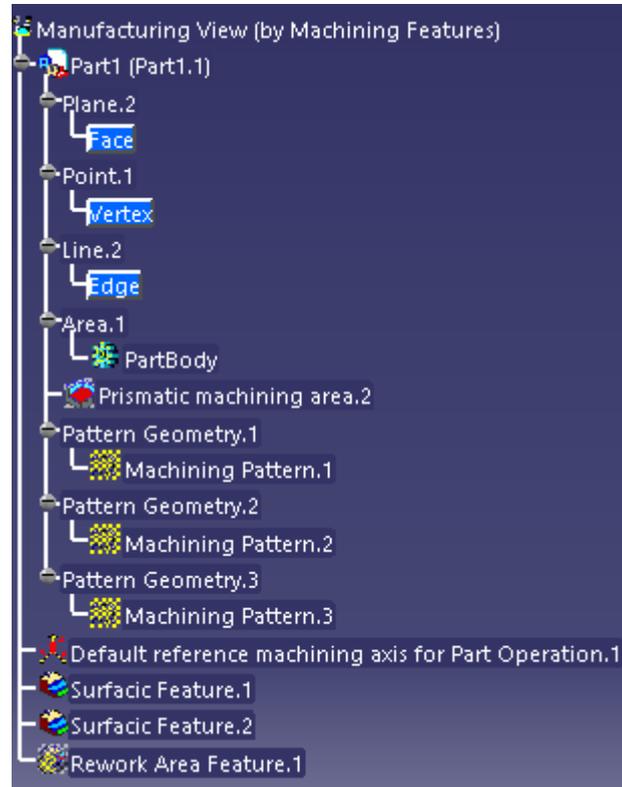


Imagen 121. Sort by Machining Features.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



12. Mecanizado de superficie óptica

Unas de las superficies más complejas que se encuentran en el mundo de la automoción son las superficies de las ópticas presentes en los reflectores de los elementos de iluminación de los vehículos. Estas superficies han de tener una geometría muy concreta y con una precisión extrema, sin apenas tolerancia, ya que cualquier desviación de la geometría ideal representada en el volumen 3D puede afectar a que cada haz de luz no se comporte como debiera. Que la luz incida en el lugar adecuado y sea reflejada en la dirección correcta es imprescindible para la seguridad de los conductores por lo que hay que tener especial cuidado a la hora de fabricar éste tipo de piezas.

Se suelen fabricar por inyección de plástico, obteniendo una superficie muy pulida y en ocasiones dando posteriormente un tratamiento de metalizado a la superficie óptica, buscando superficies que permitan la mejor reflexión de luz posible.

Para obtener una pieza aceptable por inyección de plástico influyen muchos factores, desde la buena concepción del modelo 3D hasta que la pieza sale del molde, los más importantes tienen que ver con el molde ya que es dónde ésta evoluciona de un fluido a temperatura elevada a una pieza sólida con forma determinada a temperatura ambiente. El mecanizado del molde es crucial y tiene gran complejidad, en las superficies ópticas son comunes zonas con radios menores de 0.3 milímetros, muy difíciles de mecanizar. Esto es así porque hay que respetar el mayor área de óptica posible, para garantizar ciertos flujos de luz, según la función que ésta tenga asignada (*tail, turn indicator, stop...*).

Como en cualquier proceso de mecanizado en Catia antes de empezar a trabajar hay que definir en el *Part Operation* la máquina con la que se va a trabajar, sistema de ejes de la máquina, la pieza final a la que se desea llegar en ese proceso de mecanizado, el tocho de material de partida, fijaciones... En este caso se va a emplear una máquina de 5 ejes. Definido lo anterior se empieza a trabajar con Catia.

El primer comando que se va a emplear es *Geometrical Zone* en el que se definirán los puntos extremos de la faceta óptica, su contorno y su superficie.



Imagen 122. Geometrical Zone de óptica unitaria.

A continuación se define un *Offset group* para cuando se realice el primer mecanizado para desbastar la zona y acercarse a la geometría.

