

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería Aeroespacial

Análisis de operaciones de fresado con CATIA

Autor: Juan Francisco Navarrete Pérez

Tutores: Francisco Javier Doblas Charneco

Luis Valentín Bohórquez Jiménez

Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería Aeroespacial

Análisis de operaciones de fresado con CATIA

Autor:

Juan Francisco Navarrete Pérez

Tutores:

Francisco Javier Doblas Charneco

Luis Valentín Bohórquez Jiménez

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Mecánica y Fabricación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo de Fin de Grado: Análisis de operaciones de fresado con CATIA

Autor: Juan Francisco Navarrete Pérez

Tutores: Francisco Javier Doblas Charneco
Luis Valentín Bohórquez Jiménez

El tribunal nombrado para juzgar el trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes profesores:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:

Agradecimientos

En primer lugar, a mis tutores Paco y Luis, por darme la oportunidad de realizar este trabajo con ellos, siempre con una completa disponibilidad y con un aporte continuo de buenas y útiles ideas y conocimientos necesarios para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia y seres queridos, en especial a mi madre y a mi padre, que siempre me han apoyado de manera continuada y sin descanso en este duro camino.

A mis tres abuelos que ya no están por desgracia, en especial a mi abuela Catalina, la cual sé que se sentiría orgullosísima de mi.

A todos los amigos y compañeros que me han tendido la mano y ayudado en este viaje, en especial a Cristóbal García Sobrino, Manuel López Moreno y Pablo Blanco Ostos.

Juan Francisco Navarrete Pérez

Sevilla, 2021

Resumen

El método de estimación rápida del coste de fabricación de piezas obtenidas por mecanizado propuesto por G. Boothroyd no respondía a las necesidades actuales del mundo del mecanizado en los procesos de fresado de piezas sencillas al no proporcionar un método o ecuación válida que permitiese calcular dichos costes.

Por consiguiente, en el presente trabajo se tratará de encontrar una fórmula que sea capaz de responder a esta necesidad devolviendo valores válidos para todo tipo de piezas, independientemente de la geometría, forma y tamaño.

Con idea de tener una base de datos sólida con la cual comparar los resultados obtenidos a partir de dicha fórmula, se hará uso del programa CATIA V5 para el diseñado y posterior mecanizado de las piezas. Para que dicha fórmula devuelva valores lo más próximos posibles a los de CATIA, ésta se irá perfeccionando a lo largo del presente trabajo, hasta llegar a la ecuación deseada.

Abstract

The method of rapid estimation of the cost of manufacturing parts obtained by machining by G. Boothroyd does not respond to the current needs of the world of machining in the milling processes of simple parts by not providing a valid method or equation that allows calculating these costs.

Consequently, this work will try to find a formula that can respond to this need, returning valid values for all types of parts, regardless of geometry, shape and size.

With the idea of having a solid database with which to compare the results obtained from said formula, the CATIA V5 program will be used for the design and subsequent machining of the parts. For this formula to return values as close as possible to those of CATIA, it will be refined throughout this work, until the desired equation is reached.

Índice

Agradecimientos	VII
Resumen	IX
Abstract	XI
Índice	XII
Índice de Tablas	XIV
Índice de Figuras	XVI
1 Introducción	1
1.1 <i>Contexto del trabajo</i>	1
1.2 <i>Objetivos</i>	1
1.3 <i>Estructura de la memoria</i>	2
2 Product design for manufacture and assembly (PDFMA)	3
2.1 <i>Introducción al PDFMA</i>	3
2.2 <i>Ecuación general de costes</i>	3
2.3 <i>Costes para operaciones de fresado</i>	4
3 Diseño y mecanizado con CATIA V5	7
3.1 <i>Introducción a CATIA V5</i>	7
3.2 <i>Piezas</i>	7
3.3 <i>Módulo Part Design</i>	10
3.3.1 <i>Introducción</i>	10
3.3.2 <i>Herramientas y operaciones</i>	11
3.3.3 <i>Ejemplo práctico</i>	13
3.4 <i>Visual Basic for Applications (VBA)</i>	16
3.4.1 <i>Entorno</i>	16
3.4.2 <i>Librerías</i>	17
3.4.3 <i>Macro recording</i>	18
3.5 <i>Módulo Prismatic Machining</i>	20
3.5.1 <i>Introducción</i>	20
3.5.2 <i>Pocketing</i>	20
4 Resultados	31
4.1 <i>Valores de CATIA</i>	31
4.2 <i>Fórmulas propuestas y valores obtenidos</i>	35
4.3 <i>Diagrama de barras</i>	42
5 Conclusiones	45
Referencias	46
Anexo	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Operaciones básicas utilizadas en “ <i>Part Design</i> ”	11
Tabla 3.2 Operaciones básicas utilizadas en el “ <i>sketch</i> ”	12
Tabla 4.1 Tiempos de mecanizado [s] para piezas rectangulares	32
Tabla 4.2 Tiempos de mecanizado [s] para piezas triangulares	33
Tabla 4.3 Tiempos de mecanizado [s] para piezas romboidales	33
Tabla 4.4 Tiempos de mecanizado [s] para piezas octogonales	34
Tabla 4.5 Tiempos de mecanizado [s] para piezas circulares	34
Tabla 4.6 Valores de x para cada tipo de pieza	38
Tabla 4.7 Áreas y perímetros para piezas rectangulares	39
Tabla 4.8 Áreas y perímetros para piezas triangulares	39
Tabla 4.9 Áreas y perímetros para piezas romboidales	40
Tabla 4.10 Áreas y perímetros para piezas octogonales	40
Tabla 4.11 Áreas y perímetros para piezas circulares	40
Tabla 4.12 Valores de L [mm] o tiempo de mecanizado [s] al aplicar las fórmulas	41
Tabla 4.13 Enumeración de los casos	42
Tabla 4.14 Valores de F_1 , F_2 y F_3 para cada caso	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Área correspondiente a v·f para herramientas de forma	6
Figura 3.1 Piezas rectangulares sin isla	7
Figura 3.2 Piezas rectangulares con isla	8
Figura 3.3 Piezas triangulares sin isla	8
Figura 3.4 Piezas triangulares con isla	8
Figura 3.5 Piezas romboidales sin isla	9
Figura 3.6 Piezas romboidales con isla	9
Figura 3.7 Pieza octogonal sin isla	9
Figura 3.8 Pieza octogonal con isla	10
Figura 3.9 Pieza circular sin isla	10
Figura 3.10 Pieza circular con isla	10
Figura 3.11 Área de trabajo del “ <i>Part Design</i> ”	11
Figura 3.12 Área de trabajo del “ <i>sketch</i> ”	12
Figura 3.13 Generación de la superficie de la base del rectángulo	13
Figura 3.14 Generación del volumen del rectángulo	14
Figura 3.15 Generación de la superficie del cajeadado del rectángulo	14
Figura 3.16 Vaciado del cajeadado del rectángulo	15
Figura 3.17 Generación de la isla dentro del cajeadado	15
Figura 3.18 Pieza rectangular con isla finalizada	16
Figura 3.19 Entorno VBA	17
Figura 3.20 Ventanas de las librerías	18
Figura 3.21 Ventana “ <i>record macro</i> ”	19
Figura 3.22 Área del trabajo del “ <i>Prismatic Machining</i> ”	20
Figura 3.23 Acceso al área de trabajo del módulo de mecanizado	21
Figura 3.24 Ventana del “ <i>Part Operation</i> ”	21
Figura 3.25 Ventana del “ <i>Machine Editor</i> ”	22
Figura 3.26 Ventana del “ <i>Part Operation</i> ” con el “ <i>Part Body</i> ” definido	23
Figura 3.27 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ” con pieza sin definir	23
Figura 3.28 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ” con pieza definida	24
Figura 3.29 Listado de herramientas con dentado frontal	25
Figura 3.30 Ventana del <i>Pocketing</i> con herramienta sin definir	26
Figura 3.31 Herramienta definida	26
Figura 3.32 Ventana del <i>Pocketing</i> con velocidades definidas	27
Figura 3.33 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ” con “ <i>Approach</i> ” definido	28

Figura 3.34 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ” para definir la estrategia	29
Figura 3.35 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ”. Pestaña “ <i>Radial</i> ”	29
Figura 3.36 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ”. Pestaña “ <i>Axial</i> ”	30
Figura 3.37 Ventana del “ <i>Pocketing</i> ” con los tiempos de mecanizado	30
Figura 4.1 Mecanizado de la pieza octogonal sin isla con estrategia concéntrica	31
Figura 4.2 Mecanizado de la pieza circular sin isla con estrategia concéntrica	32
Figura 4.3 Mecanizado de la pieza circular sin isla con estrategia “ <i>Helicoidal</i> ” (superior) y “ <i>Back and Forth</i> ” (inferior)	35
Figura 4.4 Trayectoria seguida por la herramienta en mecanizado helicoidal	36
Figura 4.5 Área mecanizada en la primera pasada	37
Figura 4.6 Diagrama de barras para F_1 , F_2 y F_3	44

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto del trabajo

Hoy en día confeccionar un presupuesto de mecanizado CNC de piezas no es una tarea sencilla ni libre de costes.

Naturalmente, para el que lo solicita, puede carecer de importancia, pero para quienes se dedican a este menester, puede llegar a representar un gran coste en horas de técnicos cualificados.

Si quienes solicitan una oferta para una pieza mecanizada tienen en cuenta ciertos criterios, podrán entender mejor algunos de los retos a los que las empresas se enfrentan a la hora de preparar su presupuesto.

Por otro lado, también resultarán útiles para los clientes una serie de consejos a la hora de concebir sus piezas, para reducir al máximo costes innecesarios, desde la misma fase del diseño.

Para generar un presupuesto de mecanizado se siguen una serie de fases detalladas a continuación:

- Materias primas.
- Geometrías.
- Procesos de mecanizado.
- Lotes a fabricar.
- Tolerancias.
- Acabados
- Plazos de entrega.

1.2 Objetivos

Actualmente el cliente que desee un presupuesto de mecanizado deberá aportar una serie de datos a la empresa fabricadora.

En lo que a la geometría se refiere, debe facilitar:

- Estrategia de mecanizado, o cómo se ha de sujetar la pieza y cómo deberán de ser las trayectorias y movimientos de las herramientas
- Tipología de herramienta a emplear. En este caso se refiere a tamaños de herramientas (y por lo tanto condiciones de máquina) y número de las mismas para todas las operaciones previstas.
- Zonas no mecanizables. Es posible que exista algunos errores en el diseño inicial de la pieza o que se obvien radios de herramienta. Normalmente estos puntos se contrastan con el cliente.
- Necesidad de mecanizados especiales, como corte por hilo o erosión por penetración, que originarán la necesidad de realizar trabajos externos en otros proveedores.

Por otro lado, en lo que al proceso de mecanizado se refiere, a partir del análisis anterior, se determinan las diferentes fases que deberán emplearse para poder realizar la pieza final. Los procesos más habituales son:

- Centro de Mecanizado CNC.
- Torno CNC.
- Talladora de engranajes.
- Soldadura.
- Roscadora.

En este trabajo se va a aportar una solución o herramienta tanto a los clientes como a los fabricantes para el caso de piezas sencillas, de tal forma que se agilice el proceso de realizar un presupuesto para una pieza en concreto, y a su vez este sea más sencillo.

El objetivo será conocer el coste de mecanizado de una pieza conociendo únicamente la longitud a mecanizar, es decir, la distancia recorrida por la herramienta durante el proceso, independientemente de la geometría de la pieza.

Para ello se llevarán a cabo una serie de tareas que se exponen a continuación, haciendo uso en algunas de ellas del software CATIA V5 que será de gran utilidad:

- Diseño de las piezas en CATIA V5.
- Mecanizado de las piezas en CATIA V5.
- Análisis de los resultados, comparándolos con las ecuaciones propuestas en la teoría de Estimación de Costes de Mecanizado según PDFMA.

1.3 Estructura de la memoria

Se ha organizado en 5 capítulos, incluyendo la presente introducción.

El Capítulo 2 presenta el PDFMA, explicando en qué consiste y desarrollando la ecuación general de costes, con idea de introducir el problema en cuestión y aplicar la fórmula de costes a dicho problema. Finalmente se hará una propuesta de fórmula que será el eje de este trabajo.

En el Capítulo 3 se hará uso del software CATIA V5 para el diseño y posterior mecanizado de las piezas. Se explicará detalladamente los pasos a seguir para diseñar las piezas, así como el posible uso de macros con “*Visual Basic for Applications*” (VBA) para agilizar el proceso de diseño. Posteriormente, se explicará también en detalle el proceso de mecanizado aplicando las diferentes estrategias que CATIA ofrece al usuario.

En el Capítulo 4 se expondrán los resultados obtenidos a través de CATIA. Se introducirán y explicarán las fórmulas propuestas y se calcularán los valores que resultan de la aplicación de las mismas. Finalmente, se compararán los resultados obtenidos y se representarán gráficamente.

En el Capítulo 5 se presentarán las conclusiones principales de este trabajo.

2 PRODUCT DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (PDFMA)

2.1 Introducción al PDFMA

Antes que nada, conviene presentar el método de estimación rápida del coste de fabricación de piezas obtenidas por mecanizado propuesto por G. Boothroyd en el capítulo 7 de su libro *“Product Design For Manufacture and Assembly”* y el capítulo 13 de *“Fundamentals of Machining and Machine Tools”*.

Las operaciones de mecanizado a tratar se dividen en tres grupos:

- Operaciones de desbaste con herramientas con filo definido.
- Operaciones de acabado con herramientas con filo definido.
- Operaciones con herramientas con filos indefinidos.

Las operaciones con herramientas con filo definido son las realizadas normalmente en un torno, una fresadora, una taladradora, etc. Las operaciones con herramientas con filos indefinidos son todas las que usan abrasivos para arrancar el material: esmerilado, rectificado, pulido, etc.

El coste de una pieza se divide en coste del material más coste de producción. Por coste de material se entiende el coste de la preforma que se va a mecanizar. Coste de producción será obviamente el resto. El coste de producción se dividirá en coste de mecanizado (el coste de arrancar la viruta) más el coste debido a todas las operaciones que no son arranque de virutas, mal llamadas *“improductivas”*. El coste de mecanizado viene principalmente por el tiempo que se emplea en arrancar material más el gasto de las herramientas.

2.2 Ecuación general de costes

Todo trabajo de mecanizado parte de una pieza conformada más simple. Esta puede ser un trozo cortado de elementos simples (barras, tochos, palanquillas, cuadrados, chapas, chapones, tubos, etc.) disponibles en el mercado, o una preforma conformada por fundición, estampación, extrusión, etc.

El coste de una pieza se estima como:

$$C = P_{mat} \cdot W_0 + C_{pr} \quad (2.1)$$

C : coste de la pieza fabricada (€).

P_{mat} : precio del material (preforma) puesto en fábrica (€/kg).

W_0 : peso de la preforma (kg).

C_{pr} : coste de producción de la pieza (€).

Para evaluar C_{pr} se parte de un *número gordo* M que Boothroyd define como *“total machine and operator rate, including overheads, depreciation, etc.”*. El coste de producción sería:

$$C_{pr} = M \cdot t + C_t \cdot N_t + C_w \quad (2.2)$$

t : tiempo total invertido en producir la pieza.

C_t : precio de una unidad de herramienta de corte con filo definido.

N_t : número de herramientas gastadas en una pieza.

C_w : coste de herramienta con abrasivos (material y colocación).

El número de herramientas gastadas se calcula a partir del tiempo de mecanizado (tiempo que están las herramientas arrancando viruta) y la vida de la herramienta:

$$N_t = \frac{t_m}{T} \quad (2.3)$$

t_m : tiempo de mecanizado.

T : vida de la herramienta.

El tiempo de fabricación se divide en tiempo de mecanizado, tiempo de cambio de herramientas y el resto, mal llamado “no productivo”. El tiempo de mecanizado se divide a su vez en mecanizado con filo definido, mecanizado de acabado con abrasivos, mecanizado de desbaste con abrasivos y tiempo de spark-out.

$$t = t_m + t_{ct} \cdot N_t + t_{fin} + t_{spo} + t_{gr} + t_l \quad (2.4)$$

t_{ct} : tiempo para cambiar una herramienta con filo definido.

t_{fin} : tiempo de acabado con abrasivos.

t_{spo} : tiempo de spark-out (abrasivos).

t_{gr} : tiempo de mecanizado de desbaste.

t_l : tiempo en que no se mecaniza ni cambian las herramientas.

Los sumandos de la ecuación (2.4) han de entenderse como sumatorios para todas las operaciones involucradas en la fabricación de la pieza.

Reagrupando las ecuaciones (2.1), (2.2) y (2.4) se tiene que el coste de producción se puede expresar como:

$$C_{pr} = M \cdot (t_l + t_{fin} + t_{spo}) + M \cdot t_m + (M \cdot t_{ct} + C_t) \cdot \frac{t_m}{T} + M \cdot t_{gr} + C_w \quad (2.5)$$

El coste horario total de operarios y máquinas, M , se supondrá conocido y predefinido. El resto de los factores no necesitan ser definidos en este trabajo tal y como se explicará más adelante.

2.3 Costes para operaciones de fresado

Se va a estudiar el caso particular de piezas mecanizadas con una fresadora. Más concretamente, dicho mecanizado consistirá en un cajeado o “*Pocketing*”. Para ello se definirán una serie de piezas con diferentes geometrías y dimensiones.

Volviendo a la ecuación de costes generales, y teniendo en cuenta que se va a llevar a cabo una operación de acabado sobre las piezas, se tiene que los tiempos para cambiar herramientas, aquellos en los que ni se mecaniza ni se cambian herramientas, los relativos al mecanizado con abrasivos y los que se refieren al mecanizado de desbaste con filos definidos carecen de relevancia en este apartado, por lo que dichos valores se toman nulos, quedando la ecuación:

$$C_{pr} = M \cdot t_m \quad (2.6)$$

Tal y como se comentó, M es un valor fijado y predefinido, por lo que todo el interés reside en estimar el valor de t_m .

En este punto hay que diferenciar entre operaciones de desbaste, y operaciones de acabado. La operación geométrica asociada con el desbaste es el volumen de material mecanizado, V_m , que se calcula como:

$$V_m = V_0 - V_p \quad (2.7)$$

V_0 : volumen de la preforma (mm^3).

V_p : volumen de la pieza tras la operación realizada (mm^3).

El acabado está asociado a una superficie, y por lógica, será la superficie de la pieza deseada.

Hay algunas operaciones para las que el conocimiento del área a mecanizar es de poca utilidad por no disponer de variables de corte que puedan dar una velocidad areolar o de generación de área. En ciertas ocasiones es fácil predecir la trayectoria que va a recorrer la herramienta. En cuyo caso se tendrá una longitud asociada a la operación.

Según cuál sea la magnitud geométrica asociada a la operación que se realiza (volumen, área o longitud) para calcular el tiempo de mecanizado t_m e necesitará un caudal, una velocidad areolar o una velocidad de avance respectivamente.

$$t_m = \frac{V_m}{Z_w} \quad t_m = \frac{A_b}{dA/dt} \quad t_m = \frac{L_w}{v_f} \quad (2.8)$$

V_m : volumen mecanizado.

A_b : área barrida por la herramienta.

L_w : longitud recorrida por la herramienta.

Z_w : caudal de material arrancado.

v_f : velocidad de avance.

El caudal Z_w se puede obtener a partir de la energía específica de corte p_s (energía por volumen de viruta arrancada) y la potencia máxima P_m (energía por unidad de tiempo).

$$p_s = \frac{dW}{dV_m} \quad \rightarrow \quad Z_w = \frac{dV_m}{dt} = \frac{P_m}{p_s} \quad (2.9)$$

En procesos con simetría de revolución la velocidad areolar es el producto ($f \cdot v$) del avance f por la velocidad de corte v , pero hay que tener cuidado con interpretar correctamente el área que la herramienta está barriendo.

Para estimar el área A_b se debe ver en cada operación con simetría de revolución qué es físicamente el producto $v \cdot f$. En toda operación con simetría de revolución la velocidad de corte es tangente a la superficie generada y está contenida en un plano perpendicular al eje de la pieza.

Si se considera el avance como un vector se tienen dos casos: vector avance tangente a la generatriz de la superficie (cilindrado, contorneado, mandrinado, etc.) o vector avance según el radio de la sección transversal de la pieza (tronzado, ranurado, etc.).

En el primer caso el área A_b será el área de la superficie generada por la herramienta (superficie cilíndrica con generatriz recta o curva). En el segundo caso será la corona circular de la sección de la pieza que describa el punto del filo que más tiempo esté cortando el material. En el caso del tronzado será la sección transversal de

la pieza cortada ya que la herramienta llega al mismo eje de la pieza.

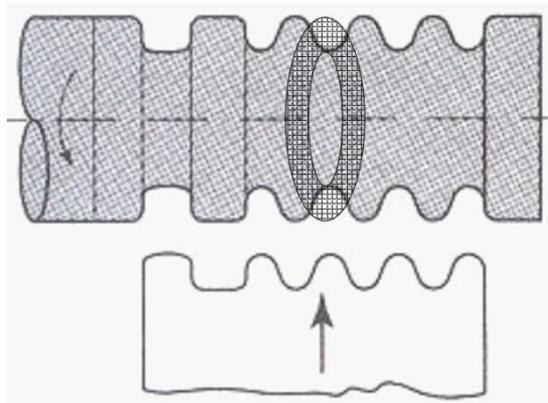


Figura 2.1 Área correspondiente a $v \cdot f$ para herramientas de forma

En los procesos sin simetría de revolución el producto $v \cdot f$ no tiene significado geométrico alguno. En estos procesos la velocidad areolar es el producto $v_f \cdot w$ de la velocidad de avance v_f por la penetración del ancho de corte w . Dado que el ancho del trabajo depende fuertemente de las herramientas elegidas, esta expresión es de escasa utilidad para una estimación rápida de costes.

Por lo que, para poder realizar una estimación del tiempo de mecanizado t_m , hay que tener en cuenta que éste depende de la longitud L y de la velocidad de corte v_c , dado que $t_m = \frac{L}{v_c}$. Conocida la longitud se podrá hallar el tiempo de mecanizado dada una velocidad de corte previamente conocida y fijada.

Con idea de obtener dicha longitud L , se ha propuesto la siguiente fórmula, la cual se irá perfeccionando a lo largo de los capítulos venideros:

$$L = \frac{A}{D} \quad (2.10)$$

L : distancia recorrida por la fresa mientras mecaniza.

A : área del cajeadado que se va a mecanizar.

D : diámetro de la fresa.

Conocido el área a mecanizar A (el área del cajeadado) y el diámetro de la herramienta D , se puede hallar una longitud recorrida por la fresa en el proceso de mecanizado L . Acto seguido, se estima el tiempo de mecanizado t_m aplicando la fórmula (2.10).

Para llevar a cabo este trabajo, tal y como se comentó con anterioridad, se hará uso del software CATIA V5 con idea de diseñar las piezas por un lado y, posteriormente, mecanizarlas. Se obtendrán así los tiempos de mecanizado que se compararán con los obtenidos de aplicar la fórmula propuesta, viendo hasta qué punto ésta es válida y se aproxima a los resultados proporcionados por CATIA.

3 DISEÑO Y MECANIZADO CON CATIA V5

3.1 Introducción a CATIA V5

CATIA (Computer-Aided Three dimensional Interactive Application) es un programa informático de diseño, fabricación e ingeniería asistida por computadora comercial realizado por Dassault Systèmes. El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño hasta la producción y el análisis de productos.

Provee una arquitectura abierta para el desarrollo de aplicaciones o para personalizar el programa. Las interfaces de programación de aplicaciones, CAA2 (o CAAV5), se pueden programar en Visual Basic y C++.

Fue inicialmente desarrollado para servir en la industria aeronáutica. Se ha hecho un gran hincapié en el manejo de superficies complejas, CATIA también es ampliamente usado en la industria del automóvil para el diseño y desarrollo de componentes de carrocería. Concretamente empresas como el Grupo VW (Volkswagen, Audi, SEAT y Škoda), BMW, Renault, Peugeot, Daimler AG, Chrysler, Smart y Porsche hacen un amplio uso del programa.