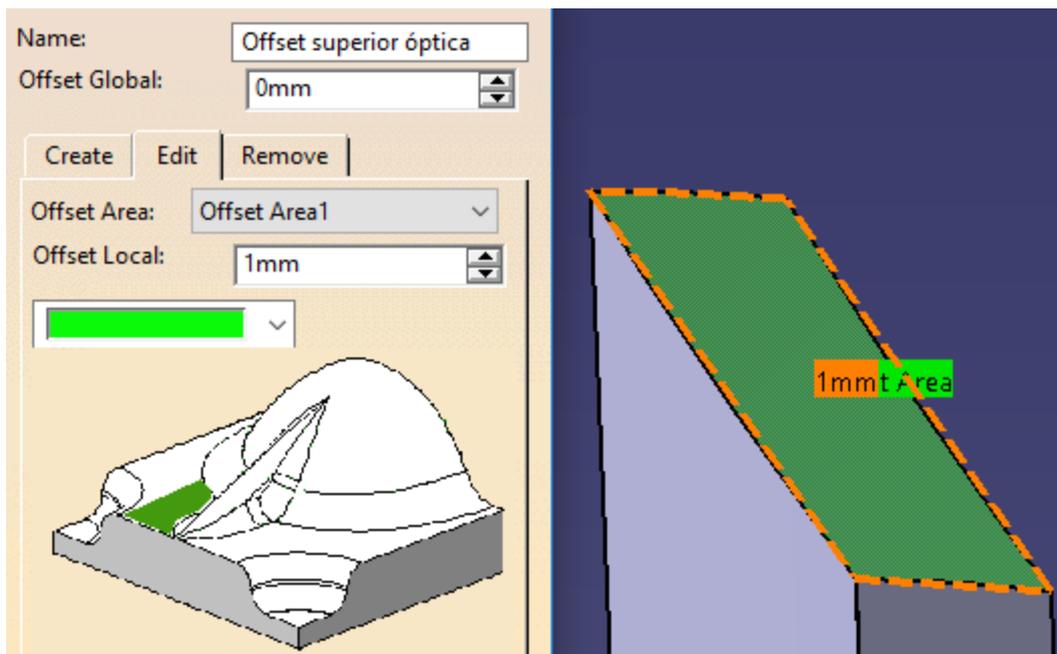


Imagen 123. Offset group óptica unitaria.

Se realiza un barrido multieje como primera operación, en esta operación se seleccionará el *Offset superior óptica* creado anteriormente y se seleccionarán la pieza y los *Geometrical Zones* existentes de contorno óptica y superficie óptica:

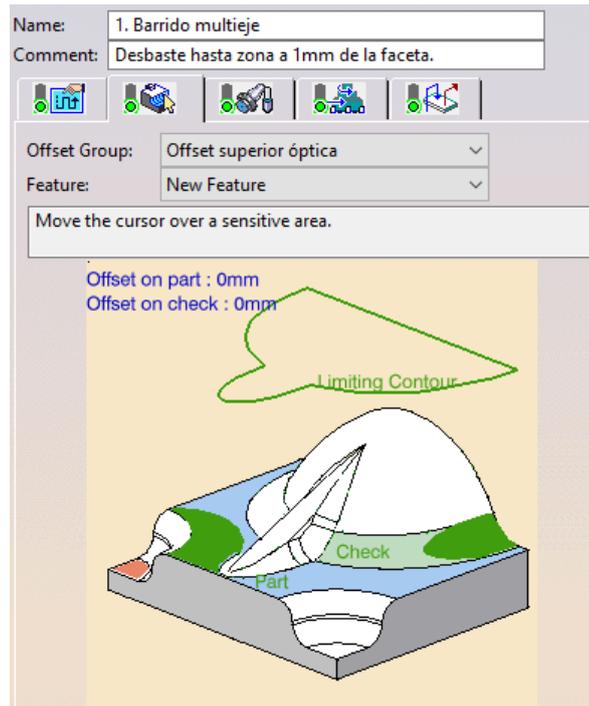


Imagen 124. Barrido multieje faceta óptica.

Se indicará un eje de la herramienta perpendicular a la superficie a mecanizar, para optimizar el mecanizado de la zona, puesto que disponemos de una máquina multieje que nos permite realizar dicha operación, aunque en este caso concreto al tratarse de un desbaste y de una zona muy pequeña, apenas habrá variación de la inclinación del eje de la máquina.

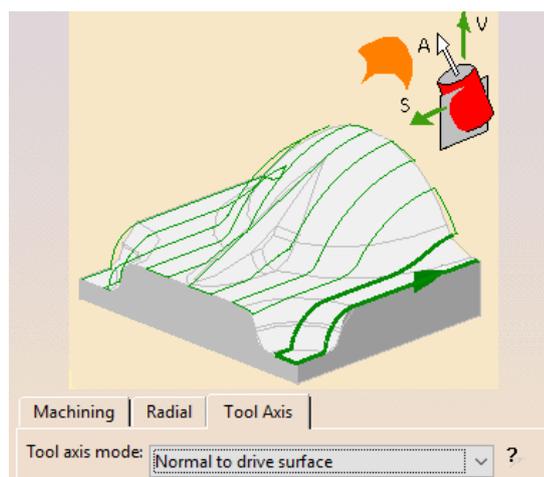


Imagen 125. Eje de herramienta perpendicular a superficie.

Se ha obtenido una zona de la pieza más parecida al resultado final que al tocho inicial, respetando una distancia de seguridad con el resultado final.

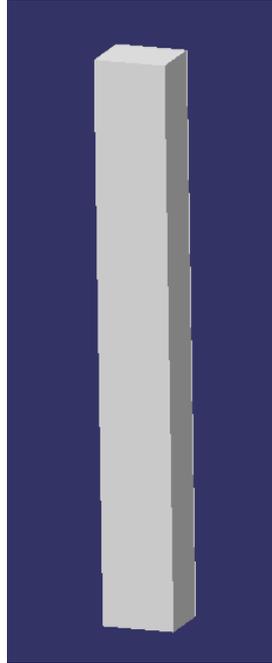


Imagen 127. Tocho inicial faceta óptica.

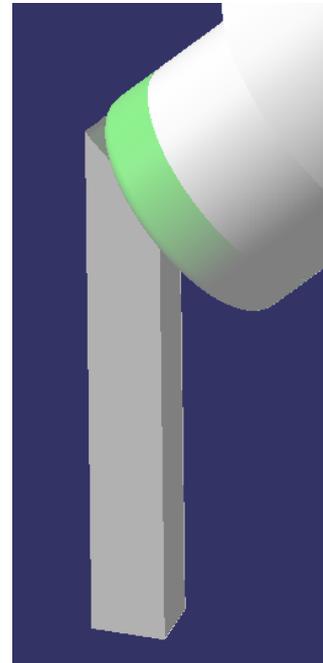


Imagen 126. Faceta óptica tras desbaste.

Gracias al offset indicado con el *Offset group* de 1 mm en la zona superior con la superficie final no se mecaniza la zona entre la herramienta y la pieza que se ve en la siguiente imagen:

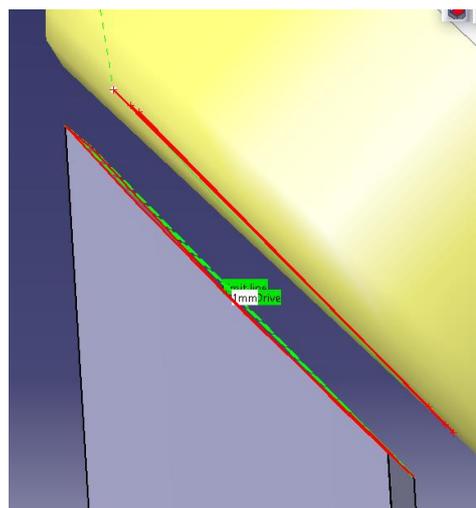


Imagen 128. Offset de 1mm respetado.

Es el momento de realizar un cambio de herramienta para llegar al resultado final. Se selecciona una herramienta más fina con punta de bola, que son las empleadas para realizar el mecanizado de superficies curvas. Es muy importante a la hora de optimizar este proceso, entre otros factores, la selección del radio de la punta de la herramienta, debiendo ser lo más grande posible para que la herramienta sea más consistente y para optimizar el tiempo de mecanizado. Cuanto más área pueda mecanizar la punta de la herramienta en una misma pasada, menos pasadas será necesario realizar, por lo que se ahorrará tiempo.

Para determinar un radio de herramienta máximo se hace un análisis de curvatura de la zona deseada obteniendo en este caso un radio máximo de unos 39mm:

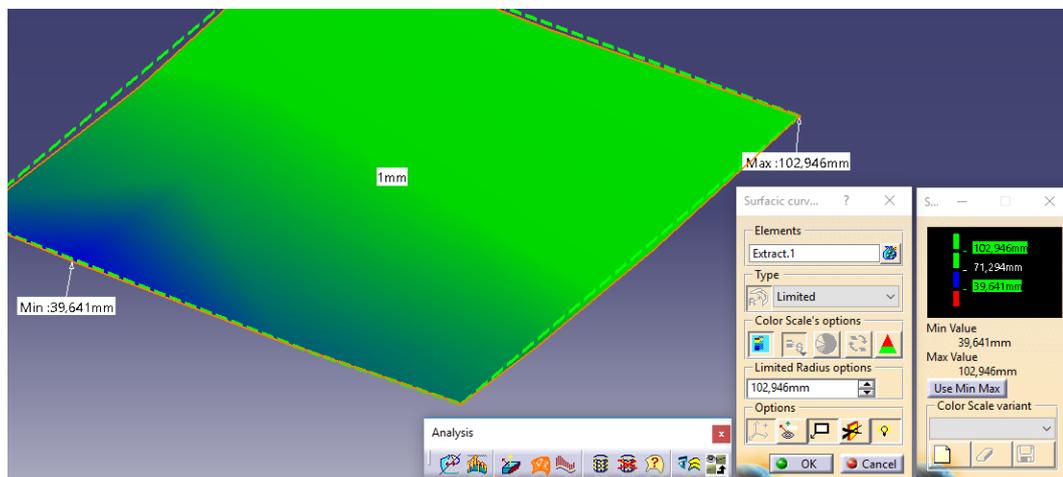


Imagen 129. Análisis de curvatura de la faceta óptica.

En este caso cualquier herramienta con un radio menor de 39 serviría para poder mecanizar la pieza, eso sí cuanto menor radio tenga la herramienta mejores resultados se obtendrán y más precisos. Por el contrario, cuanto más fina sea la herramienta será menos duradera y tardará más tiempo en mecanizar una misma zona.

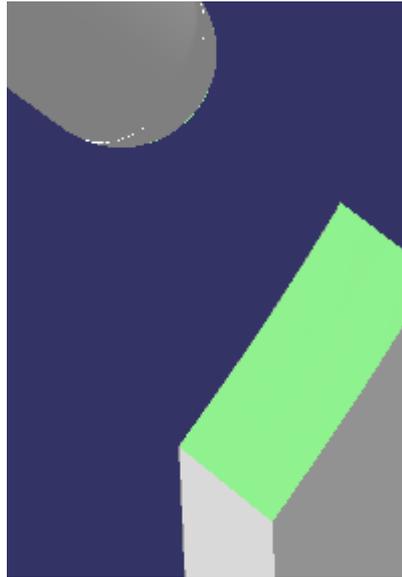


Imagen 130. Resultado del mecanizado de la faceta óptica.

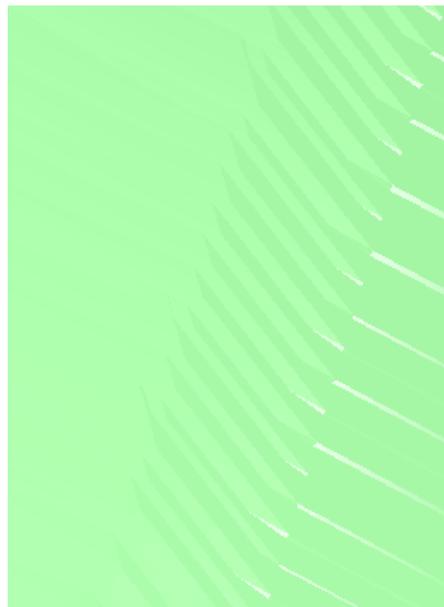


Imagen 131. Zoom de la superficie obtenida.

En el caso de realizar varias operaciones al proceso de mecanizado de una zona mayor el proceso es similar al unitario. Primero habría que desbastar la pieza. Para ello se realiza un barrido multiteje en el que se ha introducido dos zonas geométricas, la superficie de las facetas y el contorno de las mismas.

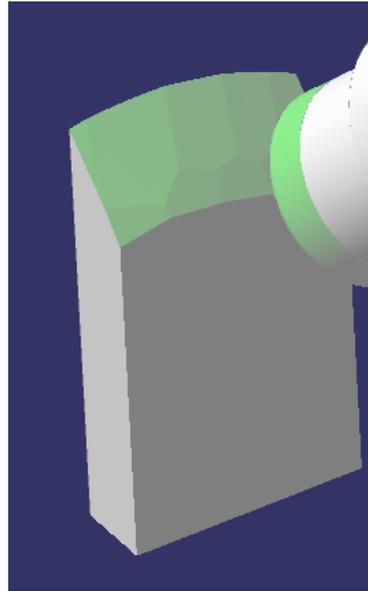


Imagen 132. Desbaste.

Ahora hay que realizar una segunda pasada montando una herramienta con un radio menor que la empleada en el desbaste inicial. En este caso al tratarse de una herramienta con punta esférica se ha definido un eje fijo para la operación, pudiendo ser variable ya que la máquina multieje lo permite, pero no es necesario.



Imagen 133. Segundo mecanizado.

A medida que se van añadiendo operaciones más finas la superficie va obteniendo la forma del resultado final deseado.

El material que no se mecaniza en una operación se puede mecanizar en la siguiente, optimizando el tiempo, aplicando un *Rework Area*.