Esto permite que varias disciplinas aprovechen las aplicaciones especializadas de CATIA V5 y lo utilicen en todas las fases del proceso de desarrollo de sus productos.

Hay distintos módulos de trabajo dentro de CATIA V5, que a su vez tienen distintos submódulos. Aquellos que se van a utilizar y se verán a continuación son:

- Mechanical Design, más concretamente en el submódulo Part Design.
- Machining, en concreto en el submódulo Prismatic Machining.

Referencia [1]

3.2 Piezas

La idea principal es llevar a cabo el diseño y mecanizado de varios tipos de piezas con geometrías y dimensiones diferentes para obtener varios valores y poder trabajar con ellos. Es por ello por lo que, para un mismo tipo de geometría, se trabajará con una, dos o tres dimensiones diferentes. Además, se estudiarán los casos de piezas con isla y sin isla en el interior del cajeadado.

Los tipos de piezas que se van a desarrollar son:

- Rectangulares sin isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro b hace referencia a la altura. Se toma $a = 100mm$.

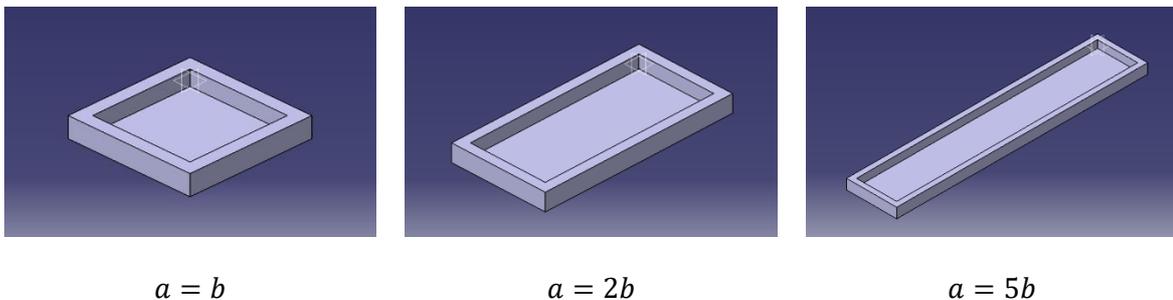
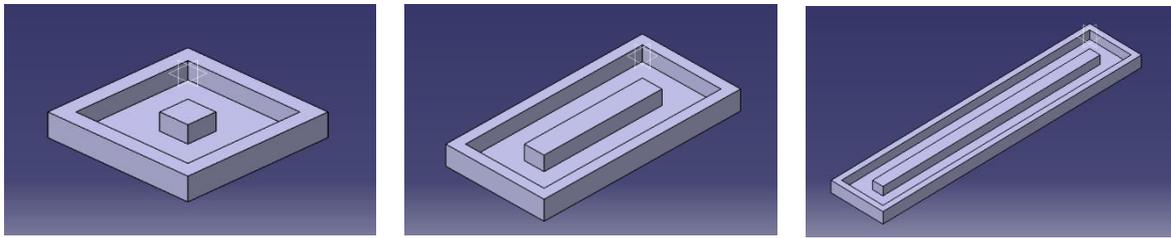


Figura 3.1 Piezas rectangulares sin isla

- Rectangulares con isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro b hace referencia a la altura. Se toma $a = 100mm$.



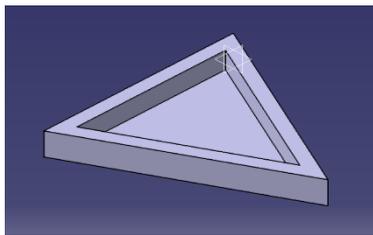
$$a = b$$

$$a = 2b$$

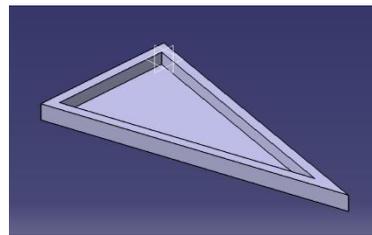
$$a = 5b$$

Figura 3.2 Piezas rectangulares con isla

- Triangulares sin isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro h hace referencia a la altura. Se toma $a = 150mm$.



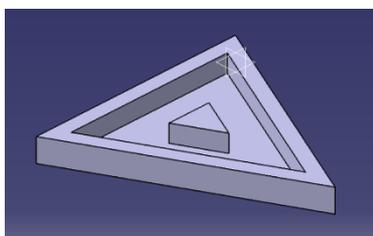
$$h = a$$



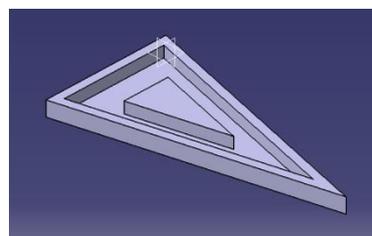
$$h = 2a$$

Figura 3.3 Piezas triangulares sin isla

- Triangulares con isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro h hace referencia a la altura. Se toma $a = 150mm$.



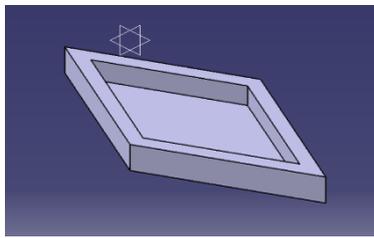
$$h = a$$



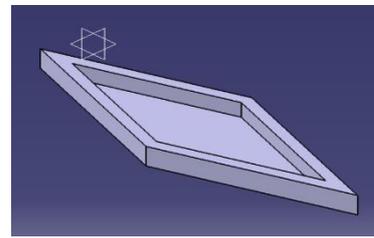
$$h = 2a$$

Figura 3.4 Piezas triangulares con isla

- Romboidales sin isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro b hace referencia a la altura. Se toma $a = 100mm$.



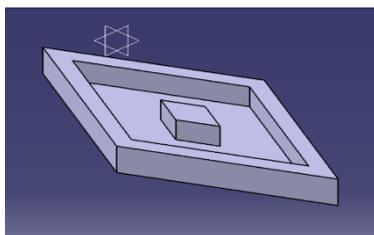
$$b = 2a$$



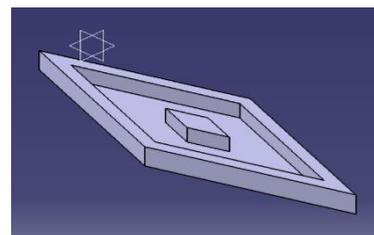
$$b = 3a$$

Figura 3.5 Piezas romboidales sin isla

- Romboidales con isla, donde el parámetro a está asociado a la base, y el parámetro b hace referencia a la altura. Se toma $a = 100mm$.



$$b = 2a$$



$$b = 3a$$

Figura 3.6 Piezas romboidales con isla

- Octogonal sin isla, donde cada lado mide $a = 40mm$.

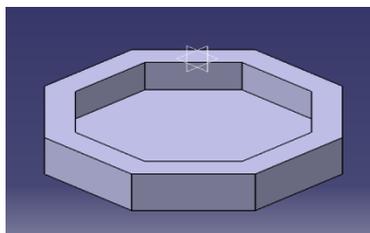


Figura 3.7 Pieza octogonal sin isla

- Octogonal con isla, donde cada lado mide $a = 40mm$.

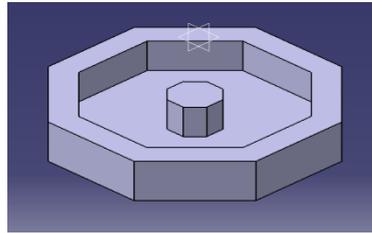


Figura 3.8 Pieza octogonal con isla

- Circular sin isla, donde el radio mide $R = 50mm$.

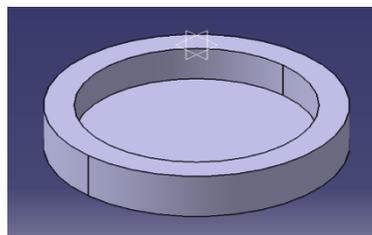


Figura 3.9 Pieza circular sin isla

- Circular con isla, donde el radio mide $R = 50mm$.

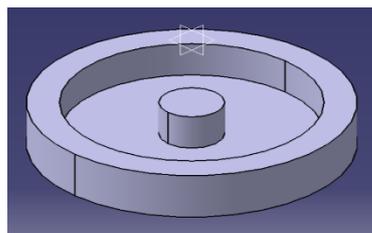


Figura 3.10 Pieza circular con isla

Se tiene un total de dieciocho piezas con las que poder trabajar y comparar resultados. Todas ellas se diseñarán y mecanizarán siguiendo los pasos descritos en los siguientes apartados.

3.3 Módulo Part Design

3.3.1 Introducción

Dentro del módulo del “*Mechanical Design*” se encuentra el submódulo de “*Part Design*”. En CATIA se puede diseñar piezas mecánicas en 3D de forma intuitiva gracias a su interfaz de usuario (GUI). En dicho módulo el usuario puede modelar una pieza partiendo de un sketch (dibujo en un plano de referencia) y

mediante distintos comandos darle profundidad, hacerle agujeros, rebordeo, etc.

Una vez se inicia la interfaz CATIA, se cierra la ventana de trabajo que se habilita (o que se abre) por defecto accediendo en la barra de herramientas superior a “File” → “Close”. Para abrir el módulo de diseño y empezar a operar dentro del mismo se selecciona “Start” → “Mechanical Design” → “Part Design”.

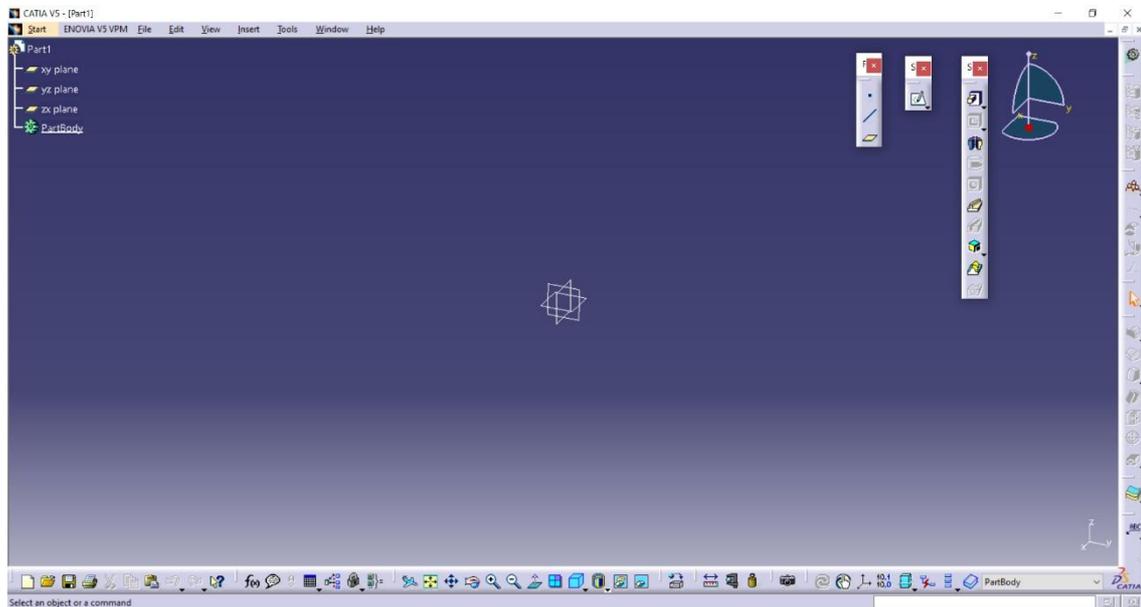


Figura 3.11 Área de trabajo del “Part Design”

En la figura 3.11 se observa la ventana de trabajo en la cual se procederá al diseño de las piezas. En el margen superior izquierdo se encuentra el árbol de diseño, que es dónde quedarán registradas las operaciones que se le vayan realizando a las piezas. En primer lugar, se tiene el nombre de la pieza seguido de los tres planos que definen el espacio, y por último el “PartBody”, que es dónde quedarán reflejadas todas las operaciones que se les realice a las piezas, generando así el diseño 3D deseado.

3.3.2 Herramientas y operaciones

En la parte derecha de la figura 3.11 se proporcionan las distintas herramientas y operaciones para el diseño y modelado de las piezas. A continuación, en la tabla 3.1 se muestran las operaciones que se han utilizado.

Icono	Descripción
	Sketch: permite empezar a dibujar en el plano seleccionado.
	Pad: genera un sólido a partir de un perfil por el método de extrusión. Se debe indicar el grosor del sólido generado.

	<p>Pocket: útil para la realización de cajeados dentro de una pieza. Se debe indicar la profundidad del cajeados.</p>
---	---

Tabla 3.1 Operaciones básicas utilizadas en Part Design

Para crear las piezas hay que seguir una serie de pasos los cuales se detallarán en el siguiente apartado. El primero de ellos consiste en seleccionar el plano XY, sobre el cual se va a trabajar. Posteriormente se selecciona el icono del “*sketch*”, el cual nos conduce a la interfaz de dibujo.

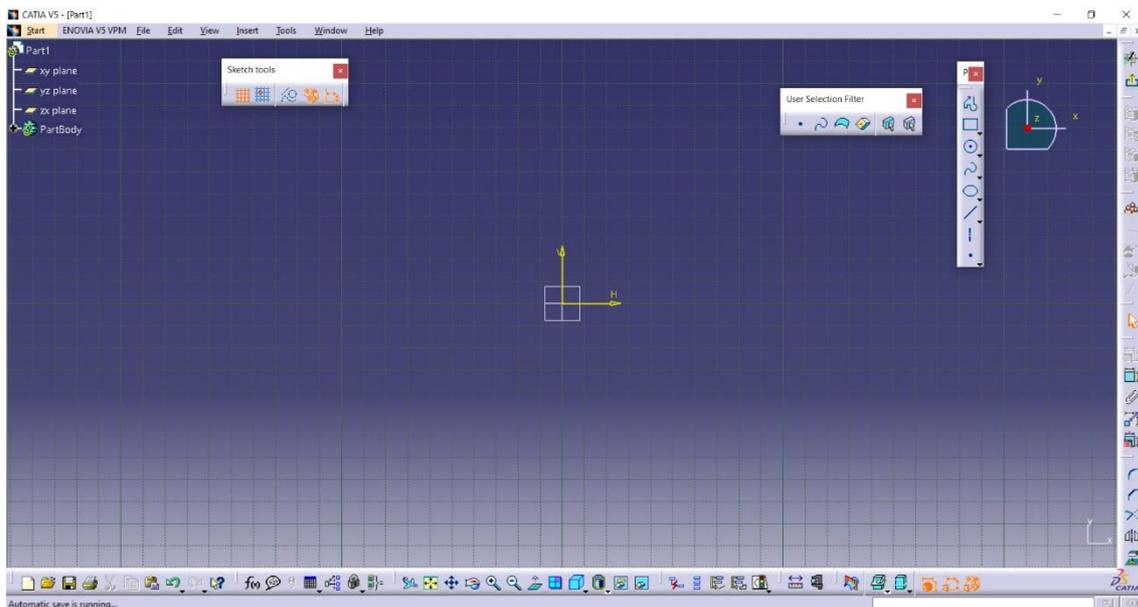


Figura 3.12 Área de trabajo del “*sketch*”

A la derecha se proporcionan las herramientas gráficas de diseño necesarias para generar el perfil de la pieza, previo a su extrusión o vaciado. En la siguiente tabla 3.2 se muestran en detalle aquellas que se han utilizado.

Icono	Descripción
	<p>Profile: es el más usado dado que permite generar perfiles de todo tipo. Utilizado para los casos de piezas triangulares, romboidales y octogonales.</p>
	<p>Rectangle: como su propio nombre indica genera un perfil rectangular acorde a las medidas deseadas por el usuario.</p>

	<p>Circle: genera un perfil circular introduciendo el radio o diámetro requerido.</p>
	<p>Exit workbench: una vez finalizado el sketch, esta herramienta nos permite volver a la interfaz interior para aplicar las diferentes operaciones anteriormente descritas a nuestro perfil.</p>

Tabla 3.2 Operaciones básicas utilizadas en el “*sketch*”

3.3.3 Ejemplo práctico

A modo de ayuda y para esclarecer posibles dudas, se ha optado por diseñar una pieza “ejemplo” que sirve de referencia para el resto. Todo lo explicado a continuación es extrapolable al resto de piezas, obviamente teniendo en cuenta las diferentes geometrías.

Se va a diseñar la pieza de geometría rectangular, con isla, de dimensiones $a = b = 100mm$.

En este caso se utiliza la opción “*Rectangle*” y se genera el perfil rectangular, colocando uno de los vértices en la posición $x = 0$ e $y = 0$, y con una longitud de $100mm$ para los lados. Por último, se vuelve a la interfaz anterior con el icono “*Exit workbench*”.

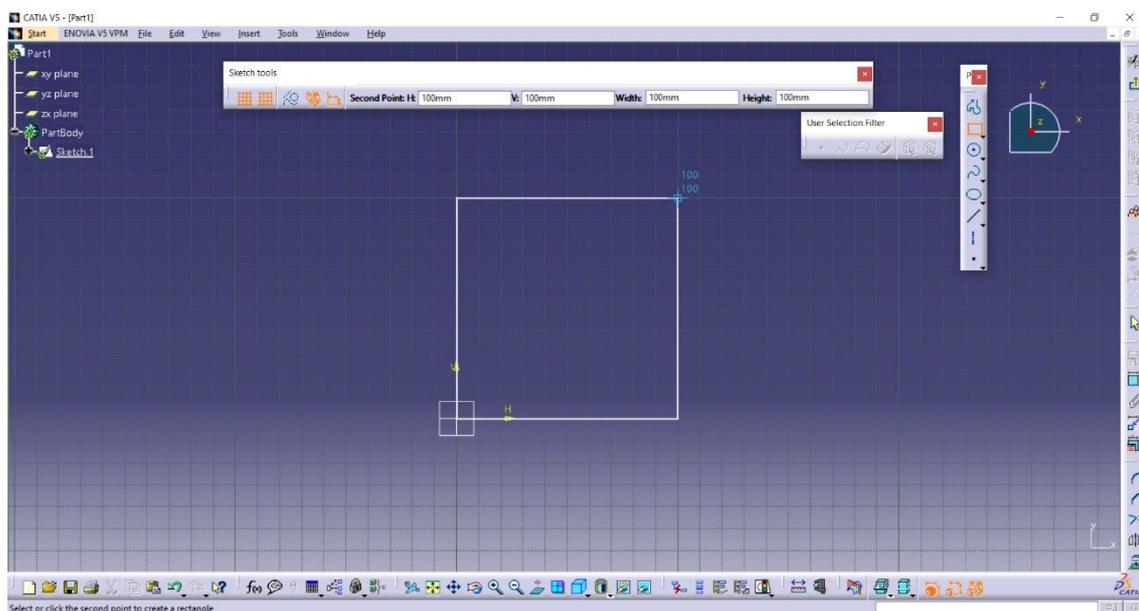


Figura 3.13 Generación de la superficie de la base del rectángulo

Con el perfil generado y haciendo uso de la herramienta “*Pad*”, se genera el sólido mediante extrusión con una altura $h = 20mm$.

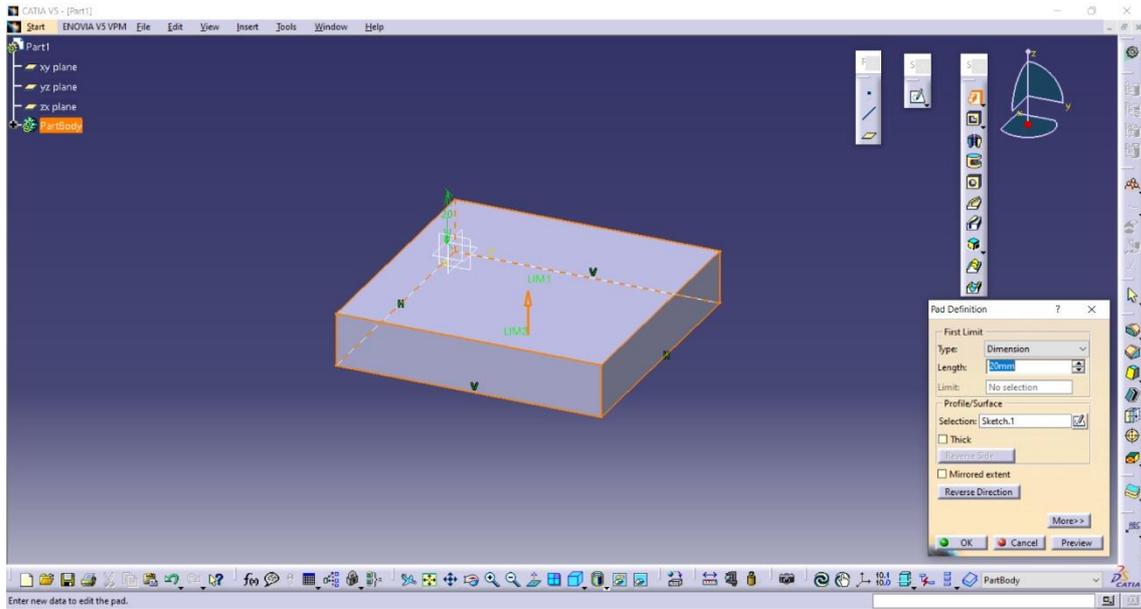


Figura 3.14 Generación del volumen del rectángulo

Seleccionando el plano correspondiente a la cara superior de dicha pieza, y con la herramienta “*sketch*” se dibuja un nuevo rectángulo de 80mm de lado.

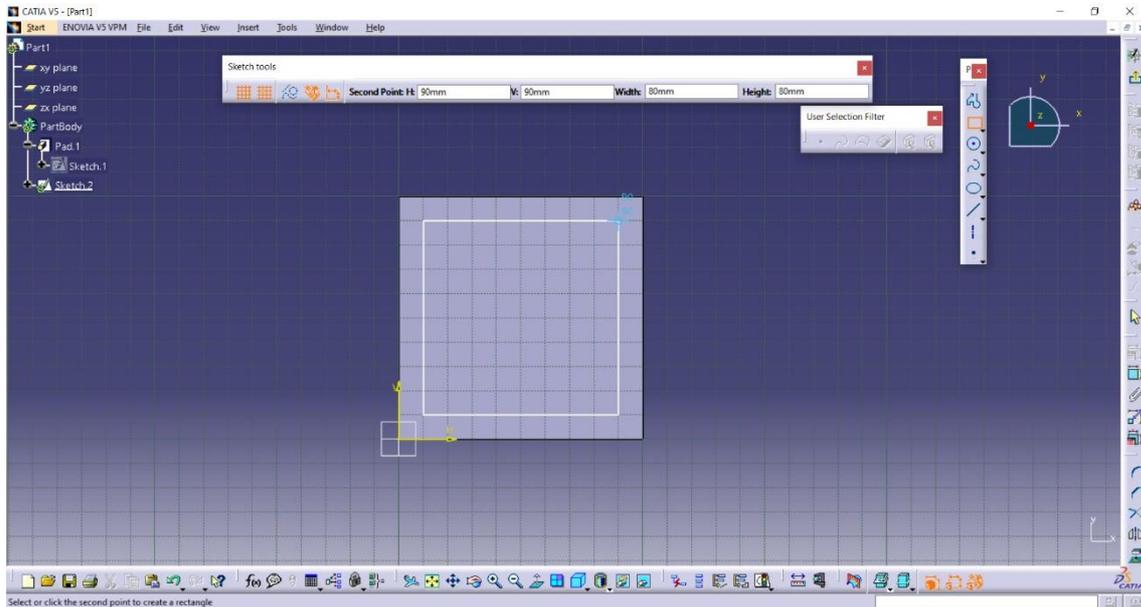


Figura 3.15 Generación de la superficie del cajeadado del rectángulo

Tras regresar a la interfaz de diseño y haciendo uso de la herramienta “*Pocket*”, se genera el cajeadado de la pieza.

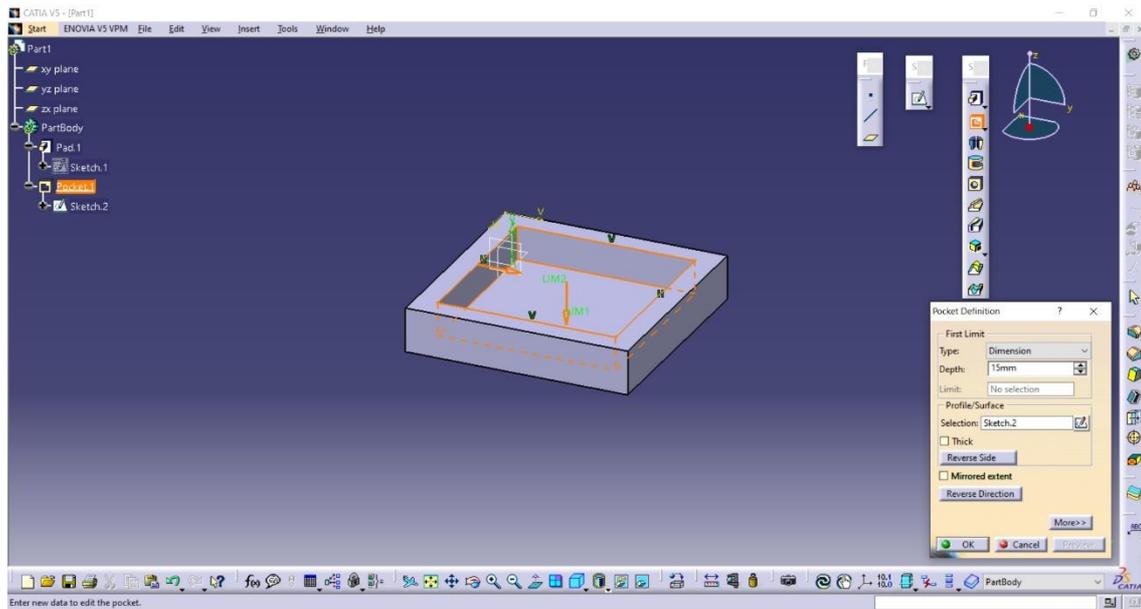


Figura 3.16 Vaciado del cajeado del rectángulo

Hasta aquí el procedimiento es idéntico para los casos de piezas con isla y de pieza sin isla. Para continuar con el caso de pieza con isla, se selecciona el plano de la base interior de la pieza y de nuevo se procede con la herramienta “*sketch*”.

De nuevo, y tal y como se mostró con anterioridad, se dibuja un rectángulo (la isla) con una longitud de 20mm de lado, y se sale de la interfaz de dibujo con “*Exit workbench*” para finalmente realizar un “*Pad*” (generando la isla) y por consecuente la pieza final.

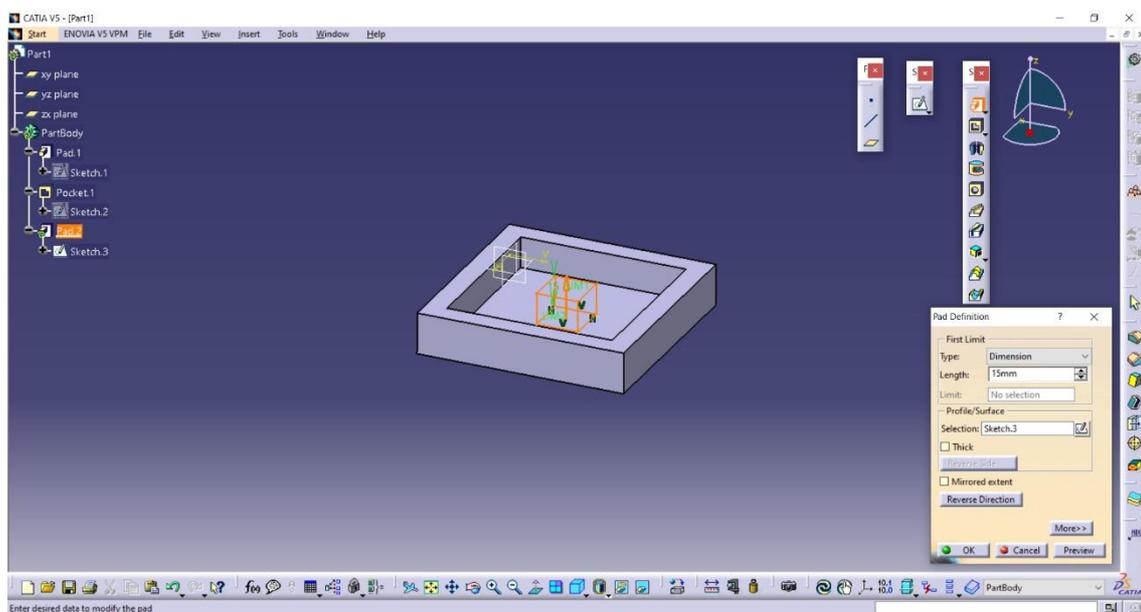


Figura 3.17 Generación de la isla dentro del cajeado

Cabe la posibilidad de generar en un único “*sketch*” tanto la isla como el cajeado. Pero dado que tenemos que

crear tanto piezas con isla como piezas sin isla, se ha optado por el uso de un método que sirva como vía común para ambos tipos de sólidos. Generando la pieza sin isla, únicamente se debe de añadir un “*sketch*” y un “*Pad*” para obtener la pieza con isla.

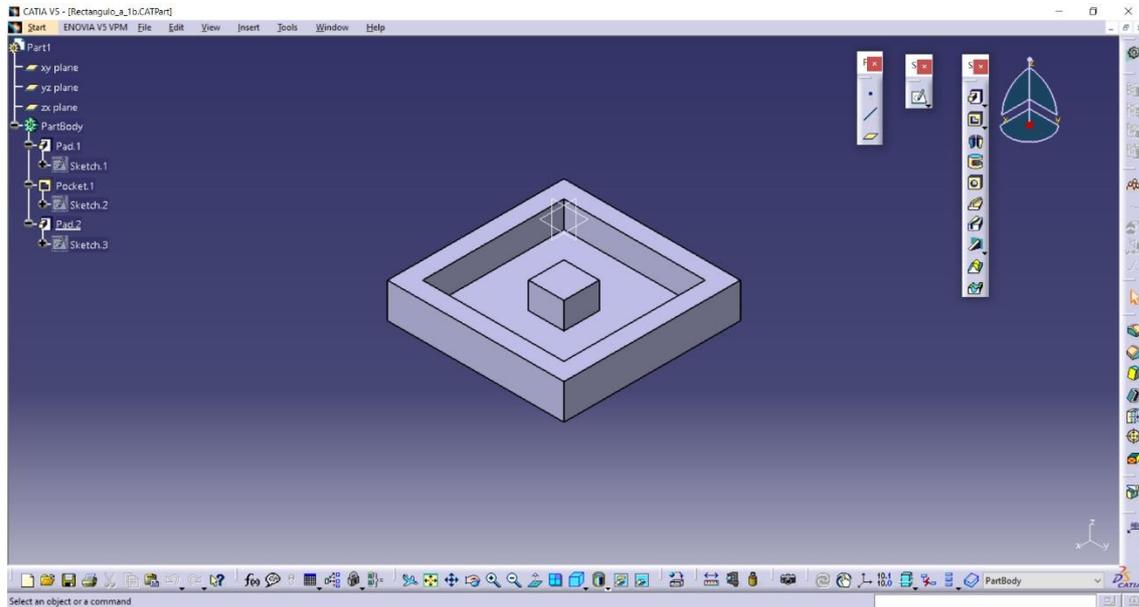


Figura 3.18 Pieza rectangular con isla finalizada

3.4 Visual Basic for Applications (VBA)

El proceso de diseño de piezas puede ser automatizado gracias al uso de las macros que CATIA incorpora dentro de su software. Esto permite generar piezas a partir de un código escrito en lenguaje de programación VBA de una forma rápida y mecánica.

Visual Basic for Applications (VBA) es el lenguaje de macros de Visual Basic V6. VBA incorpora las librerías y herramientas de Visual Basic, a las que añade librerías de objetos propias de cada software donde está incluido. La debilidad de este lenguaje radica en que la compilación de la macro no puede realizarse si no se dispone del entorno en el que se ha desarrollado.

CATIA incorporó VBA a su entorno con la versión V5, pudiendo realizar macros en VBA y en lenguaje C++. Actualmente, CATIA sigue usando los mismos lenguajes para su versión V6.

3.4.1 Entorno

Una macro consiste en una serie de funciones escritas en un lenguaje de programación que agrupa una serie de comandos, los cuales permiten realizar las operaciones requeridas de manera automática. Son usadas para ahorrar tiempo y reducir la posibilidad de errores humanos a la hora de realizar operaciones que se llevan a cabo de forma repetitiva.

Para acceder al entorno de trabajo VBA no es necesario estar en ningún módulo de CATIA en específico ya que se trata de una interfaz paralela. Se puede acceder a él desplegando la pestaña “*Tools*” y accediendo a “*Macro*” → “*Visual Basic Editor...*”.

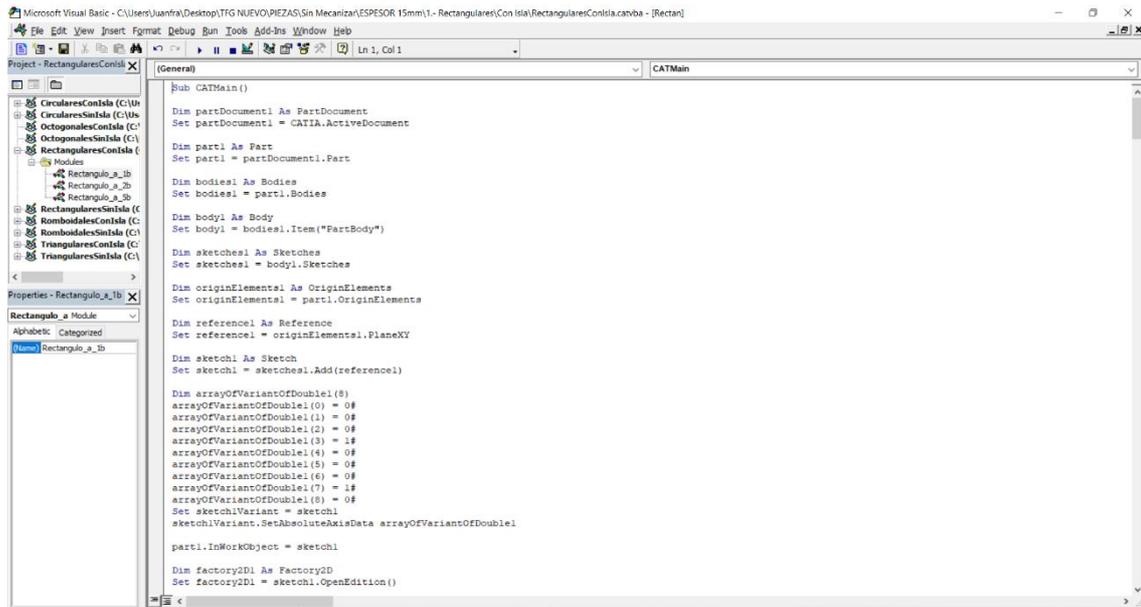


Figura 3.19 Entorno VBA

En la figura 3.19 se observa la ventana de trabajo para las macros. En la parte superior izquierda se pueden apreciar todos los proyectos creados, correspondientes a cada tipo de pieza. Por ejemplo, para el caso pieza rectangular con isla, se despliega una carpeta denominada “*Modules*” donde están ubicadas las macros de los tres sólidos rectangulares con isla.

En la parte central se encuentra el código en lenguaje VBA, el cual es generado y modificado tal y como se explicará más adelante para obtener las diferentes piezas.

3.4.2 Librerías

Las macros de CATIA pueden ser almacenadas en las librerías de macros de tres formas posibles: Folders (vbscript y CATScript), Project Files (catvba) o CATParts/CATProducts. Solo una de esas tres librerías de macros puede ser utilizada a la vez.

En este caso se han creado las librerías del tipo VBA Projects donde se generarán las macros con la extensión .catvba.

Para crear una librería se deben seguir los siguientes pasos:

1. Ir a “*Tools*” → “*Macro*” → “*Macros...*”.
2. Acceder a “*Macro Libraries...*”.
3. Seleccionar en “*Library type:*” la opción “*VBA projects*”.
4. Abrir “*Create new library...*”.
5. Escribir la dirección donde será almacenada la librería, seguido del nombre de la misma y la extensión .catvba. Por ejemplo: C:\Users\Juanfra\Desktop\TFG NUEVO\PIEZAS\Sin Mecanizar\ESPESOR 15mm\1.- Rectangulares\Con Isla\RectangularesConIsla.catvba

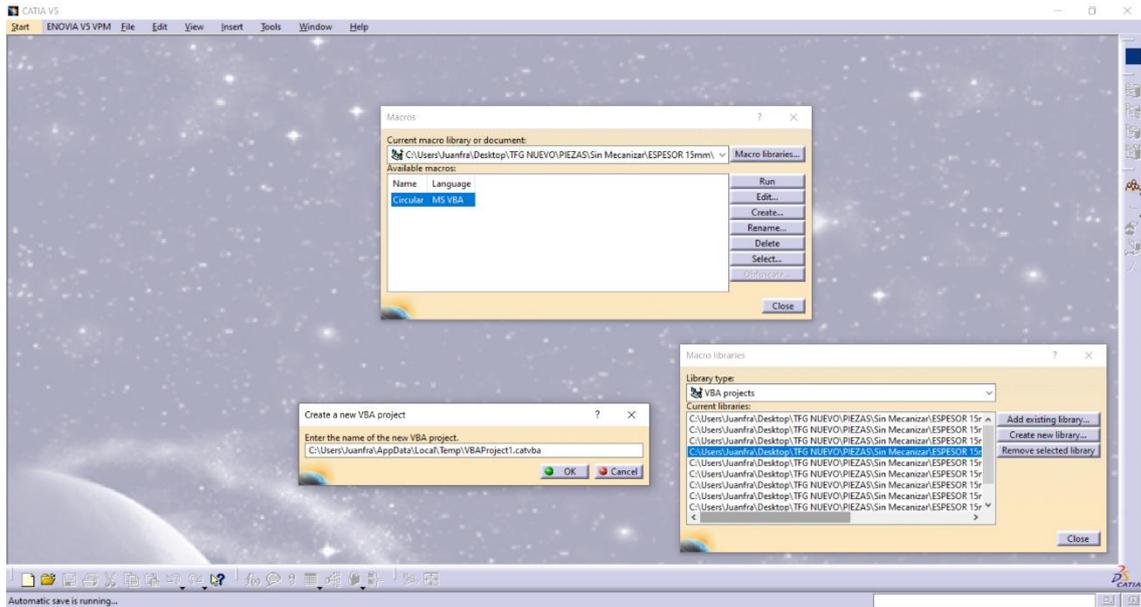


Figura 3.20 Ventanas de las librerías

3.4.3 Macro recording

Una vez creadas las librerías donde se almacenarán las macros, el siguiente paso es generar el código de dichas macros.

Para ello CATIA habilita la opción de ir generando el código VBA mientras el usuario manualmente va diseñando la pieza tal y como se detalló en el apartado 3.3.

A la hora de generar una macro por este procedimiento hay que tener una serie de factores en cuenta:

- No seleccionar “*Workbenches*” (entornos de trabajo) mientras se está grabando una macro.
- No grabar más de lo que sea absolutamente necesario.
- No usar la opción “*deshacer*” mientras se está grabando.
- Ser consciente de la configuración de CATIA cuando se está grabando.
- Salir de los sketches (dibujos) antes de finalizar la grabación.
- Verificar cada macro una vez se haya grabado.

Para empezar a grabar y generar el código de la macro, primeramente, se debe acceder al módulo de trabajo, en este caso al módulo “*Part Design*”.

Una vez en él, se despliega la pestaña “*Tools*” y se accede a “*Macro*” → “*Start Recording...*”.

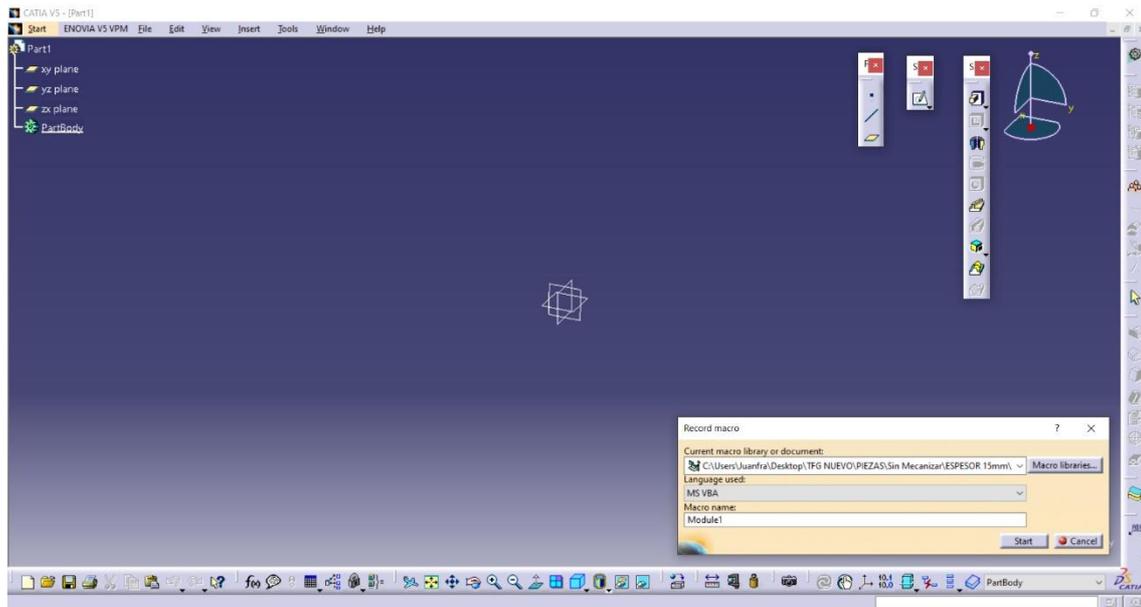


Figura 3.21 Ventana “*record macro*”

A continuación, se selecciona la librería donde se desea almacenar la macro, y se le adjudica un nombre a dicha macro en “*Macro name:*”. Una vez se presione “*Start*”, CATIA comenzará a generar el código VBA de todas las operaciones y acciones que se realicen manualmente.

Para el caso anteriormente descrito de pieza rectangular con isla, el código generado se puede consultar en el Anexo, al igual que los de todas las piezas diseñadas.

Para generar las piezas restantes de la misma familia, en este caso las rectangulares con isla, simplemente debemos ir modificando las coordenadas de los puntos. Por ejemplo, se ha generado la macro para el rectángulo de base $a = 100mm$.

```
Dim point2D1 As Point2D
Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(100#, 0#)

point2D1.ReportName = 3

Dim line2D3 As Line2D
Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(0#, 0#, 100#, 0#)
```

Si queremos que su base sea $a = 200mm$, simplemente debemos modificar la ubicación del punto, y crear una línea que va desde el origen (0,0) a dicho punto.

```
Dim point2D1 As Point2D
Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(200#, 0#)

point2D1.ReportName = 3

Dim line2D3 As Line2D
Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(0#, 0#, 200#, 0#)
```

De esta forma podemos generar las piezas de una misma familia simplemente modificando los puntos y las líneas que generan el sólido.

3.5 Módulo Prismatic Machining

3.5.1 Introducción

Uno de los módulos más interesantes de CATIA V5 desde el punto de vista de la fabricación es el de “*Prismatic machining*”. Dicho módulo permite simular el proceso de mecanizado con las distintas operaciones que sean necesarias para obtener la pieza final deseada a partir de un tocho.

El último paso dentro de CATIA para materializar el diseño en un objeto real consiste en definir, de manera gráfica e interactiva, las operaciones y movimientos que debe hacer una máquina herramienta de control numérico a partir del stock para llegar al objetivo.

Una vez definidas las operaciones, se variará entre las diferentes estrategias que el programa ofrece para el mecanizado de la pieza, obteniendo así diferentes tiempos de mecanizado.

Para acceder al módulo de mecanizado, tras iniciar CATIA o tenerlo iniciado se selecciona “*Start*” → “*Machining*” → “*Prismatic Machining*”.

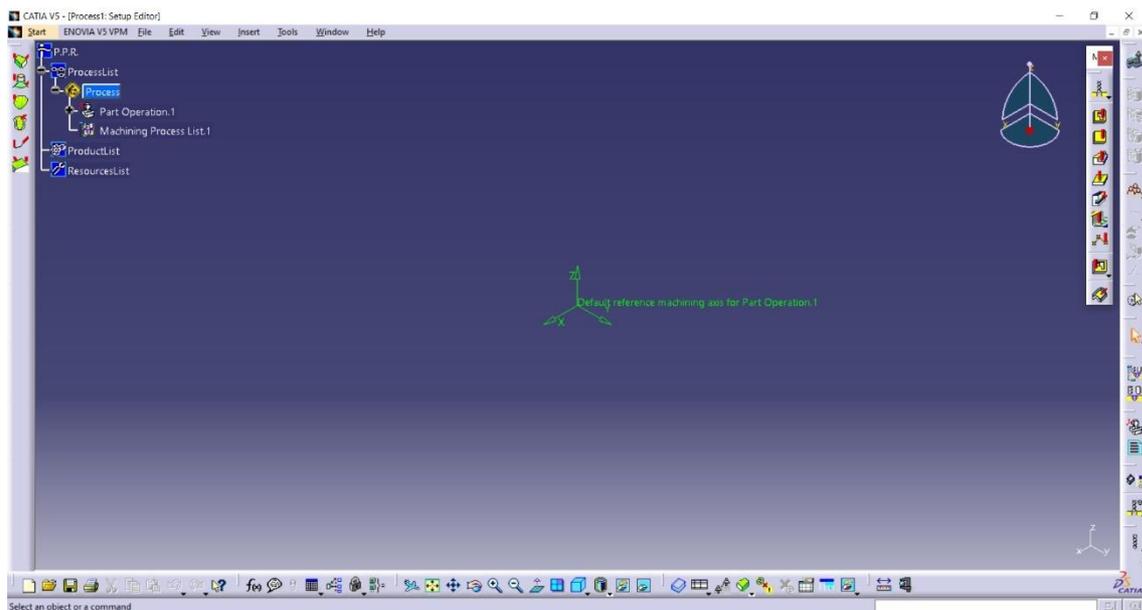


Figura 3.22 Área del trabajo del “*Prismatic Machining*”

En la figura 3.22 se observa la ventana de trabajo en la cual se procederá al mecanizado de las piezas. En el margen superior izquierdo se encuentra la “*Process List*”, que como su propio nombre indica se trata de la lista de procesos que se han de seguir. En esta rama se define tanto el tipo de máquina, como los procesos de mecanizado.

En la parte derecha se proporcionan las distintas herramientas y operaciones para llevar a cabo el mecanizado de las piezas. En este caso el proceso llevado a cabo es el de cajeadado o “*Pocketing*”, cuyo icono es:  .

3.5.2 Pocketing

Para realizar el mecanizado de las piezas hay que seguir una serie de pasos los cuales se detallan a continuación. Se va a seguir trabajando con el ejemplo práctico del capítulo 3.3.3.

Una vez diseñada la pieza a mecanizar dentro del módulo de “*Part Design*”, se inicia el módulo de mecanizado tal y como muestra la figura 3.23 y se explicó con anterioridad.