Se pueden ir obteniendo resultado mejores, modificando la herramienta o disminuyendo la distancia entre pasadas por ejemplo. En la siguiente imagen se muestra la diferencia de la superficie que se obtiene según la distancia entre pasos que se seleccione:

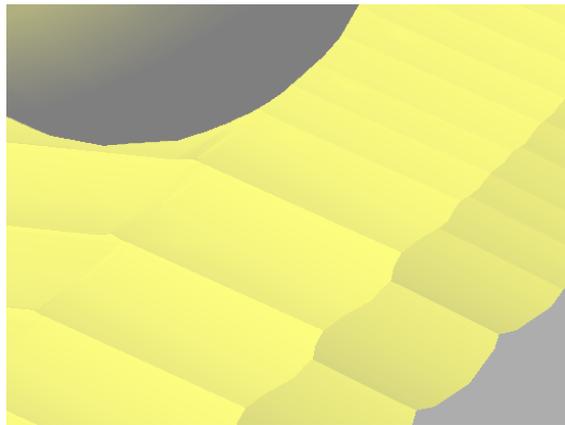


Imagen 134. Diferentes distancias entre pasos.

Con el proceso de mecanizado no se puede obtener el resultado especular que necesita el molde final. Para ese acabado son necesarias operaciones de pulido con las que se terminaría de eliminar el material restante. Pero en la parte del mecanizado del molde se obtendrían superficies similares a las mostradas en este apartado.



13. Conclusiones

En el presente Trabajo Fin de Grado se ha profundizado en el módulo de mecanizado de Catia y se han conseguido explicar detalladamente los diferentes comandos de la barra de herramientas *Machining Features*.

Durante el desarrollo del trabajo se han ampliado los conocimientos sobre el módulo de mecanizado de la herramienta Catia. Se ha mostrado la manera de crear, editar y utilizar zonas geométricas, tanto para primeras operaciones como para zonas a retrabajar.

Con el trabajo realizado se ha visto que Catia permite gestionar zonas de mecanizado de una forma óptima. El definir correctamente todas las zonas que se van a necesitar en los mecanizados posteriores supone una pequeña inversión de trabajo inicial que se traduce en un ahorro de tiempo posterior, pudiendo recurrir a dichas zonas de una manera rápida cuando se necesiten. Dichas zonas se pueden reutilizar en diferentes operaciones, incluso con ciertos cambios de la geometría de la pieza, las zonas definidas con anterioridad siguen siendo válidas.

En adición a esto, se ha mostrado la forma de gestionar los diferentes elementos explicados empleando la vista de fabricación.

Se ha mostrado la facilidad existente para dividir una pieza por zonas, para mecanizar por separado, simplificando así las operaciones y facilitando la edición de los elementos creados. Gracias a las zonas a retrabajar se ahorran pasadas innecesarias de la herramienta por lo que se produce un ahorro de tiempo muy valioso.

Tras la realización del Trabajo Fin de Grado se puede afirmar que tener una buena trazabilidad es algo clave a la hora de trabajar. Permite encontrar de forma rápida el elemento buscado, modificar un trabajo realizado con anterioridad para aprovecharlo en una tarea presente y no duplicar trabajo.

Para trabajar de forma óptima mantener un orden es imprescindible, se traduce en un ahorro de tiempo y, por consiguiente, de dinero.

Por último, se espera que el presente documento sea de utilidad, tanto didáctica como práctica, sirviendo como manual de consulta a futuros trabajos realizados dentro de áreas de conocimiento como los procesos de fabricación o diseño CAD.



13.1 Mejoras futuras

Resultaría interesante poder realizar una combinación de lo visto en el presente documento con los otros módulos de mecanizado de Catia, pudiendo realizar el mecanizado por zonas de una pieza real de geometría variada y compleja.

De igual manera sería de gran utilidad un estudio de la compatibilidad de las operaciones de mecanizado que dispone Catia con la utilización de zonas geométricas, ya que en algunas operaciones está limitado su uso.

De cara a una mayor comprensión y para visualizar el alcance de cada comando se podría realizar un estudio comparativo del mecanizado de una pieza empleando zonas geométricas y sin la utilización de las mismas.



14. Bibliografía

-Dassault Systemes. *Version 5-6 Release 2015 CATIA User's Documentation*.

-E. Garijo Gómez. *Diseño y fabricación con Catia V5: Módulos CAM Mecanizado por arranque de viruta*. Ed. Vision Net. ISBN 9788490113691

-E. Torrecilla. *El gran libro de Catia*. Ed. Marcombo. ISBN 9788426718907