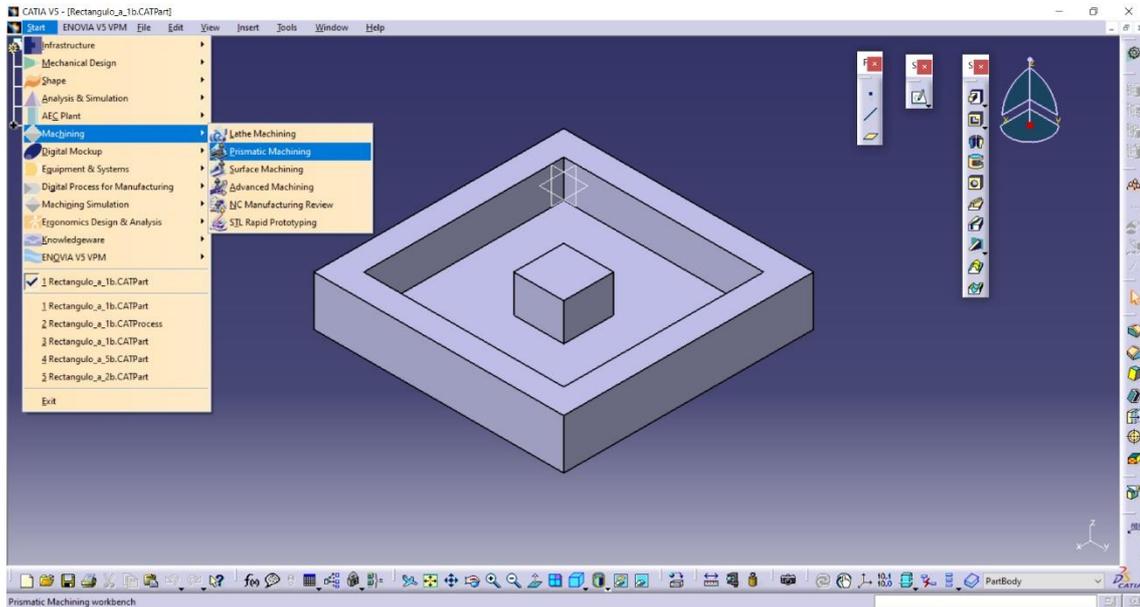


Figura 3.23 Acceso al área de trabajo del módulo de mecanizado

Una vez se ha accedido al módulo de mecanizado el primer paso consiste en definir la máquina que se va a utilizar y la pieza que se va a mecanizar.

Para ello se realiza doble clic en el icono de “*Part Operation.1*”, abriéndose así la ventana de la figura 3.24.

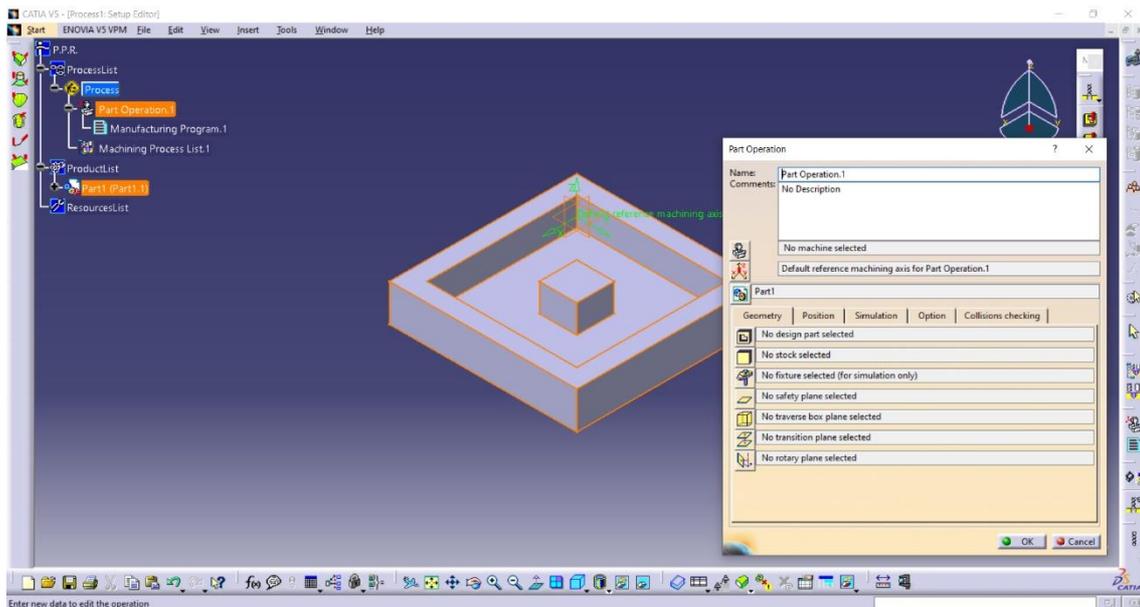


Figura 3.24 Ventana del “*Part Operation*”

Para definir el tipo de máquina se selecciona el icono “*Machine*” . La primera opción que aparece es la

máquina de 3 ejes (3 axis Machine) tal y como se muestra en la figura 3.25, que será la utilizada en este caso dado que tiene la capacidad de realizar las operaciones deseadas y es la más simple de todas.

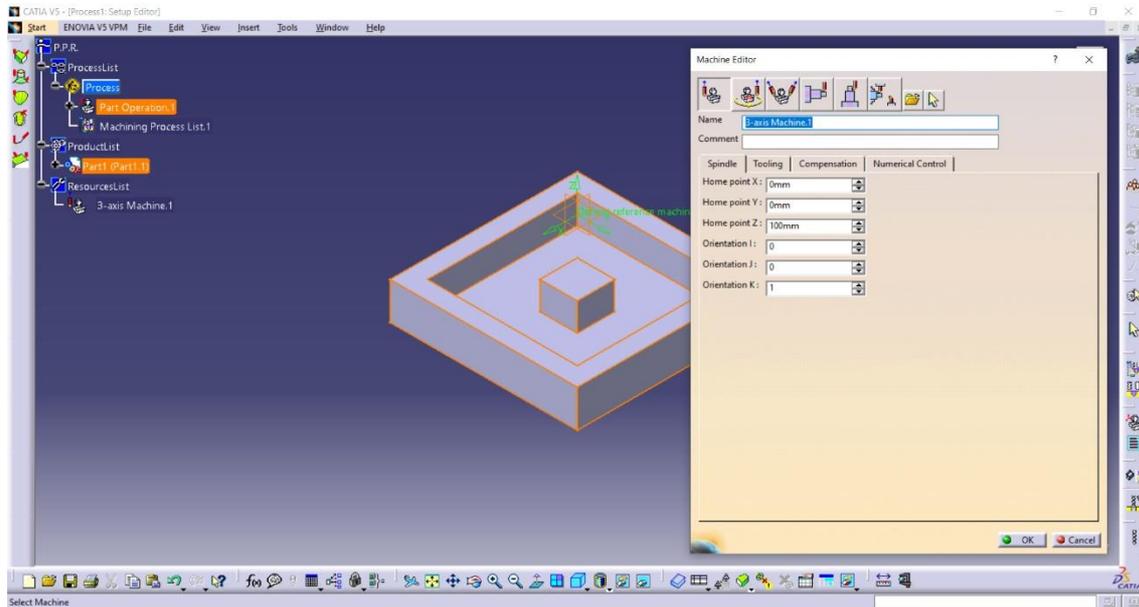


Figura 3.25 Ventana del “Machine Editor”

Se dejan todos los valores que vienen por defecto y se presiona el botón “OK”.

Una vez definida la máquina, toca definir la pieza a mecanizar. Al tratarse de piezas no muy complejas cuyo objeto de interés es el proceso de cajeado, no se ha procedido a definir el “Stock” manualmente, sino que CATIA generará uno por defecto totalmente válido para nuestros resultados.

Para definir la pieza se despliega la rama de “Product List” situada debajo de la “Process List” hasta que aparezca la pestaña “Part Body”.

En el menú de la figura 3.24 se selecciona el icono de “Design part for simulation” , y a continuación se realiza doble clic sobre la pestaña “Part Body”. De esta forma queda definida la pieza a mecanizar tal y como se muestra en la figura 3.26. Por último, se presiona el botón “OK” para guardar los cambios y continuar con el proceso.

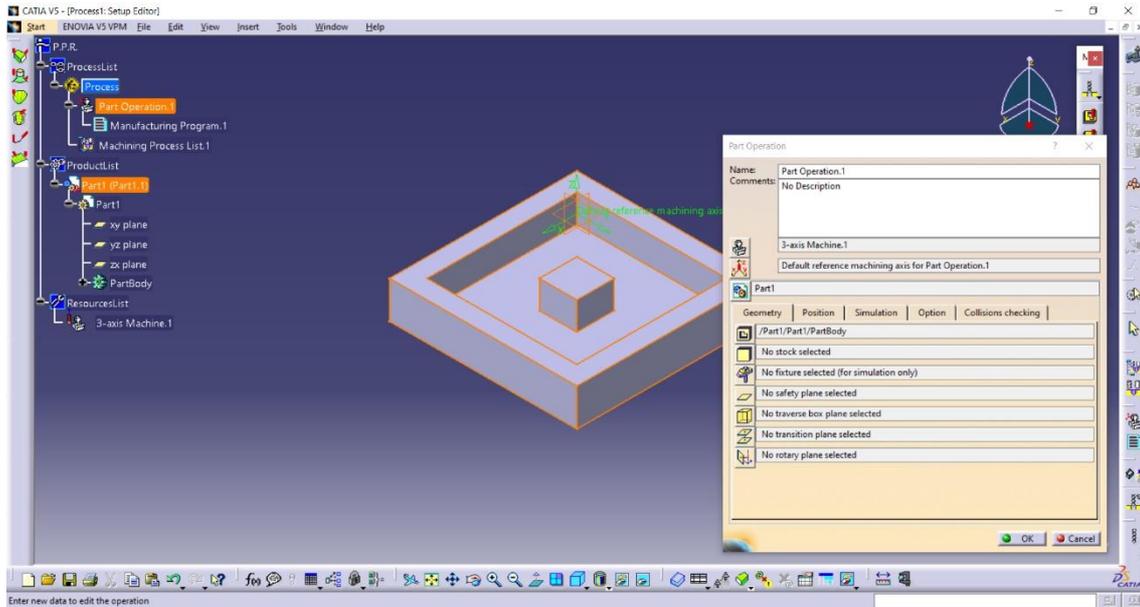


Figura 3.26 Ventana del “Part Operation” con el “Part Body” definido

El siguiente paso es definir el proceso de cajado o “Pocketing” que se va a realizar. Para ello se selecciona “Manufacturing Program.1” dentro del árbol de la “Process List”, y se presiona sobre “Pocketing” cuyo icono es . Seguidamente se desplegará el menú que se muestra en la figura 3.27.

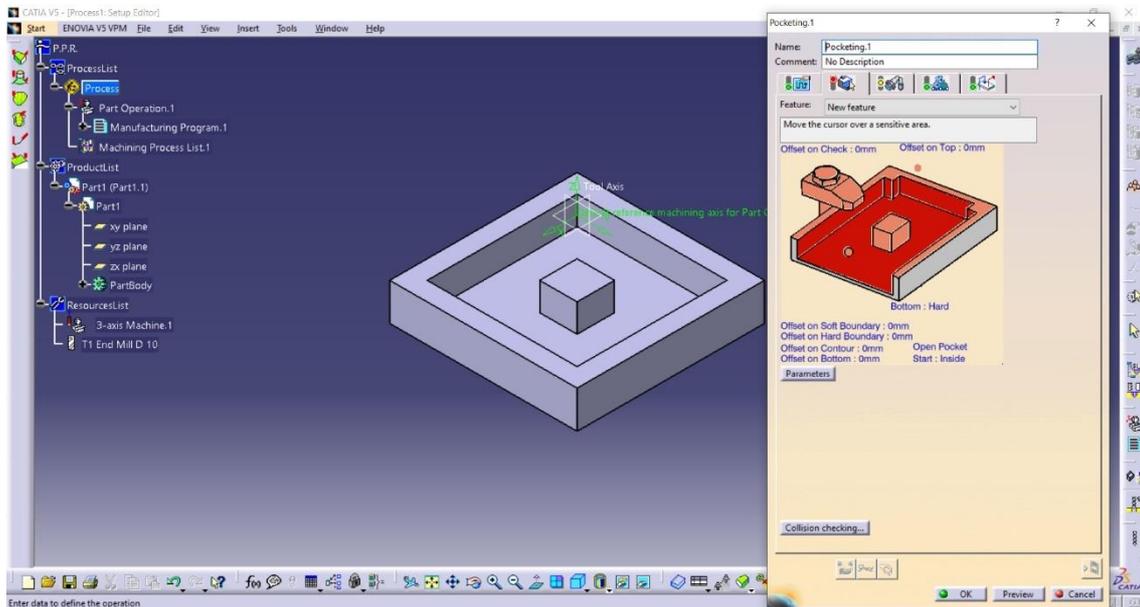


Figura 3.27 Ventana del “Pocketing” con pieza sin definir

Dentro de dicho menú se seguirán los pasos descritos a continuación:

1. Asociar la figura a la pieza.

Al ser una pieza cerrada, se clicca sobre la opción “Open Pocket” y CATIA lo cambiará a “Closed Pocket”. A continuación, se selecciona la base de la figura en color rojo y se selecciona acto seguido la base de la pieza.

Se puede apreciar como cambia de color rojo a verde, esto significa que ya está definido. Cabe destacar que CATIA por defecto define la isla y la pone de color verde. Si no se diese el caso, simplemente clicando sobre la isla de la figura en rojo y posteriormente sobre la isla de la pieza, ésta quedará definida. Por último, se hace lo mismo con el plano superior de la pieza quedando toda la figura definida y de color verde.

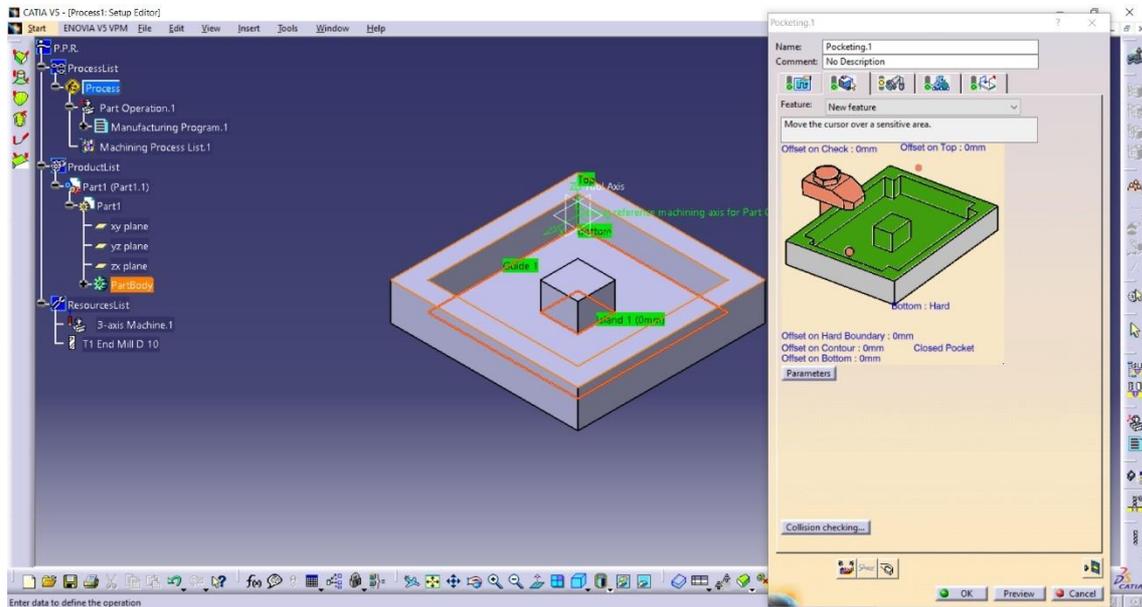


Figura 3.28 Ventana del “Pocketing” con pieza definida

2. Herramienta de corte

Este paso consiste en definir la herramienta de corte que se va a utilizar. Para ello se ha consultado el catálogo de herramientas ofrecido por la empresa “Pferd, Inc.”. Dentro de dicho catálogo se ha seleccionado la fresa que mejor se ajusta a las necesidades de este problema. Referencia [2].

Al tratarse de un cajeadado de 15mm de profundidad, se ha escogido la herramienta indicada en la figura 3.29 dentro de la sección de fresas con dentado frontal ya que tiene una longitud de corte de 16mm y ofrece todo tipo de dentados.



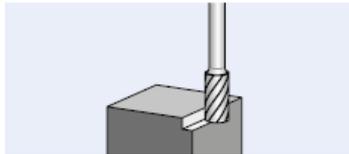
Fresas de metal duro para aplicaciones universales

Para el arranque de virutas fino y basto

Forma cilíndrica ZYAS con dentado frontal

Fresa cilíndrica según DIN 8032 con dentado según DIN 8033 en el perímetro y en la parte frontal.

GL = longitud total (metal duro macizo)

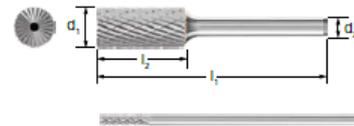


Nota para pedido:

■ Por favor, indicar el dentado deseado.

Recomendaciones de seguridad:

Tenga en cuenta los números de revoluciones reducidos para ejecuciones con mango largo. Los encontrará en la página 11.



d ₁ [mm]	l ₂ [mm]	d ₂ [mm]	l ₁ [mm]	Dentado				Referencia	
				3	3 PLUS	4	5		
EAN 4007220									
ø mango 3 mm									
2	10	3	40	-	049471	049457	049464	1	ZYAS 0210/3 Z ...
3	13	3	43	-	049501	072394	049488	1	ZYAS 0313/3 Z ...
6	7	3	37	-	049532	-	049518	1	ZYAS 0607/3 Z ...
	13	3	43	-	049563	402634	049549	1	ZYAS 0613/3 Z ...
ø del mango largo 3 mm, GL 75 mm									
3	13	3	75	-	779705	-	779712	1	ZYAS 0313/3 Z ... GL 75
ø mango 6 mm									
4	13	6	55	-	044926	044940	044957	1	ZYAS 0413/6 Z ...
6	16	6	55	044964	044971	044995	045008	1	ZYAS 0616/6 Z ...
8	20	6	60	045015	045022	045046	045053	1	ZYAS 0820/6 Z ...
10	13	6	53	-	045084	-	-	1	ZYAS 1013/6 Z ...
	20	6	60	045299	045305	045336	045350	1	ZYAS 1020/6 Z ...
	25	6	65	-	045374	045404	-	1	ZYAS 1025/6 Z ...
12	25	6	65	045145	045176	045213	045237	1	ZYAS 1225/6 Z ...
	25	6	65	045244	045251	045275	045282	1	ZYAS 1625/6 Z ...
ø mango 8 mm									
12	25	8	65	-	045183	-	-	1	ZYAS 1225/8 Z ...

Figura 3.29 Listado de herramientas con dentado frontal

Volviendo a CATIA, para insertar la herramienta se selecciona la pestaña  , accediendo al menú de la herramienta que se muestra a continuación.

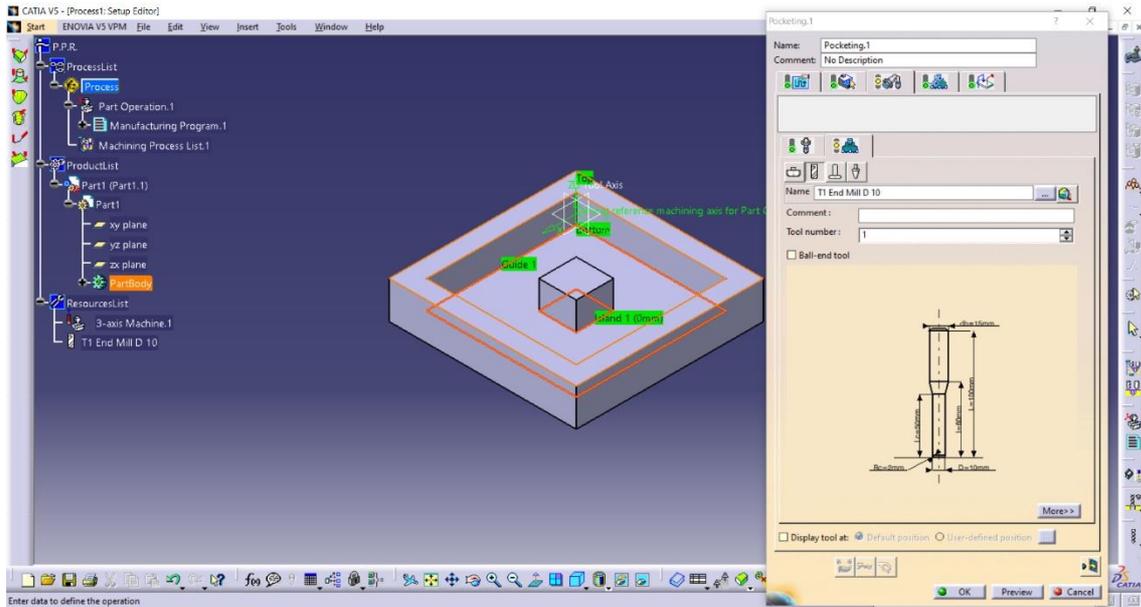
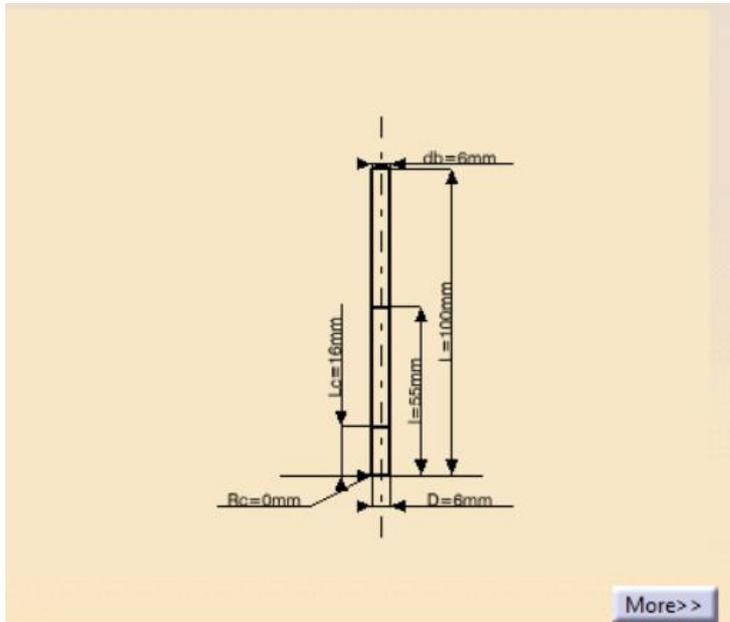


Figura 3.30 Ventana del Pocking con herramienta sin definir

Haciendo doble clic sobre cada una de las medidas se va dando forma a la herramienta deseada. En la figura 3.31 se muestra la herramienta ya definida con sus diferentes partes explicadas.



- db: diámetro del vástago
- D: diámetro del cabezal de la herramienta
- L: longitud total de la herramienta
- Lc: longitud de corte de la herramienta
- Rc: radio de curvatura del cabezal de la herramienta

Figura 3.31 Herramienta definida

3. Velocidades

El siguiente paso será definir las velocidades de aproximación, retracción, corte y acabado. Como el objetivo es calcular la longitud de mecanizado, da igual cómo de rápido o lento se realice el mecanizado, dado que la distancia recorrida por la fresa va a ser la misma independientemente de la velocidad. Por este motivo a efectos prácticos se ha seleccionado una velocidad de corte $v_c = 60 \text{ mm/min}$, o lo que es lo mismo, de 1 mm/s , de

tal forma que, al obtener el tiempo de mecanizado en segundos, se está obteniendo igualmente el valor de la longitud recorrida en milímetros. $L = v_c \cdot t_m$, luego $L [mm] = t_m [s]$.

Seleccionando la pestaña  , se incluyen los valores anteriormente descritos tal y como se muestra en la figura 3.32.

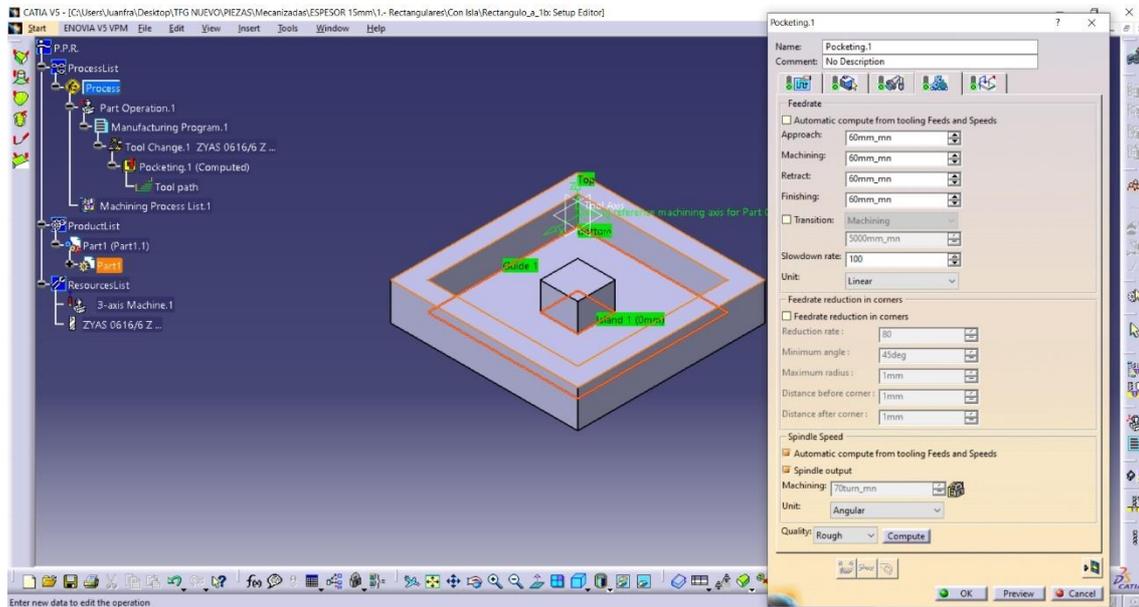


Figura 3.32 Ventana del Pocketing con velocidades definidas

En algunas piezas cuando la herramienta se aproxima al punto donde debe empezar a mecanizar, se produce una colisión con una de las paredes. Es por ello que se colocará una condición de aproximación o “*Approach*” para evitar esta situación. Dado que todas las piezas tienen 15mm de profundidad, se ha decidido establecer una aproximación a 16mm de altura, evitando así todo tipo de colisiones indeseadas.

Para ello se accede a la pestaña  , se selecciona la opción “*Approach*”, y se activa haciendo clic con el botón derecho y “*Activate*”. Acto seguido se selecciona el icono  que se encuentra en la parte inferior, y realizando doble clic sobre los 10mm que CATIA da por defecto, se introducen los 16mm requeridos para esta operación.

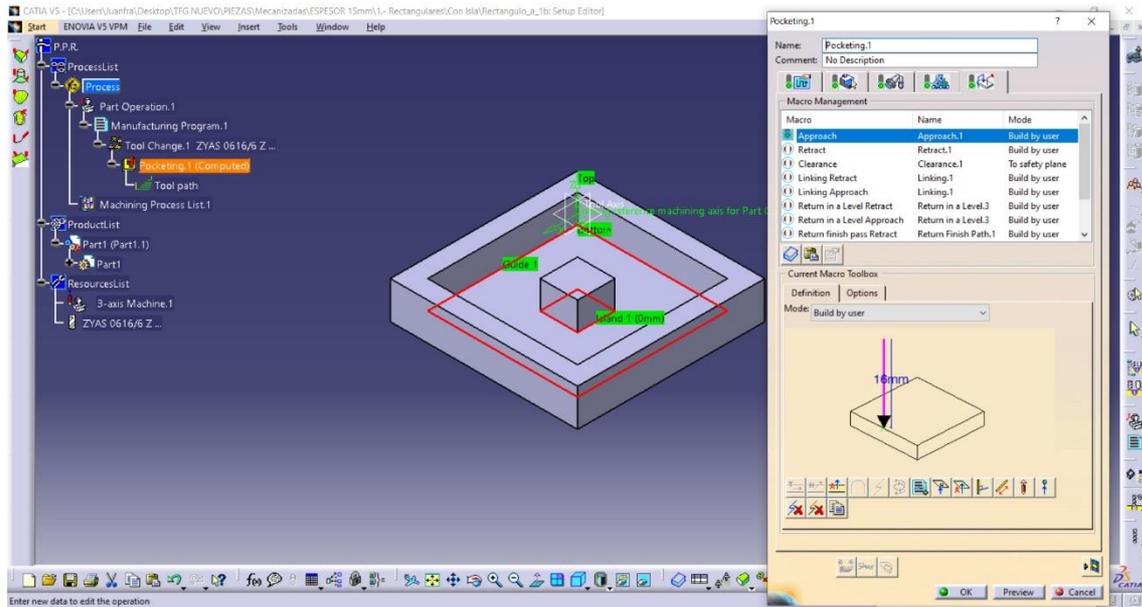


Figura 3.33 Ventana del “Pocketing” con “Approach” definido

4. Estrategias

Por último, se procede al paso más relevante dentro de esta configuración del proceso de mecanizado, que son las estrategias.

CATIA ofrece una amplia variedad de opciones en este apartado, tales como definir la trayectoria que seguirá la herramienta, separación entre líneas paralelas, número de pasadas especificando la profundidad de cada una, etc.

Dentro de las trayectorias se han estudiado los siguientes cuatro casos:

- Helicoidal (outward e inward helical)
- Ida y vuelta (back and forth)
- Concéntrica (concentric)
- Espiral (outward e inward spiral morphing)

Tanto para el caso helicoidal, por un lado, como para el espiral por otro, sus variantes outward e inward presentan los mismos tiempos de mecanizado, por lo que se escogerá por defecto la opción outward.

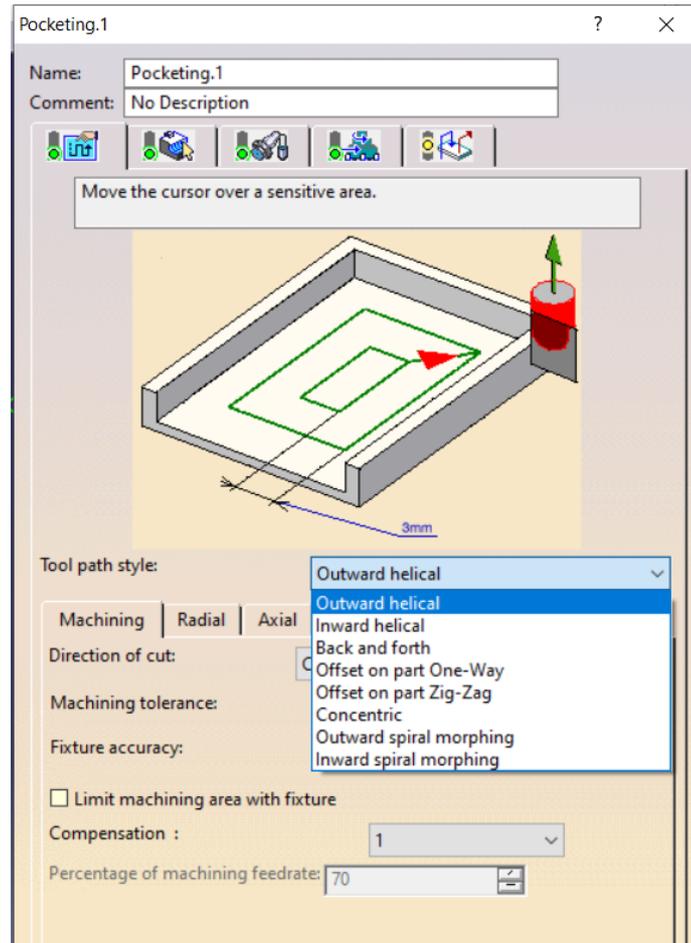


Figura 3.34 Ventana del “*Pocketing*” para definir la estrategia

En la pestaña “*Radial*” se ha escogido que el porcentaje de diámetro que mecaniza sea la mitad, es decir, que la herramienta penetra radialmente en la pieza una cantidad igual al radio de la misma. Esta elección se ha hecho basándose en vídeos de procesos de mecanizado donde se puede apreciar perfectamente que la penetración de la fresa es de valor el radio R . Referencia [3][4].

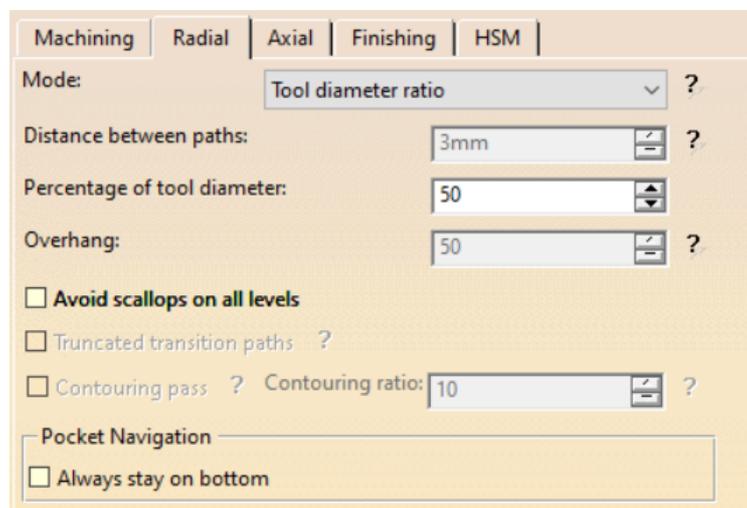


Figura 3.35 Ventana del “*Poketing*”. Pestaña “*Radial*”

En la pestaña “Axial” se definen el número de pasadas y la profundidad de cada una. Como el estudio se centra en la distancia recorrida, se ha escogido una única pasada de 15mm de profundidad. En el supuesto de hacerse en dos pasadas, la longitud resultaría el doble, luego es innecesario aumentar el número de pasadas.

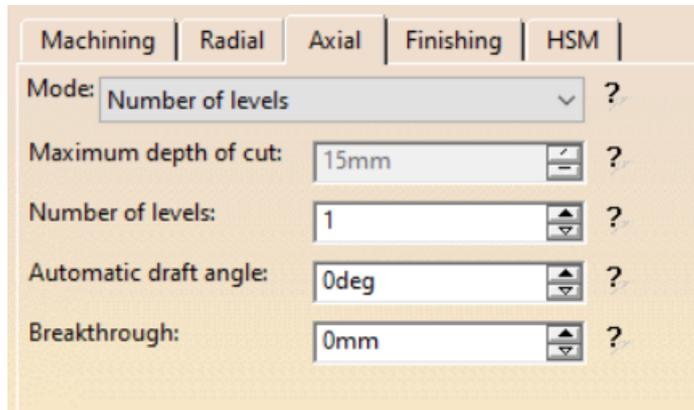


Figura 3.36 Ventana del “Pockets”. Pestaña “Axial”

Una vez completado este proceso paso a paso, se selecciona la opción “Tool Path Replay” a través del icono . Entonces CATIA implementará todo el proceso de mecanizado, y nos proporcionará los tiempos tanto de mecanizado como el total.

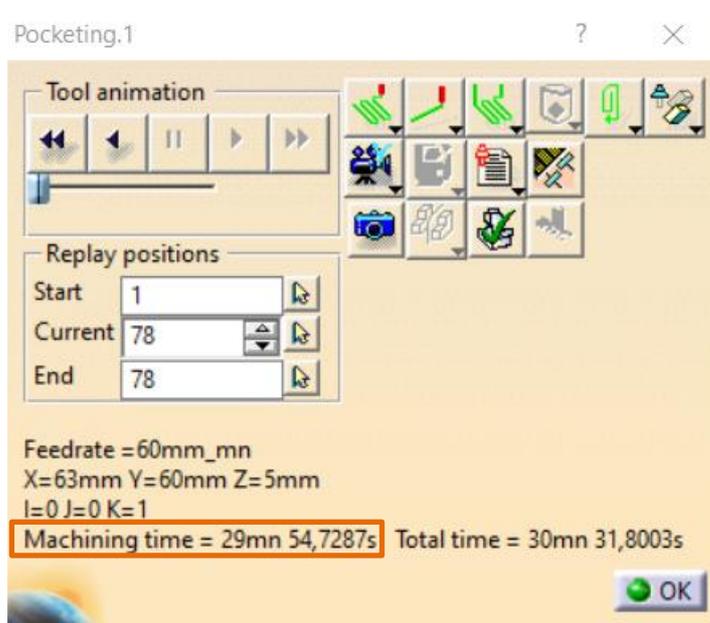


Figura 3.37 Ventana del “Pockets” con los tiempos de mecanizado

Ya solo quedaría ir pieza por pieza y estrategia por estrategia anotando los tiempos de mecanizado que CATIA va calculando. En el siguiente capítulo se analizarán estos resultados.

4 RESULTADOS

4.1 Valores de CATIA

Una vez mecanizadas todas las piezas con todos los tipos de estrategias que se mencionaron en el apartado anterior, se ha obtenido una tabla de resultados. Hay que destacar que, tal y como era de esperar, hay algunas piezas incompatibles con ciertas estrategias, en concreto dos situaciones.

La primera de ellas es la pieza octogonal sin isla mecanizada con la estrategia concéntrica.

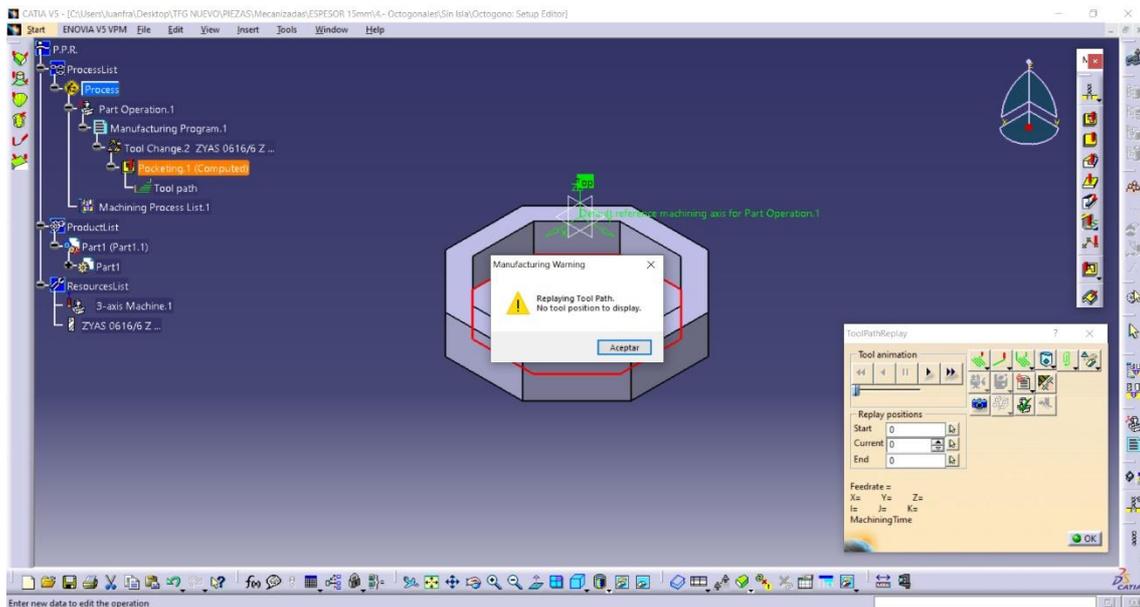


Figura 4.1 Mecanizado de la pieza octogonal sin isla con estrategia concéntrica

Tras buscar información en internet sobre el error “*Replaying Tool Path. No tool position to display*” no se ha llegado a ninguna conclusión dado que ni los usuarios de los foros consultados se ponían de acuerdo entre sí. Por otro lado, dado que este dato no tiene mayor relevancia de cara al futuro análisis, no tiene sentido dedicarle más tiempo.

La segunda incidencia está relacionada con la pieza circular sin isla mecanizada también con la estrategia concéntrica.

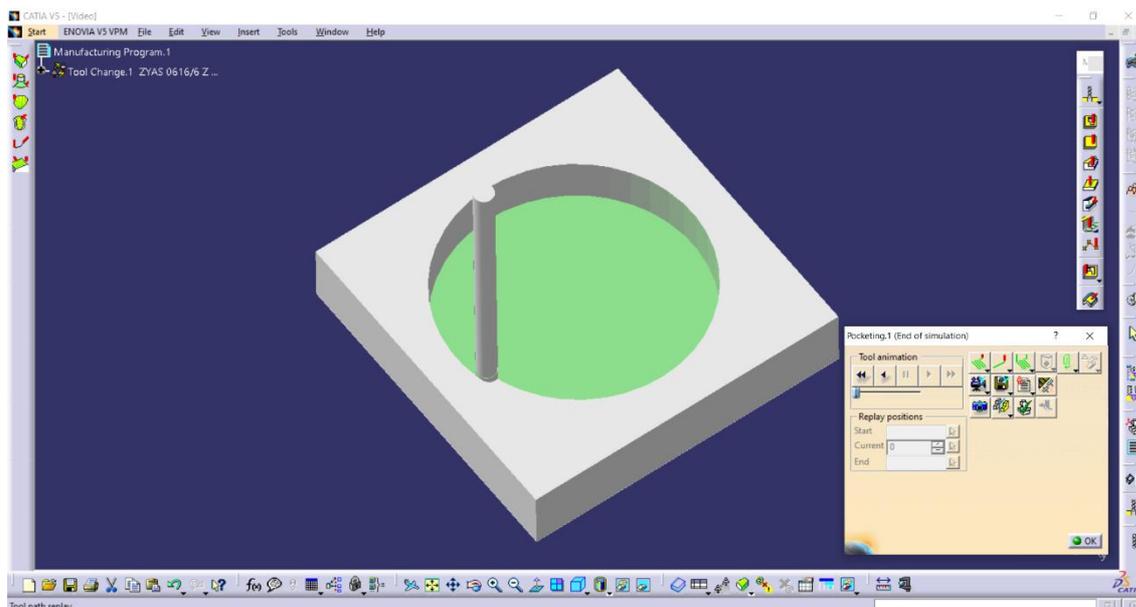


Figura 4.2 Mecanizado de la pieza circular sin isla con estrategia concéntrica

En este caso la estrategia no mecaniza correctamente la pieza, tomando por tanto como no válidos los resultados proporcionados por CATIA.

Salvo estos dos casos puntuales, se han mecanizado el resto de las piezas sin ningún incidente.

Se muestran a continuación los tiempos de mecanizado obtenidos (en segundos [s]) por grupos de piezas.

- Piezas rectangulares.

		ESTRATEGIAS			
		Dimensiones	Helicoidal	Back and Forth	Concéntrica
Sin Isla	$a = b$	1976	1924	4132	2554
	$a = 2b$	4576	4524	9146	5949
	$a = 5b$	12376	12324	25294	16170
Con Isla	$a = b$	1795	1743	4554	2893
	$a = 2b$	3595	3543	8714	5721
	$a = 5b$	9421	8943	21357	14504

Tabla 4.1 Tiempos de mecanizado [s] para piezas rectangulares

- Piezas triangulares.

		ESTRATEGIAS				
		Dimensiones	Helicoidal	Back and Forth	Concéntrica	Espiral
Sin Isla	$h = a$		2118	1997	4601	3199
	$h = 2a$		4842	4610	9721	7925
Con Isla	$h = a$		1985	1812	4866	3717
	$h = 2a$		3728	3401	8846	7479

Tabla 4.2 Tiempos de mecanizado [s] para piezas triangulares

- Piezas romboidales.

		ESTRATEGIAS				
		Dimensiones	Helicoidal	Back and Forth	Concéntrica	Espiral
Sin Isla	$b = 2a$		1955	1795	3961	2654
	$b = 3a$		2952	2726	6159	4746
Con Isla	$b = 2a$		1797	1618	4818	3444
	$b = 3a$		2779	2469	6948	5454

Tabla 4.3 Tiempos de mecanizado [s] para piezas romboidales

- Piezas octogonales.

		ESTRATEGIAS				
		Dimensiones	Helicoidal	Back and Forth	Concéntrica	Espiral
Sin Isla	a	1494	1432	–	1768	
Con Isla	a	1394	1294	3627	1943	

Tabla 4.4 Tiempos de mecanizado [s] para piezas octogonales

- Piezas circulares.

		ESTRATEGIAS				
		Dimensiones	Helicoidal	Back and Forth	Concéntrica	Espiral
Sin Isla	R	1549	1442	–	1850	
Con Isla	R	1412	1301	3778	2083	

Tabla 4.5 Tiempos de mecanizado [s] para piezas circulares

Estos son los datos de partidas con los cuales se trabajará en ese Capítulo 4.

Cabe destacar que las estrategias con menores tiempo de mecanizado son las “*Helicoidal*” y la “*Back and Forth*”. Dentro de estas dos estrategias, la que presenta mejores acabados y un mejor mecanizado de la pieza es la estrategia “*Helicoidal*”, ya que la “*Back and Forth*” como su propio nombre indica es de ida y vuelta, y no se ajusta del todo bien a las superficies circulares o con esquinas.

Un ejemplo podría ser la figura 4.3, donde se aprecia la diferencia de acabado entre ambas estrategias.

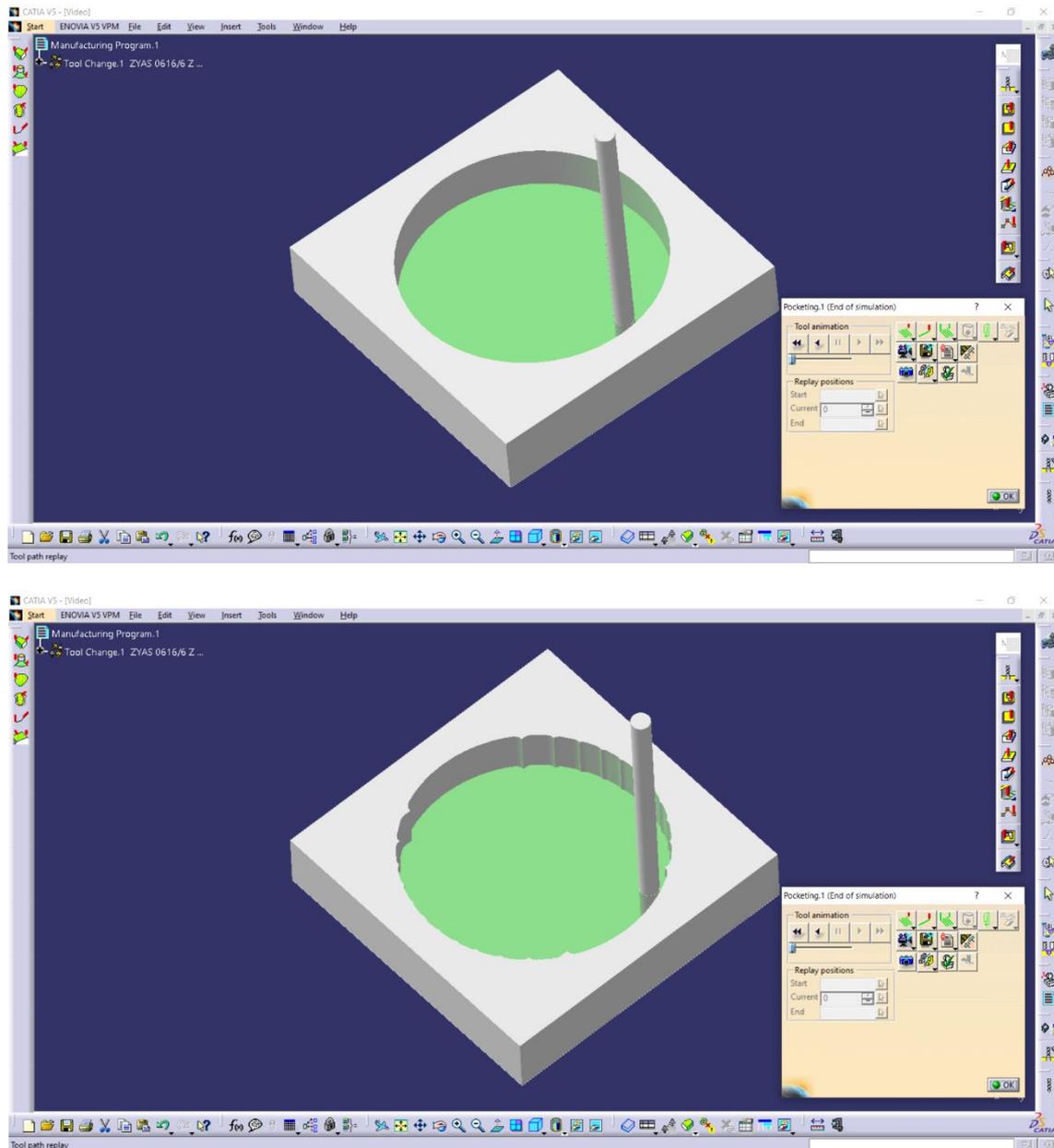


Figura 4.3 Mecanizado de la pieza circular sin isla con estrategia “*Helicoidal*” (superior) y “*Back and Forth*” (inferior)

Por este motivo se escogerá como “mejor” estrategia la helicoidal. Ambas presentan prácticamente los mismos tiempos de mecanizados, pero la “*Back and Forth*” es menos precisa y el acabado no es del todo el deseado.

4.2 Fórmulas propuestas y valores obtenidos

Una vez obtenidos los datos de partida, es el momento de operar con la fórmula propuesta.

$$L = \frac{A}{D} \quad (4.1)$$

L : distancia recorrida por la fresa mientras mecaniza.

A : área del cajeadado que se va a mecanizar.

D : diámetro de la fresa.

Como se comprobará a continuación, esta fórmula no se aproxima a los valores proporcionados por CATIA. Es más, si se observan detenidamente se puede apreciar como los resultados obtenidos son prácticamente la mitad de los de CATIA. Por este motivo se va a proponer una segunda ecuación (4.2) con idea de “mejorar” la anterior.

$$L = \frac{A}{R} \quad (4.2)$$

R : radio de la fresa.

Analizando al detalle la trayectoria seguida por la herramienta durante el proceso de mecanizado, y con idea de seguir perfeccionando la ecuación (4.2), se observa lo siguiente.

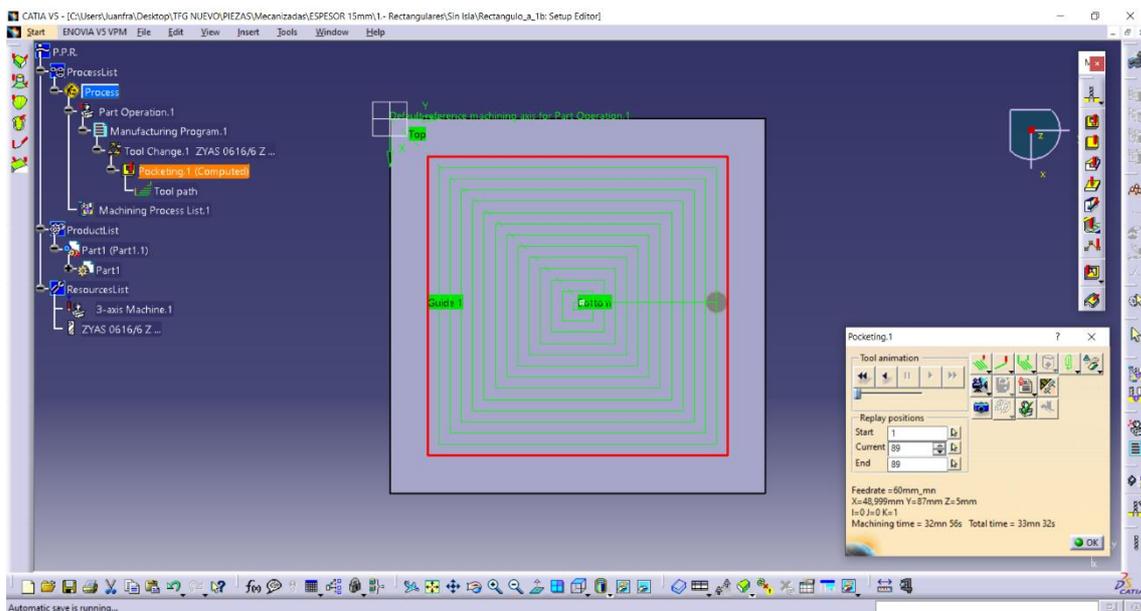


Figura 4.4 Trayectoria seguida por la herramienta en mecanizado helicoidal

La longitud recorrida por la fresa no es exactamente $L = \frac{A}{R}$, ya que se puede apreciar como la primera pasada se mecaniza con el diámetro de la herramienta y no con el radio. Esto es debido a que se trata de un mecanizado “interior” o “cerrado”. En el caso de mecanizado exterior, se podría comenzar a mecanizar directamente por el lateral de la pieza con una penetración de valor el radio de la fresa.

Con idea de simular un mecanizado “abierto”, al área total se le ha restado el área barrida en la primera pasada, y se ha añadido la longitud recorrida en dicha pasada.

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{A - l_{mec} \cdot D}{R} + l_{mec} \quad \rightarrow \quad L = \frac{A}{R} - \frac{l_{mec} \cdot 2R}{R} + l_{mec} \quad \rightarrow \\
 &\rightarrow L = \frac{A}{R} - 2 \cdot l_{mec} + l_{mec} \quad \rightarrow \quad L = \frac{A}{R} - l_{mec}
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

l_{mec} : longitud recorrida por la fresa en la primera pasada.

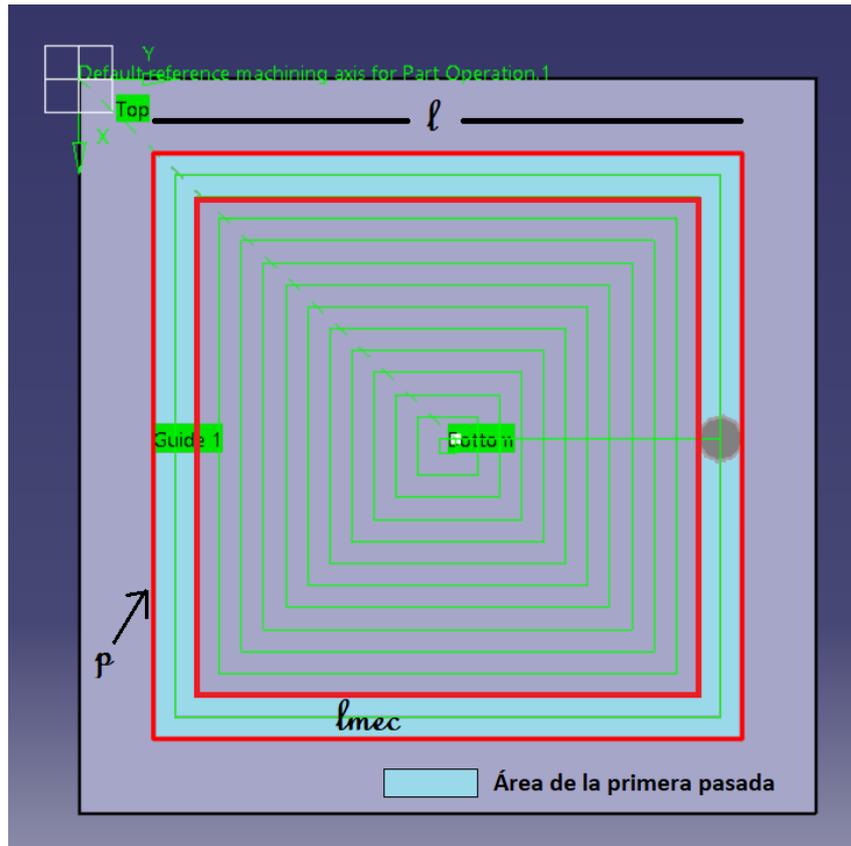


Figura 4.5 Área mecanizada en la primera pasada

La longitud recorrida por la herramienta en la primera pasada en función del perímetro p y del diámetro D es fácil de calcular para el caso de piezas rectangulares, y tiene la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 l_{mec} &= 4 \cdot (l - 2 \cdot R) \quad \rightarrow \quad l_{mec} = 4 \cdot (l - D) \quad \rightarrow \\
 &l_{mec} = p - 4 \cdot D
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

p : perímetro del cajead.

l : longitud del un lado del cajead.

Siendo la diferencia entre el perímetro y la longitud de mecanizado de la primera pasada equivalente a cuatro veces el valor del diámetro. Para el resto de las piezas se ha calculado esta diferencia manualmente obteniendo los valores de p y l_{mec} a través de CATIA.

Teniendo en cuenta que $x = p - l_{mec}$.

	Dimensiones	x
RECTANGULAR	$a = b$	$4 \cdot D$
	$a = 2b$	$4 \cdot D$
	$a = 5b$	$4 \cdot D$

TRIANGULAR	$h = a$	$\sim 5,24 \cdot D$
	$h = 2a$	$\sim 6,56 \cdot D$

ROMBOIDAL	$b = 2a$	$5 \cdot D$
	$b = 3a$	$\sim 6,67 \cdot D$

OCTOGONAL	a	$\sim 3,32 \cdot D$
-----------	-----	---------------------

CIRCULAR	R	$\pi \cdot D$
----------	-----	---------------

Tabla 4.6 Valores de x para cada tipo de pieza

Con idea de proporcionar una ecuación común a todas las piezas y tamaños, se ha calculado la media de x , obteniéndose:

$$x \sim 4,66 \cdot D \rightarrow x = 4,5 \cdot D$$

Por tanto:

$$l_{mec} = p - 4,5 \cdot D \quad (4.5)$$

Combinando (4.3) y (4.5) la última ecuación propuesta queda:

$$L = \frac{A}{R} - l_{mec} \rightarrow L = \frac{A}{R} - p + 4,5 \cdot D \quad (4.6)$$

Una vez expuestas las tres fórmulas ya sólo quedaría conocer las áreas y perímetros de cada pieza, dado que D y R son conocidos ($R = 3mm$).

- Piezas rectangulares.

		ÁREAS			PERÍMETRO	
		Dimensiones	Área Cajeadado	Área Isla	Área Total	p
Sin Isla	$a = b$		6400	0	6400	320
	$a = 2b$		14400	0	14400	520
	$a = 5b$		38400	0	38400	1120

Con Isla	$a = b$		6400	400	6000	320
	$a = 2b$		14400	2400	12000	520
	$a = 5b$		38400	8400	30000	1120

Tabla 4.7 Áreas y perímetros para piezas rectangulares

- Piezas triangulares.

		ÁREAS			PERÍMETRO	
		Dimensiones	Área Cajeadado	Área Isla	Área Total	p
Sin Isla	$h = a$		6920	0	6920	381
	$h = 2a$		15471	0	15471	637

Con Isla	$h = a$		6920	450	6470	381
	$h = 2a$		15471	3025	12446	637

Tabla 4.8 Áreas y perímetros para piezas triangulares

- Piezas romboidales.

		ÁREAS			PERÍMETRO	
		Dimensiones	Área Cajeadado	Área Isla	Área Total	p
Sin Isla	$b = 2a$	6400	0	6400	358	
	$b = 3a$	9600	0	9600	506	
Con Isla	$b = 2a$	6400	400	6000	358	
	$b = 3a$	9600	600	9000	506	

Tabla 4.9 Áreas y perímetros para piezas romboidales

- Piezas octogonales.

		ÁREAS			PERÍMETRO	
		Dimensiones	Área Cajeadado	Área Isla	Área Total	p
Sin Isla	a	4857	0	4857	254	
Con Isla	a	4857	283	4574	254	

Tabla 4.10 Áreas y perímetros para piezas octogonales

- Piezas circulares.

		ÁREAS			PERÍMETRO	
		Dimensiones	Área Cajeadado	Área Isla	Área Total	p
Sin Isla	R	5027	0	5027	251	
Con Isla	R	5027	314	4712	251	

Tabla 4.11 Áreas y perímetros para piezas circulares

Una vez calculados todos los parámetros requeridos, se procede a exponer en la tabla 4.12 los valores obtenidos al aplicar todas las fórmulas propuestas anteriormente.

			LONGITUD L [mm] / t_m [s]				
		Dimensiones	CATIA	A/D	A/R	$A/R - p + 4,5 \cdot D$	media
RECT.	Sin Isla	$a = b$	1976	1067	2133	1840	1987
		$a = 2b$	4576	2400	4800	4307	4554
		$a = 5b$	12376	6400	12800	11707	12254
	Con Isla	$a = b$	1795	1000	2000	1707	1854
		$a = 2b$	3595	2000	4000	3507	3754
		$a = 5b$	9421	5000	10000	8907	9454

TRIAN.	Sin Isla	$h = a$	2118	1153	2307	1984	2130
		$h = 2a$	4842	2579	5157	4586	4852
	Con Isla	$h = a$	1985	1078	2157	1834	1980
		$h = 2a$	3728	2074	4149	3578	3844

ROMB.	Sin Isla	$b = 2a$	1955	1067	2133	1833	1968
		$b = 3a$	2952	1600	3200	2761	2961
	Con Isla	$b = 2a$	1797	1000	2000	1699	1835
		$b = 3a$	2779	1500	3000	2561	2761

OCT.	Sin Isla	a	1494	809	1619	1412	1506
	Con Isla	a	1394	762	1525	1318	1411

CIR.	Sin Isla	R	1549	838	1676	1470	1563
	Con Isla	R	1412	785	1571	1365	1459

Tabla 4.12 Valores de L [mm] o tiempo de mecanizado [s] al aplicar las fórmulas

Se observa como los valores de A/R quedan ligeramente por encima y los valores de $A/R - p + 4,5 \cdot D$ ligeramente por debajo de los obtenidos con CATIA, por lo que ha resultado interesante calcular la media de ambas columnas para cada pieza e incluirla en la tabla 4.12.

Al hacerlo se observa que dichos valores quedan muy próximos a los de CATIA, lo cual resulta ideal.

4.3 Diagrama de barras

A modo de facilitar la visualización de los resultados obtenidos, se va a proceder a la representación de cada uno de los casos en un diagrama de barras. Dichos casos se especifican en la tabla 4.13.

		Dimensiones	Caso
RECT.	Sin Isla	$a = b$	1
		$a = 2b$	2
		$a = 5b$	3
	Con Isla	$a = b$	4
		$a = 2b$	5
		$a = 5b$	6
TRIAN.	Sin Isla	$h = a$	7
		$h = 2a$	8
	Con Isla	$h = a$	9
		$h = 2a$	10
ROMB.	Sin Isla	$b = 2a$	11
		$b = 3a$	12
	Con Isla	$b = 2a$	13
		$b = 3a$	14
OCT.	Sin Isla	a	15
	Con Isla	a	16
CIR.	Sin Isla	R	17
	Con Isla	R	18

Tabla 4.13 Enumeración de los casos

Si se dividen las columnas $A/R - p + 4,5 \cdot D$, A/R y la media por los valores de CATIA, se llega a las siguientes expresiones:

$$F_1 = \frac{A/R - p + 4,5 \cdot D}{CATIA} \quad (4.7)$$

$$F_2 = \frac{A/R}{CATIA} \quad (4.8)$$

$$media = \frac{(A/R - p + 4,5 \cdot D) + (A/R)}{2} \rightarrow F_3 = \frac{media}{CATIA} \quad (4.9)$$

Cuyos valores se recogen en la tabla 4.14.

Caso	F_1	F_2	F_3
1	0,9313	1,0796	1,0055
2	0,9412	1,0490	0,9951
3	0,9459	1,3043	0,9901
4	0,9511	1,1144	1,0327
5	0,9756	1,1127	1,0442
6	0,9454	1,0614	1,0034
7	0,9221	1,0891	1,0056
8	0,9392	1,0652	1,0022
9	0,9083	1,0865	0,9974
10	0,9493	1,1130	1,0311
11	0,9218	1,0910	1,0064
12	0,9219	1,0842	1,0030
13	0,9287	1,1127	1,0207
14	0,9072	1,0795	0,9933
15	0,9319	1,0837	1,0078
16	0,9311	1,0937	1,0124
17	0,9367	1,0814	1,0090
18	0,9537	1,1125	1,0331

Tabla 4.14 Valores de F_1 , F_2 y F_3 para cada caso

A partir de dichos datos se obtiene el diagrama de barras de la figura 4.6.

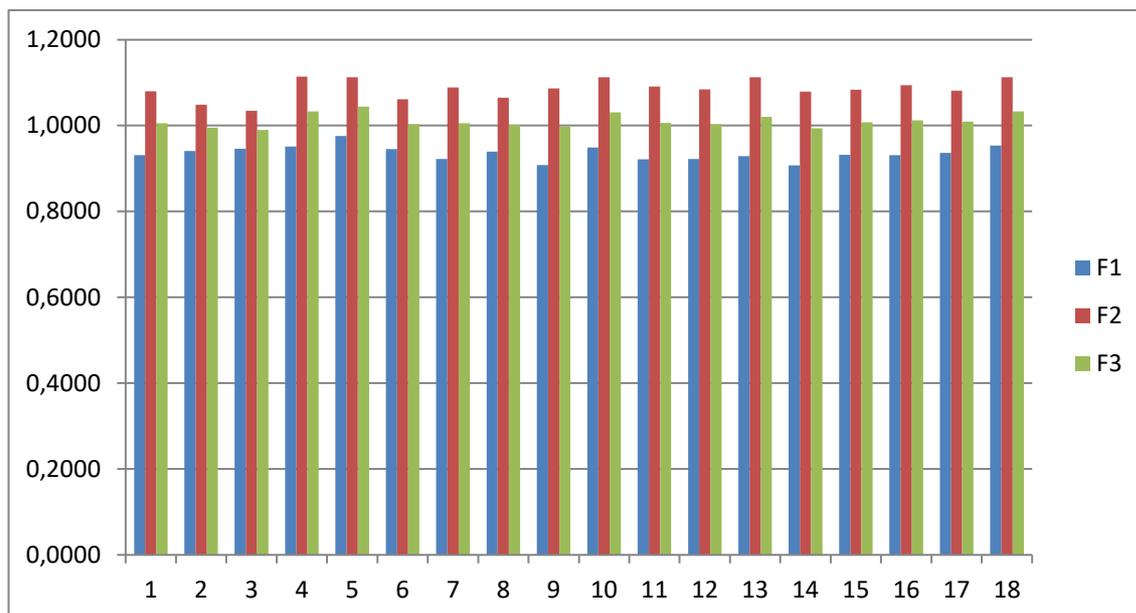


Figura 4.6 Diagrama de barras para F_1 , F_2 y F_3

Se puede visualizar fácilmente como todos los valores obtenidos de F_3 oscilan entorno al valor unidad.

Podemos afirmar pues que la ecuación finalmente propuesta (la de la media) devuelve valores muy próximos a los proporcionados por CATIA independientemente de la forma o tamaño del cajeadado de la pieza.

5 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado un estudio teórico y numérico de operaciones de fresado, más concretamente operaciones de cajeadado cerrado.
- Se han hallado mediante el módulo de mecanizado de CATIA V5 los tiempos de mecanizado usando diferentes estrategias que harán las veces de datos reales.
- Con idea de alcanzar una ecuación que aproximase bien dichos tiempos, se ha realizado una primera propuesta de fórmula razonable. Dicha fórmula consistía en estimar la longitud recorrida por la fresa durante el mecanizado como el área barrida partido del diámetro de la fresa, llegando a la conclusión de que los valores obtenidos eran aproximadamente la mitad de los de CATIA.
- Esta discrepancia se debe a que en la práctica las operaciones de fresado no se realizan empleando el diámetro de la fresa. Ello condujo a la segunda propuesta de fórmula, cambiando el diámetro por el radio y obteniendo así valores próximos a los de CATIA pero ligeramente por encima. Esta fórmula se considera adecuada para operaciones de cajeadado abierto.
- Para el caso de cajeadado cerrado se observó que la primera pasada se recorría empleando el diámetro, por lo que se hizo una tercera propuesta de fórmula, quedando los valores de nuevo próximos a los de CATIA pero esta vez ligeramente por debajo.
- Como conclusión final, se optó por realizar la media de las dos últimas ecuaciones propuestas, obteniendo así valores muy próximos a los deseados y, por tanto, obteniendo una fórmula válida para este problema.

REFERENCIAS

[1] Emmet Ross, VB Scripting for CATIA V5. Segunda Edición.

[2] <https://www.pferd.com/media/PDF-es/manual-de-herramientas/Herramientas-fresado-PFERD-es.pdf>

[3] <https://www.youtube.com/watch?v=ynmjwmhbpSM&t=48s>

[4] https://www.youtube.com/watch?v=uX7Hb3n4b_M

a. Piezas rectangulares con y sin isla.

<pre> Sub CATMain() Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument Dim part1 As Part Set part1 = partDocument1.Part Dim bodies1 As Bodies Set bodies1 = part1.Bodies Dim body1 As Body Set body1 = bodies1.Item("PartBody") Dim sketches1 As Sketches Set sketches1 = body1.Sketches Dim originElements1 As OriginElements Set originElements1 = part1.OriginElements Dim reference1 As Reference Set reference1 = originElements1.PlaneXY Dim sketch1 As Sketch Set sketch1 = sketches1.Add(reference1) Dim arrayOfVariantOfDouble1(8) arrayOfVariantOfDouble1(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(2) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(8) = 0# Set sketch1.Variant = sketch1 sketch1.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble1 part1.InWorkObject = sketch1 Dim factory2D1 As Factory2D Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition() Dim geometricElements1 As GeometricElements Set geometricElements1 = sketch1.GeometricElements Dim axis2D1 As Axis2D Set axis2D1 = geometricElements1.Item("AbsoluteAxis") </pre>	<pre> Dim line2D1 As Line2D Set line2D1 = axis2D1.GetItem("HDirection") line2D1.ReportName = 1 Dim line2D2 As Line2D Set line2D2 = axis2D1.GetItem("VDirection") line2D2.ReportName = 2 Dim point2D1 As Point2D Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(100#, 0#) point2D1.ReportName = 3 Dim line2D3 As Line2D Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(0#, 0#, 100#, 0#) line2D3.ReportName = 4 Dim point2D2 As Point2D Set point2D2 = axis2D1.GetItem("Origin") line2D3.StartPoint = point2D2 line2D3.EndPoint = point2D1 Dim point2D3 As Point2D Set point2D3 = factory2D1.CreatePoint(100#, 100#) point2D3.ReportName = 5 Dim line2D4 As Line2D Set line2D4 = factory2D1.CreateLine(100#, 0#, 100#, 100#) line2D4.ReportName = 6 line2D4.StartPoint = point2D1 line2D4.EndPoint = point2D3 Dim point2D4 As Point2D Set point2D4 = factory2D1.CreatePoint(0#, 100#) point2D4.ReportName = 7 Dim line2D5 As Line2D Set line2D5 = factory2D1.CreateLine(100#, 100#, 0#, 100#) </pre>
1	2

<pre> line2D5.ReportName = 8 line2D5.StartPoint = point2D3 line2D5.EndPoint = point2D4 Dim line2D6 As Line2D Set line2D6 = factory2D1.CreateLine(0#, 100#, 0#, 0#) line2D6.ReportName = 9 line2D6.StartPoint = point2D4 line2D6.EndPoint = point2D2 Dim constraints1 As Constraints Set constraints1 = sketch1.Constraints Dim reference2 As Reference Set reference2 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D3) Dim reference3 As Reference Set reference3 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint1 As Constraint Set constraint1 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference2, reference3) constraint1.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference4 As Reference Set reference4 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D5) Dim reference5 As Reference Set reference5 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint2 As Constraint Set constraint2 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference4, reference5) constraint2.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference6 As Reference Set reference6 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D4) Dim reference7 As Reference Set reference7 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint3 As Constraint Set constraint3 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference6, reference7) </pre>	<pre> constraint3.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference8 As Reference Set reference8 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D6) Dim reference9 As Reference Set reference9 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint4 As Constraint Set constraint4 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference8, reference9) constraint4.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch1.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch1 part1.Update Dim shapeFactory1 As ShapeFactory Set shapeFactory1 = part1.ShapeFactory Dim pad1 As Pad Set pad1 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch1, 20#) part1.Update Dim specsAndGeomWindow1 As SpecsAndGeomWindow Set specsAndGeomWindow1 = CATIA.ActiveWindow Dim viewer3D1 As Viewer3D Set viewer3D1 = specsAndGeomWindow1.ActiveViewer Dim viewpoint3D1 As Viewpoint3D Set viewpoint3D1 = viewer3D1.Viewpoint3D Dim reference10 As Reference Set reference10 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSur:(Face:(Brp:(Pad.1;2);None:());Cf1.1:());Pad.1_ResultOUT;Z0;G4074") Dim sketch2 As Sketch Set sketch2 = sketches1.Add(reference10) Dim arrayOfVariantOfDouble2(8) arrayOfVariantOfDouble2(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(2) = 20# arrayOfVariantOfDouble2(3) = 1# </pre>
3	4

<pre> arrayOfVariantOfDouble2(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(8) = 0# Set sketch2Variant = sketch2 sketch2Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble2 part1.InWorkObject = sketch2 Dim factory2D2 As Factory2D Set factory2D2 = sketch2.OpenEdition() Dim geometricElements2 As GeometricElements Set geometricElements2 = sketch2.GeometricElements Dim axis2D2 As Axis2D Set axis2D2 = geometricElements2.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D7 As Line2D Set line2D7 = axis2D2.GetItem("HDirection") line2D7.ReportName = 1 Dim line2D8 As Line2D Set line2D8 = axis2D2.GetItem("VDirection") line2D8.ReportName = 2 Dim point2D5 As Point2D Set point2D5 = factory2D2.CreatePoint(10#, 10#) point2D5.ReportName = 3 Dim point2D6 As Point2D Set point2D6 = factory2D2.CreatePoint(90#, 10#) point2D6.ReportName = 4 Dim line2D9 As Line2D Set line2D9 = factory2D2.CreateLine(10#, 10#, 90#, 10#) line2D9.ReportName = 5 line2D9.StartPoint = point2D5 line2D9.EndPoint = point2D6 Dim point2D7 As Point2D </pre>	<pre> Set point2D7 = factory2D2.CreatePoint(90#, 90#) point2D7.ReportName = 6 Dim line2D10 As Line2D Set line2D10 = factory2D2.CreateLine(90#, 10#, 90#, 90#) line2D10.ReportName = 7 line2D10.StartPoint = point2D6 line2D10.EndPoint = point2D7 Dim point2D8 As Point2D Set point2D8 = factory2D2.CreatePoint(10#, 90#) point2D8.ReportName = 8 Dim line2D11 As Line2D Set line2D11 = factory2D2.CreateLine(90#, 90#, 10#, 90#) line2D11.ReportName = 9 line2D11.StartPoint = point2D7 line2D11.EndPoint = point2D8 Dim line2D12 As Line2D Set line2D12 = factory2D2.CreateLine(10#, 90#, 10#, 10#) line2D12.ReportName = 10 line2D12.StartPoint = point2D8 line2D12.EndPoint = point2D5 Dim constraints2 As Constraints Set constraints2 = sketch2.Constraints Dim reference11 As Reference Set reference11 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D9) Dim reference12 As Reference Set reference12 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D7) Dim constraint5 As Constraint Set constraint5 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference11, reference12) constraint5.Mode = catCstModeDrivingDimension </pre>
5	6

<pre> Dim reference13 As Reference Set reference13 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim reference14 As Reference Set reference14 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D7) Dim constraint6 As Constraint Set constraint6 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference13, reference14) constraint6.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference15 As Reference Set reference15 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D10) Dim reference16 As Reference Set reference16 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D8) Dim constraint7 As Constraint Set constraint7 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference15, reference16) constraint7.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference17 As Reference Set reference17 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim reference18 As Reference Set reference18 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D8) Dim constraint8 As Constraint Set constraint8 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference17, reference18) constraint8.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch2.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch2 part1.Update Dim pocket1 As Pocket Set pocket1 = shapeFactory1.AddNewPocket(sketch2, 20#) Dim limit1 As Limit Set limit1 = pocket1.FirstLimit Dim length1 As Length Set length1 = limit1.Dimension </pre>	<pre> length1.Value = 15# part1.UpdateObject pocket1 part1.Update <i>De aqui al final se genera la isla</i> <i>Si queremos generar la pieza sin isla borramos todo lo de abajo menos End Sub</i> Dim reference19 As Reference Set reference19 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSur:(Face:(Brp:(Pocket.1;2);None();Cf11:());Pocket.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch3 As Sketch Set sketch3 = sketches1.Add(reference19) Dim arrayOfVariantOfDouble3(8) arrayOfVariantOfDouble3(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(2) = 5# arrayOfVariantOfDouble3(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(8) = 0# Set sketch3Variant = sketch3 sketch3Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble3 part1.InWorkObject = sketch3 Dim factory2D3 As Factory2D Set factory2D3 = sketch3.OpenEdition() Dim geometricElements3 As GeometricElements Set geometricElements3 = sketch3.GeometricElements Dim axis2D3 As Axis2D Set axis2D3 = geometricElements3.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D13 As Line2D Set line2D13 = axis2D3.GetItem("HDirection") line2D13.ReportName = 1 Dim line2D14 As Line2D Set line2D14 = axis2D3.GetItem("VDirection") </pre>
7	8

<pre> line2D14.ReportName = 2 Dim point2D9 As Point2D Set point2D9 = factory2D3.CreatePoint(40#, 40#) point2D9.ReportName = 3 Dim point2D10 As Point2D Set point2D10 = factory2D3.CreatePoint(60#, 40#) point2D10.ReportName = 4 Dim line2D15 As Line2D Set line2D15 = factory2D3.CreateLine(40#, 40#, 60#, 40#) line2D15.ReportName = 5 line2D15.StartPoint = point2D9 line2D15.EndPoint = point2D10 Dim point2D11 As Point2D Set point2D11 = factory2D3.CreatePoint(60#, 60#) point2D11.ReportName = 6 Dim line2D16 As Line2D Set line2D16 = factory2D3.CreateLine(60#, 40#, 60#, 60#) line2D16.ReportName = 7 line2D16.StartPoint = point2D10 line2D16.EndPoint = point2D11 Dim point2D12 As Point2D Set point2D12 = factory2D3.CreatePoint(40#, 60#) point2D12.ReportName = 8 Dim line2D17 As Line2D Set line2D17 = factory2D3.CreateLine(60#, 60#, 40#, 60#) line2D17.ReportName = 9 line2D17.StartPoint = point2D11 line2D17.EndPoint = point2D12 </pre>	<pre> Dim line2D18 As Line2D Set line2D18 = factory2D3.CreateLine(40#, 60#, 40#, 40#) line2D18.ReportName = 10 line2D18.StartPoint = point2D12 line2D18.EndPoint = point2D9 Dim constraints3 As Constraints Set constraints3 = sketch3.Constraints Dim reference20 As Reference Set reference20 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D15) Dim reference21 As Reference Set reference21 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D13) Dim constraint9 As Constraint Set constraint9 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference20, reference21) constraint9.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference22 As Reference Set reference22 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D17) Dim reference23 As Reference Set reference23 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D13) Dim constraint10 As Constraint Set constraint10 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference22, reference23) constraint10.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference24 As Reference Set reference24 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D16) Dim reference25 As Reference Set reference25 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D14) Dim constraint11 As Constraint Set constraint11 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference24, reference25) constraint11.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference26 As Reference Set reference26 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D18) </pre>	<pre> Dim reference27 As Reference Set reference27 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D14) Dim constraint12 As Constraint Set constraint12 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeVerticality, reference26, reference27) constraint12.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch3.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch3 part1.Update Dim pad2 As Pad Set pad2 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch3, 15#) part1.UpdateObject pad2 part1.Update End Sub </pre>
9	10	11

b. Piezas triangulares con y sin isla.

<pre> Sub CATMain() Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument Dim part1 As Part Set part1 = partDocument1.Part Dim bodies1 As Bodies Set bodies1 = part1.Bodies Dim body1 As Body Set body1 = bodies1.Item("PartBody") Dim sketches1 As Sketches Set sketches1 = body1.Sketches Dim originElements1 As OriginElements Set originElements1 = part1.OriginElements Dim reference1 As Reference Set reference1 = originElements1.PlaneXY Dim sketch1 As Sketch Set sketch1 = sketches1.Add(reference1) Dim arrayOfVariantOfDouble1(8) arrayOfVariantOfDouble1(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(2) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(8) = 0# Set sketch1.Variant = sketch1 sketch1.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble1 part1.InWorkObject = sketch1 Dim factory2D1 As Factory2D Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition() Dim geometricElements1 As GeometricElements Set geometricElements1 = sketch1.GeometricElements Dim axis2D1 As Axis2D Set axis2D1 = geometricElements1.Item("AbsoluteAxis") </pre>	<pre> Dim line2D1 As Line2D Set line2D1 = axis2D1.GetItem("HDirection") line2D1.ReportName = 1 Dim line2D2 As Line2D Set line2D2 = axis2D1.GetItem("VDirection") line2D2.ReportName = 2 Dim point2D1 As Point2D Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(150#, 0#) point2D1.ReportName = 3 Dim line2D3 As Line2D Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(0#, 0#, 150#, 0#) line2D3.ReportName = 4 Dim point2D2 As Point2D Set point2D2 = axis2D1.GetItem("Origin") line2D3.StartPoint = point2D2 line2D3.EndPoint = point2D1 Dim constraints1 As Constraints Set constraints1 = sketch1.Constraints Dim reference2 As Reference Set reference2 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D3) Dim reference3 As Reference Set reference3 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint1 As Constraint Set constraint1 = constraints1.AddBiEltCat(catCstTypeHorizontality, reference2, reference3) constraint1.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim point2D3 As Point2D Set point2D3 = factory2D1.CreatePoint(75#, 150#) point2D3.ReportName = 5 Dim line2D4 As Line2D Set line2D4 = factory2D1.CreateLine(150#, 0#, 75#, 150#) </pre>
--	---

<pre> line2D4.ReportName = 6 line2D4.StartPoint = point2D1 line2D4.EndPoint = point2D3 Dim line2D5 As Line2D Set line2D5 = factory2D1.CreateLine(75#, 150#, 0#, 0#) line2D5.ReportName = 7 line2D5.StartPoint = point2D3 line2D5.EndPoint = point2D2 sketch1.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch1 part1.Update Dim shapeFactory1 As ShapeFactory Set shapeFactory1 = part1.ShapeFactory Dim pad1 As Pad Set pad1 = shapeFactory1.AddViewPad(sketch1, 20#) part1.Update Dim specsAndGeomWindow1 As SpecsAndGeomWindow Set specsAndGeomWindow1 = CATIA.ActiveWindow Dim viewer3D1 As Viewer3D Set viewer3D1 = specsAndGeomWindow1.ActiveViewer Dim viewpoint3D1 As Viewpoint3D Set viewpoint3D1 = viewer3D1.Viewpoint3D Dim reference4 As Reference Set reference4 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSur:(Face:(Bsp:(Pad.1,2);None(0,Cfl1:0);Pad.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch2 As Sketch Set sketch2 = sketches1.Add(reference4) Dim arrayOfVariantOfDouble2(8) arrayOfVariantOfDouble2(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(1) = 0# </pre>	<pre> arrayOfVariantOfDouble2(2) = 20# arrayOfVariantOfDouble2(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(8) = 0# Set sketch2.Variant = sketch2 sketch2.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble2 part1.InWorkObject = sketch2 Dim factory2D2 As Factory2D Set factory2D2 = sketch2.OpenEdition() Dim geometricElements2 As GeometricElements Set geometricElements2 = sketch2.GeometricElements Dim axis2D2 As Axis2D Set axis2D2 = geometricElements2.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D6 As Line2D Set line2D6 = axis2D2.GetItem("HDirection") line2D6.ReportName = 1 Dim line2D7 As Line2D Set line2D7 = axis2D2.GetItem("VDirection") line2D7.ReportName = 2 Dim point2D4 As Point2D Set point2D4 = factory2D2.CreatePoint(16.18, 10#) point2D4.ReportName = 3 Dim point2D5 As Point2D Set point2D5 = factory2D2.CreatePoint(133.82, 10#) point2D5.ReportName = 4 Dim line2D8 As Line2D Set line2D8 = factory2D2.CreateLine(16.18, 10#, 133.82, 10#) line2D8.ReportName = 5 line2D8.StartPoint = point2D4 line2D8.EndPoint = point2D5 </pre>
--	---

```

Dim constraints2 As Constraints
Set constraints2 = sketch2.Constraints

Dim reference5 As Reference
Set reference5 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D8)

Dim reference6 As Reference
Set reference6 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D6)

Dim constraint2 As Constraint
Set constraint2 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference5, reference6)

constraint2.Mode = catCstModeDrivingDimension

Dim point2D6 As Point2D
Set point2D6 = factory2D2.CreatePoint(75#, 127.639)

point2D6.ReportName = 6

Dim line2D9 As Line2D
Set line2D9 = factory2D2.CreateLine(133.82, 10#, 75#, 127.639)

line2D9.ReportName = 7

line2D9.StartPoint = point2D5

line2D9.EndPoint = point2D6

Dim line2D10 As Line2D
Set line2D10 = factory2D2.CreateLine(75#, 127.639, 16.18, 10#)

line2D10.ReportName = 8

line2D10.StartPoint = point2D6

line2D10.EndPoint = point2D4

sketch2.CloseEdition

part1.InWorkObject = sketch2

part1.Update

Dim pocket1 As Pocket
Set pocket1 = shapeFactory1.AddNewPocket(sketch2, 20#)

Set viewpoint3D1 = viewer3D1.Viewpoint3D

```

5

```

Dim limit1 As Limit
Set limit1 = pocket1.FirstLimit

Dim length1 As Length
Set length1 = limit1.Dimension

length1.Value = 15#

part1.UpdateObject pocket1

part1.Update

De aqui al final se genera la isla
'Si queremos generar la pieza sin isla borramos todo lo de abajo menos End Sub

Dim reference7 As Reference
Set reference7 = part1.CreateReferenceFromName _
("Selection_RSur:(Face:(Brp:(Pocket.1;2);None();Cf1:1:0));Pocket.1_ResultOUT;Z0;G4074")

Dim sketch3 As Sketch
Set sketch3 = sketches1.Add(reference7)

Dim arrayOfVariantOfDouble3(8)
arrayOfVariantOfDouble3(0) = 0#
arrayOfVariantOfDouble3(1) = 0#
arrayOfVariantOfDouble3(2) = 5#
arrayOfVariantOfDouble3(3) = 1#
arrayOfVariantOfDouble3(4) = 0#
arrayOfVariantOfDouble3(5) = 0#
arrayOfVariantOfDouble3(6) = 0#
arrayOfVariantOfDouble3(7) = 1#
arrayOfVariantOfDouble3(8) = 0#
Set sketch3Variant = sketch3
sketch3Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble3

part1.InWorkObject = sketch3

Dim factory2D3 As Factory2D
Set factory2D3 = sketch3.OpenEdition()

Dim geometricElements3 As GeometricElements
Set geometricElements3 = sketch3.GeometricElements

Dim axis2D3 As Axis2D
Set axis2D3 = geometricElements3.Item("AbsoluteAxis")

Dim line2D11 As Line2D
Set line2D11 = axis2D3.GetItem("HDirection")

```

6

```

line2D11.ReportName = 1

Dim line2D12 As Line2D
Set line2D12 = axis2D3.GetItem("VDirection")

line2D12.ReportName = 2

Dim point2D7 As Point2D
Set point2D7 = factory2D3.CreatePoint(60#, 40#)

point2D7.ReportName = 3

Dim point2D8 As Point2D
Set point2D8 = factory2D3.CreatePoint(90#, 40#)

point2D8.ReportName = 4

Dim line2D13 As Line2D
Set line2D13 = factory2D3.CreateLine(60#, 40#, 90#, 40#)

line2D13.ReportName = 5

line2D13.StartPoint = point2D7

line2D13.EndPoint = point2D8

Dim constraints3 As Constraints
Set constraints3 = sketch3.Constraints

Dim reference8 As Reference
Set reference8 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D13)

Dim reference9 As Reference
Set reference9 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11)

Dim constraint3 As Constraint
Set constraint3 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeHorizontality, reference8, reference9)

constraint3.Mode = catCstModeDrivingDimension

Dim point2D9 As Point2D
Set point2D9 = factory2D3.CreatePoint(75#, 70#)

point2D9.ReportName = 6

Dim line2D14 As Line2D
Set line2D14 = factory2D3.CreateLine(90#, 40#, 75#, 70#)

```

7

```

line2D14.ReportName = 7

line2D14.StartPoint = point2D8

line2D14.EndPoint = point2D9

Dim line2D15 As Line2D
Set line2D15 = factory2D3.CreateLine(75#, 70#, 60#, 40#)

line2D15.ReportName = 8

line2D15.StartPoint = point2D9

line2D15.EndPoint = point2D7

sketch3.CloseEdition

part1.InWorkObject = sketch3

part1.Update

Dim pad2 As Pad
Set pad2 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch3, 15#)

part1.UpdateObject pad2

part1.Update

End Sub

```

8

c. Piezas romboidales con y sin isla.

<pre> Sub CATMain() Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument Dim part1 As Part Set part1 = partDocument1.Part Dim bodies1 As Bodies Set bodies1 = part1.Bodies Dim body1 As Body Set body1 = bodies1.Item("PartBody") Dim sketches1 As Sketches Set sketches1 = body1.Sketches Dim originElements1 As OriginElements Set originElements1 = part1.OriginElements Dim reference1 As Reference Set reference1 = originElements1.PlaneXY Dim sketch1 As Sketch Set sketch1 = sketches1.Add(reference1) Dim arrayOfVariantOfDouble1(8) arrayOfVariantOfDouble1(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(2) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(8) = 0# Set sketch1.Variant = sketch1 sketch1.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble1 part1.InWorkObject = sketch1 Dim factory2D1 As Factory2D Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition() Dim geometricElements1 As GeometricElements Set geometricElements1 = sketch1.GeometricElements Dim axis2D1 As Axis2D Set axis2D1 = geometricElements1.Item("AbsoluteAxis") </pre>	<pre> Dim line2D1 As Line2D Set line2D1 = axis2D1.GetItem("HDirection") line2D1.ReportName = 1 Dim line2D2 As Line2D Set line2D2 = axis2D1.GetItem("VDirection") line2D2.ReportName = 2 Dim point2D1 As Point2D Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(50#, 0#) point2D1.ReportName = 3 Dim constraints1 As Constraints Set constraints1 = sketch1.Constraints Dim reference2 As Reference Set reference2 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D1) Dim reference3 As Reference Set reference3 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint1 As Constraint Set constraint1 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeOn, reference2, reference3) constraint1.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim point2D2 As Point2D Set point2D2 = factory2D1.CreatePoint(100#, 100#) point2D2.ReportName = 4 Dim line2D3 As Line2D Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(50#, 0#, 100#, 100#) line2D3.ReportName = 5 line2D3.StartPoint = point2D1 line2D3.EndPoint = point2D2 Dim point2D3 As Point2D Set point2D3 = factory2D1.CreatePoint(50#, 200#) point2D3.ReportName = 6 </pre>
1	2

<pre> Dim line2D4 As Line2D Set line2D4 = factory2D1.CreateLine(100#, 100#, 50#, 200#) line2D4.ReportName = 7 line2D4.StartPoint = point2D2 line2D4.EndPoint = point2D3 Dim point2D4 As Point2D Set point2D4 = factory2D1.CreatePoint(0#, 100#) point2D4.ReportName = 8 Dim line2D5 As Line2D Set line2D5 = factory2D1.CreateLine(50#, 200#, 0#, 100#) line2D5.ReportName = 9 line2D5.StartPoint = point2D3 line2D5.EndPoint = point2D4 Dim reference4 As Reference Set reference4 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D5) Dim reference5 As Reference Set reference5 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D3) Dim constraint2 As Constraint Set constraint2 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeParallelism, reference4, reference5) constraint2.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim reference6 As Reference Set reference6 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D4) Dim reference7 As Reference Set reference7 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint3 As Constraint Set constraint3 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeOn, reference6, reference7) constraint3.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim line2D6 As Line2D Set line2D6 = factory2D1.CreateLine(0#, 100#, 50#, 0#) </pre>	<pre> line2D6.ReportName = 10 line2D6.StartPoint = point2D4 line2D6.EndPoint = point2D1 Dim reference8 As Reference Set reference8 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D6) Dim reference9 As Reference Set reference9 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D4) Dim constraint4 As Constraint Set constraint4 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeParallelism, reference8, reference9) constraint4.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch1.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch1 part1.Update Dim shapeFactory1 As ShapeFactory Set shapeFactory1 = part1.ShapeFactory Dim pad1 As Pad Set pad1 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch1, 20#) part1.Update Dim specsAndGeomWindow1 As SpecsAndGeomWindow Set specsAndGeomWindow1 = CATIA.ActiveWindow Dim viewer3D1 As Viewer3D Set viewer3D1 = specsAndGeomWindow1.ActiveViewer Dim viewpoint3D1 As Viewpoint3D Set viewpoint3D1 = viewer3D1.Viewpoint3D Dim reference10 As Reference Set reference10 = part1.CreateReferenceFromName_ ("Selection_RBar:(Face:(Bsp:(Pad.1;2);None-();Cf11;0);Pad.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch2 As Sketch Set sketch2 = sketches1.Add(reference10) Dim arrayOfVariantOfDouble2(8) </pre>
3	4

<pre> arrayOfVariantOfDouble2(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(2) = 20# arrayOfVariantOfDouble2(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(8) = 0# Set sketch2Variant = sketch2 sketch2Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble2 part1.InWorkObject = sketch2 Dim factory2D2 As Factory2D Set factory2D2 = sketch2.OpenEdition() Dim geometricElements2 As GeometricElements Set geometricElements2 = sketch2.GeometricElements Dim axis2D2 As Axis2D Set axis2D2 = geometricElements2.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D7 As Line2D Set line2D7 = axis2D2.GetItem("HDirection") line2D7.ReportName = 1 Dim line2D8 As Line2D Set line2D8 = axis2D2.GetItem("VDirection") line2D8.ReportName = 2 Dim point2D5 As Point2D Set point2D5 = factory2D2.CreatePoint(50#, 20#) point2D5.ReportName = 3 Dim point2D6 As Point2D Set point2D6 = factory2D2.CreatePoint(90#, 100#) point2D6.ReportName = 4 Dim line2D9 As Line2D Set line2D9 = factory2D2.CreateLine(50#, 20#, 90#, 100#) line2D9.ReportName = 5 line2D9.StartPoint = point2D5 </pre>	<pre> line2D9.EndPoint = point2D6 Dim point2D7 As Point2D Set point2D7 = factory2D2.CreatePoint(50#, 180#) point2D7.ReportName = 6 Dim line2D10 As Line2D Set line2D10 = factory2D2.CreateLine(90#, 100#, 50#, 180#) line2D10.ReportName = 7 line2D10.StartPoint = point2D6 line2D10.EndPoint = point2D7 Dim point2D8 As Point2D Set point2D8 = factory2D2.CreatePoint(10#, 100#) point2D8.ReportName = 8 Dim line2D11 As Line2D Set line2D11 = factory2D2.CreateLine(50#, 180#, 10#, 100#) line2D11.ReportName = 9 line2D11.StartPoint = point2D7 line2D11.EndPoint = point2D8 Dim line2D12 As Line2D Set line2D12 = factory2D2.CreateLine(10#, 100#, 50#, 20#) line2D12.ReportName = 10 line2D12.StartPoint = point2D8 line2D12.EndPoint = point2D5 sketch2.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch2 part1.Update Dim pocket1 As Pocket Set pocket1 = shapeFactory1.AddNewPocket(sketch2, 20#) </pre>	<pre> Dim limit1 As Limit Set limit1 = pocket1.FirstLimit Dim length1 As Length Set length1 = limit1.Dimension length1.Value = 15# part1.UpdateObject pocket1 part1.Update 'De aqui al final se genera la isla 'Si queremos generar la pieza sin isla borramos todo lo de abajo menos End Sub Dim reference11 As Reference Set reference11 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSur:(Face:(Brp:(Pocket.1;2);None();Cf11:());Pocket.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch3 As Sketch Set sketch3 = sketches1.Add(reference11) Dim arrayOfVariantOfDouble3(8) arrayOfVariantOfDouble3(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(2) = 5# arrayOfVariantOfDouble3(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(8) = 0# Set sketch3Variant = sketch3 sketch3Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble3 part1.InWorkObject = sketch3 Dim factory2D3 As Factory2D Set factory2D3 = sketch3.OpenEdition() Dim geometricElements3 As GeometricElements Set geometricElements3 = sketch3.GeometricElements Dim axis2D3 As Axis2D Set axis2D3 = geometricElements3.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D13 As Line2D Set line2D13 = axis2D3.GetItem("HDirection") </pre>
5	6	7

<pre> line2D13.ReportName = 1 Dim line2D14 As Line2D Set line2D14 = axis2D3.GetItem("VDirection") line2D14.ReportName = 2 Dim point2D9 As Point2D Set point2D9 = factory2D3.CreatePoint(50#, 80#) point2D9.ReportName = 3 Dim point2D10 As Point2D Set point2D10 = factory2D3.CreatePoint(60#, 100#) point2D10.ReportName = 4 Dim line2D15 As Line2D Set line2D15 = factory2D3.CreateLine(50#, 80#, 60#, 100#) line2D15.ReportName = 5 line2D15.StartPoint = point2D9 line2D15.EndPoint = point2D10 Dim point2D11 As Point2D Set point2D11 = factory2D3.CreatePoint(50#, 120#) point2D11.ReportName = 6 Dim line2D16 As Line2D Set line2D16 = factory2D3.CreateLine(60#, 100#, 50#, 120#) line2D16.ReportName = 7 line2D16.StartPoint = point2D10 line2D16.EndPoint = point2D11 Dim point2D12 As Point2D Set point2D12 = factory2D3.CreatePoint(40#, 100#) point2D12.ReportName = 8 Dim line2D17 As Line2D Set line2D17 = factory2D3.CreateLine(50#, 120#, 40#, 100#) </pre>	<pre> line2D17.ReportName = 9 line2D17.StartPoint = point2D11 line2D17.EndPoint = point2D12 Dim constraints2 As Constraints Set constraints2 = sketch3.Constraints Dim reference12 As Reference Set reference12 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D17) Dim reference13 As Reference Set reference13 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D15) Dim constraint5 As Constraint Set constraint5 = constraints2.AddBiElitCst(catCstTypeParallelism, reference12, reference13) constraint5.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim line2D18 As Line2D Set line2D18 = factory2D3.CreateLine(40#, 100#, 50#, 80#) line2D18.ReportName = 10 line2D18.StartPoint = point2D12 line2D18.EndPoint = point2D9 Dim reference14 As Reference Set reference14 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D18) Dim reference15 As Reference Set reference15 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D16) Dim constraint6 As Constraint Set constraint6 = constraints2.AddBiElitCst(catCstTypeParallelism, reference14, reference15) constraint6.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch3.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch3 date } As Pad = shapeFactory1.AddNewPad(sketch3, 15#) </pre>	<pre> part1.UpdateObject pad2 part1.Update Set viewpoint3D1 = viewer3D1.Viewpoint3D End Sub </pre>
8	9	10

d. Piezas octogonales con y sin isla.

<pre> Sub CATMain() Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument Dim part1 As Part Set part1 = partDocument1.Part Dim bodies1 As Bodies Set bodies1 = part1.Bodies Dim body1 As Body Set body1 = bodies1.Item("PartBody") Dim sketches1 As Sketches Set sketches1 = body1.Sketches Dim originElements1 As OriginElements Set originElements1 = part1.OriginElements Dim reference1 As Reference Set reference1 = originElements1.PlaneXY Dim sketch1 As Sketch Set sketch1 = sketches1.Add(reference1) Dim arrayOfVariantOfDouble1(8) arrayOfVariantOfDouble1(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(2) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(8) = 0# Set sketch1.Variant = sketch1 sketch1.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfD part1.InWorkObject = sketch1 Dim factory2D1 As Factory2D Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition() Dim geometricElements1 As GeometricElements Set geometricElements1 = sketch1.GeometricElements Dim axis2D1 As Axis2D Set axis2D1 = geometricElements1.Item("AbsoluteAxis") </pre>	<pre> Dim line2D1 As Line2D Set line2D1 = axis2D1.GetItem("HDirection") line2D1.ReportName = 1 Dim line2D2 As Line2D Set line2D2 = axis2D1.GetItem("VDirection") line2D2.ReportName = 2 Dim point2D1 As Point2D Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(30#, 0#) point2D1.ReportName = 3 Dim constraints1 As Constraints Set constraints1 = sketch1.Constraints Dim reference2 As Reference Set reference2 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D1) Dim reference3 As Reference Set reference3 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint1 As Constraint Set constraint1 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference2, ref constraint1.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length1 As Length Set length1 = constraint1.Dimension length1.Value = 30# Dim reference4 As Reference Set reference4 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D1) Dim reference5 As Reference Set reference5 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint2 As Constraint Set constraint2 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference4, ref constraint2.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length2 As Length Set length2 = constraint2.Dimension </pre>	<pre> length2.Value = 0# Dim point2D2 As Point2D Set point2D2 = factory2D1.CreatePoint(70#, 0#) point2D2.ReportName = 4 Dim line2D3 As Line2D Set line2D3 = factory2D1.CreateLine(30#, 0#, 70#, 0#) line2D3.ReportName = 5 line2D3.StartPoint = point2D1 line2D3.EndPoint = point2D2 Dim reference6 As Reference Set reference6 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D2) Dim reference7 As Reference Set reference7 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint3 As Constraint Set constraint3 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference6, ref constraint3.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length3 As Length Set length3 = constraint3.Dimension length3.Value = 0# Dim point2D3 As Point2D Set point2D3 = factory2D1.CreatePoint(98.284, 28.284) point2D3.ReportName = 6 Dim line2D4 As Line2D Set line2D4 = factory2D1.CreateLine(70#, 0#, 98.284, 28.284) line2D4.ReportName = 7 line2D4.StartPoint = point2D2 line2D4.EndPoint = point2D3 Dim reference8 As Reference Set reference8 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D3) </pre>
--	---	--

<pre> Dim reference9 As Reference Set reference9 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint4 As Constraint Set constraint4 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference8, ref constraint4.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length4 As Length Set length4 = constraint4.Dimension length4.Value = 98.284 Dim reference10 As Reference Set reference10 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D3) Dim reference11 As Reference Set reference11 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint5 As Constraint Set constraint5 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference10, ref constraint5.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length5 As Length Set length5 = constraint5.Dimension length5.Value = 28.284 Dim point2D4 As Point2D Set point2D4 = factory2D1.CreatePoint(98.284, 68.284) point2D4.ReportName = 8 Dim line2D5 As Line2D Set line2D5 = factory2D1.CreateLine(98.284, 28.284, 98.284, 68.284) line2D5.ReportName = 9 line2D5.StartPoint = point2D3 line2D5.EndPoint = point2D4 Dim reference12 As Reference Set reference12 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D4) Dim reference13 As Reference Set reference13 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) </pre>	<pre> Dim constraint6 As Constraint Set constraint6 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference12, ref constraint6.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length6 As Length Set length6 = constraint6.Dimension length6.Value = 98.284 Dim reference14 As Reference Set reference14 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D4) Dim reference15 As Reference Set reference15 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint7 As Constraint Set constraint7 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference14, ref constraint7.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length7 As Length Set length7 = constraint7.Dimension length7.Value = 68.284 Dim point2D5 As Point2D Set point2D5 = factory2D1.CreatePoint(70#, 96.569) point2D5.ReportName = 10 Dim line2D6 As Line2D Set line2D6 = factory2D1.CreateLine(98.284, 68.284, 70#, 96.569) line2D6.ReportName = 11 line2D6.StartPoint = point2D4 line2D6.EndPoint = point2D5 Dim reference16 As Reference Set reference16 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D5) Dim reference17 As Reference Set reference17 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint8 As Constraint Set constraint8 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference16, ref </pre>	<pre> constraint8.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length8 As Length Set length8 = constraint8.Dimension length8.Value = 70# Dim reference18 As Reference Set reference18 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D5) Dim reference19 As Reference Set reference19 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint9 As Constraint Set constraint9 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference18, ref constraint9.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length9 As Length Set length9 = constraint9.Dimension length9.Value = 96.569 Dim point2D6 As Point2D Set point2D6 = factory2D1.CreatePoint(30#, 96.569) point2D6.ReportName = 12 Dim line2D7 As Line2D Set line2D7 = factory2D1.CreateLine(70#, 96.569, 30#, 96.569) line2D7.ReportName = 13 line2D7.StartPoint = point2D5 line2D7.EndPoint = point2D6 Dim reference20 As Reference Set reference20 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D6) Dim reference21 As Reference Set reference21 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint10 As Constraint Set constraint10 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference20, ref constraint10.Mode = catCstModeDrivingDimension </pre>
--	---	--

<pre> Dim length10 As Length Set length10 = constraint10.Dimension length10.Value = 30# Dim reference22 As Reference Set reference22 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D6) Dim reference23 As Reference Set reference23 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint11 As Constraint Set constraint11 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference22, refer constraint11.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length11 As Length Set length11 = constraint11.Dimension length11.Value = 96.569 Dim point2D7 As Point2D Set point2D7 = factory2D1.CreatePoint(1.716, 68.284) point2D7.ReportName = 14 Dim line2D8 As Line2D Set line2D8 = factory2D1.CreateLine(30#, 96.569, 1.716, 68.284) line2D8.ReportName = 15 line2D8.StartPoint = point2D6 line2D8.EndPoint = point2D7 Dim reference24 As Reference Set reference24 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D7) Dim reference25 As Reference Set reference25 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint12 As Constraint Set constraint12 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference24, refer constraint12.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length12 As Length Set length12 = constraint12.Dimension </pre>	<pre> length12.Value = 1.716 Dim reference26 As Reference Set reference26 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D7) Dim reference27 As Reference Set reference27 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint13 As Constraint Set constraint13 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference26, refer constraint13.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length13 As Length Set length13 = constraint13.Dimension length13.Value = 68.284 Dim point2D8 As Point2D Set point2D8 = factory2D1.CreatePoint(1.716, 28.284) point2D8.ReportName = 16 Dim line2D9 As Line2D Set line2D9 = factory2D1.CreateLine(1.716, 68.284, 1.716, 28.284) line2D9.ReportName = 17 line2D9.StartPoint = point2D7 line2D9.EndPoint = point2D8 Dim reference28 As Reference Set reference28 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D8) Dim reference29 As Reference Set reference29 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D2) Dim constraint14 As Constraint Set constraint14 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference28, refer constraint14.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length14 As Length Set length14 = constraint14.Dimension length14.Value = 1.716 </pre>	<pre> Dim reference30 As Reference Set reference30 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D8) Dim reference31 As Reference Set reference31 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D1) Dim constraint15 As Constraint Set constraint15 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference30, reference3 constraint15.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length15 As Length Set length15 = constraint15.Dimension length15.Value = 28.284 Dim line2D10 As Line2D Set line2D10 = factory2D1.CreateLine(1.716, 28.284, 30#, 0#) line2D10.ReportName = 18 line2D10.StartPoint = point2D8 line2D10.EndPoint = point2D1 Dim reference32 As Reference Set reference32 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D10) Dim reference33 As Reference Set reference33 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D4) Dim constraint16 As Constraint Set constraint16 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypePerpendicularity, reference32, refer constraint16.Mode = catCstModeDrivingDimension sketch1.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch1 part1.Update Dim shapeFactory1 As ShapeFactory Set shapeFactory1 = part1.ShapeFactory Dim pad1 As Pad Set pad1 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch1, 20#) </pre>
7	8	9

<pre> part1.Update Dim reference34 As Reference Set reference34 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_R3ur.Face(Drp.(Pad.1.2):None();Ct11.0);Pad.1_ResultOUT.ZO;G Dim sketch2 As Sketch Set sketch2 = sketch1.Add(reference34) Dim arrayOfVariantOfDouble2(8) arrayOfVariantOfDouble2(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(2) = 20# arrayOfVariantOfDouble2(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(8) = 0# Set sketch2Variant = sketch2 sketch2Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble2 part1.InWorkObject = sketch2 Dim factory2D2 As Factory2D Set factory2D2 = sketch2.OpenEdition() Dim geometricElements2 As GeometricElements Set geometricElements2 = sketch2.GeometricElements Dim axis2D2 As Axis2D Set axis2D2 = geometricElements2.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D11 As Line2D Set line2D11 = axis2D2.GetItem("HDirection") line2D11.ReportName = 1 Dim line2D12 As Line2D Set line2D12 = axis2D2.GetItem("VDirection") line2D12.ReportName = 2 Dim point2D9 As Point2D Set point2D9 = factory2D2.CreatePoint(34.142, 10#) point2D9.ReportName = 3 </pre>	<pre> Dim constraints2 As Constraints Set constraints2 = sketch2.Constraints Dim reference35 As Reference Set reference35 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D9) Dim reference36 As Reference Set reference36 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim constraint17 As Constraint Set constraint17 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference35, refer constraint17.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length16 As Length Set length16 = constraint17.Dimension length16.Value = 34.142 Dim reference37 As Reference Set reference37 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D9) Dim reference38 As Reference Set reference38 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint18 As Constraint Set constraint18 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference37, refer constraint18.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length17 As Length Set length17 = constraint18.Dimension length17.Value = 10# Dim point2D10 As Point2D Set point2D10 = factory2D2.CreatePoint(65.858, 10#) point2D10.ReportName = 4 Dim line2D13 As Line2D Set line2D13 = factory2D2.CreateLine(34.142, 10#, 65.858, 10#) line2D13.ReportName = 5 line2D13.StartPoint = point2D9 line2D13.EndPoint = point2D10 </pre>	<pre> Dim reference39 As Reference Set reference39 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D10) Dim reference40 As Reference Set reference40 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim constraint19 As Constraint Set constraint19 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference39, refer constraint19.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length18 As Length Set length18 = constraint19.Dimension length18.Value = 65.858 Dim reference41 As Reference Set reference41 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D10) Dim reference42 As Reference Set reference42 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint20 As Constraint Set constraint20 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference41, refer constraint20.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length19 As Length Set length19 = constraint20.Dimension length19.Value = 10# Dim point2D11 As Point2D Set point2D11 = factory2D2.CreatePoint(88.284, 32.426) point2D11.ReportName = 6 Dim line2D14 As Line2D Set line2D14 = factory2D2.CreateLine(65.858, 10#, 88.284, 32.426) line2D14.ReportName = 7 line2D14.StartPoint = point2D10 line2D14.EndPoint = point2D11 Dim reference43 As Reference Set reference43 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D11) </pre>
10	11	12

<pre> Dim reference44 As Reference Set reference44 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim constraint21 As Constraint Set constraint21 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference43, r constraint21.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length20 As Length Set length20 = constraint21.Dimension length20.Value = 88.284 Dim reference45 As Reference Set reference45 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D11) Dim reference46 As Reference Set reference46 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint22 As Constraint Set constraint22 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference45, r constraint22.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length21 As Length Set length21 = constraint22.Dimension length21.Value = 32.426 Dim point2D12 As Point2D Set point2D12 = factory2D2.CreatePoint(88.284, 64.142) point2D12.ReportName = 8 Dim line2D15 As Line2D Set line2D15 = factory2D2.CreateLine(88.284, 32.426, 88.284, 64.142) line2D15.ReportName = 9 line2D15.StartPoint = point2D11 line2D15.EndPoint = point2D12 Dim reference47 As Reference Set reference47 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D12) Dim reference48 As Reference Set reference48 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) </pre>	<pre> Dim constraint23 As Constraint Set constraint23 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference47, r constraint23.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length22 As Length Set length22 = constraint23.Dimension length22.Value = 88.284 Dim reference49 As Reference Set reference49 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D12) Dim reference50 As Reference Set reference50 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint24 As Constraint Set constraint24 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference49, r constraint24.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length23 As Length Set length23 = constraint24.Dimension length23.Value = 64.142 Dim point2D13 As Point2D Set point2D13 = factory2D2.CreatePoint(65.858, 86.569) point2D13.ReportName = 10 Dim line2D16 As Line2D Set line2D16 = factory2D2.CreateLine(88.284, 64.142, 65.858, 86.569) line2D16.ReportName = 11 line2D16.StartPoint = point2D12 line2D16.EndPoint = point2D13 Dim reference51 As Reference Set reference51 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D13) Dim reference52 As Reference Set reference52 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) 13 constraint25 As Constraint Set constraint25 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference51, r </pre>	<pre> constraint25.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length24 As Length Set length24 = constraint25.Dimension length24.Value = 65.858 Dim reference53 As Reference Set reference53 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D13) Dim reference54 As Reference Set reference54 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint26 As Constraint Set constraint26 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference53, r constraint26.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length25 As Length Set length25 = constraint26.Dimension length25.Value = 86.569 Dim point2D14 As Point2D Set point2D14 = factory2D2.CreatePoint(34.142, 86.569) point2D14.ReportName = 12 Dim line2D17 As Line2D Set line2D17 = factory2D2.CreateLine(65.858, 86.569, 34.142, 86.569) line2D17.ReportName = 13 line2D17.StartPoint = point2D13 line2D17.EndPoint = point2D14 Dim reference55 As Reference Set reference55 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D14) Dim reference56 As Reference Set reference56 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) 14 constraint27 As Constraint Set constraint27 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference55, r constraint27.Mode = catCstModeDrivingDimension </pre>
--	--	---

<pre> Dim length26 As Length Set length26 = constraint27.Dimension length26.Value = 34.142 Dim reference57 As Reference Set reference57 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D14) Dim reference58 As Reference Set reference58 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint28 As Constraint Set constraint28 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference57, r constraint28.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length27 As Length Set length27 = constraint28.Dimension length27.Value = 86.569 Dim point2D15 As Point2D Set point2D15 = factory2D2.CreatePoint(11.716, 64.142) point2D15.ReportName = 14 Dim line2D18 As Line2D Set line2D18 = factory2D2.CreateLine(34.142, 86.569, 11.716, 64.142) line2D18.ReportName = 15 line2D18.StartPoint = point2D14 line2D18.EndPoint = point2D15 Dim reference59 As Reference Set reference59 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D15) Dim reference60 As Reference Set reference60 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim constraint29 As Constraint Set constraint29 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference59, r constraint29.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length28 As Length Set length28 = constraint29.Dimension </pre>	<pre> length28.Value = 11.716 Dim reference61 As Reference Set reference61 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D15) Dim reference62 As Reference Set reference62 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint30 As Constraint Set constraint30 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference61, r constraint30.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length29 As Length Set length29 = constraint30.Dimension length29.Value = 64.142 Dim point2D16 As Point2D Set point2D16 = factory2D2.CreatePoint(11.716, 32.426) point2D16.ReportName = 16 Dim line2D19 As Line2D Set line2D19 = factory2D2.CreateLine(11.716, 64.142, 11.716, 32.426) line2D19.ReportName = 17 line2D19.StartPoint = point2D15 line2D19.EndPoint = point2D16 Dim reference63 As Reference Set reference63 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D16) Dim reference64 As Reference Set reference64 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D12) Dim constraint31 As Constraint Set constraint31 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference63, r constraint31.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length30 As Length Set length30 = constraint31.Dimension length30.Value = 11.716 </pre>	<pre> Dim reference65 As Reference Set reference65 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D16) Dim reference66 As Reference Set reference66 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D11) Dim constraint32 As Constraint Set constraint32 = constraints2.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference65, r constraint32.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length31 As Length Set length31 = constraint32.Dimension length31.Value = 32.426 Dim line2D20 As Line2D Set line2D20 = factory2D2.CreateLine(11.716, 32.426, 34.142, 10#) line2D20.ReportName = 18 line2D20.StartPoint = point2D16 line2D20.EndPoint = point2D9 sketch2.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch2 part1.Update Dim pocket1 As Pocket Set pocket1 = shapeFactory1.AddNewPocket(sketch2, 20#) Dim limit1 As Limit Set limit1 = pocket1.FirstLimit Dim length32 As Length Set length32 = limit1.Dimension length32.Value = 15# part1.UpdateObject pocket1 part1.Update </pre>
--	---	--

<pre> Dim reference67 As Reference Set reference67 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSur.(Face.(Brep.(Pocket.1.2);None();Cf1.1.0);Pocket.1_ResultOUT;Z0 Dim sketch3 As Sketch Set sketch3 = sketches1.Add(reference67) Dim arrayOfVariantOfDouble3(8) arrayOfVariantOfDouble3(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(2) = 5# arrayOfVariantOfDouble3(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(8) = 0# Set sketch3.Variant = sketch3 sketch3.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble3 part1.InWorkObject = sketch3 Dim factory2D3 As Factory2D Set factory2D3 = sketch3.OpenEdition() Dim geometricElements3 As GeometricElements Set geometricElements3 = sketch3.GeometricElements Dim axis2D3 As Axis2D Set axis2D3 = geometricElements3.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D21 As Line2D Set line2D21 = axis2D3.GetItem("HDirection") line2D21.ReportName = 1 Dim line2D22 As Line2D Set line2D22 = axis2D3.GetItem("VDirection") line2D22.ReportName = 2 Dim point2D17 As Point2D Set point2D17 = factory2D3.CreatePoint(46.173, 39.046) point2D17.ReportName = 3 Dim constraints3 As Constraints Set constraints3 = sketch3.Constraints </pre>	<pre> Dim reference68 As Reference Set reference68 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D17) Dim reference69 As Reference Set reference69 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint33 As Constraint Set constraint33 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference68, ref constraint33.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length33 As Length Set length33 = constraint33.Dimension length33.Value = 46.173 Dim reference70 As Reference Set reference70 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D17) Dim reference71 As Reference Set reference71 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint34 As Constraint Set constraint34 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference70, ref constraint34.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length34 As Length Set length34 = constraint34.Dimension length34.Value = 39.046 Dim point2D18 As Point2D Set point2D18 = factory2D3.CreatePoint(53.827, 39.046) point2D18.ReportName = 4 Dim line2D23 As Line2D Set line2D23 = factory2D3.CreateLine(46.173, 39.046, 53.827, 39.046) line2D23.ReportName = 5 line2D23.StartPoint = point2D17 line2D23.EndPoint = point2D18 Dim reference72 As Reference Set reference72 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D18) </pre>	<pre> Dim reference73 As Reference Set reference73 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint35 As Constraint Set constraint35 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference72, ref constraint35.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length35 As Length Set length35 = constraint35.Dimension length35.Value = 53.827 Dim reference74 As Reference Set reference74 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D18) Dim reference75 As Reference Set reference75 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint36 As Constraint Set constraint36 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference74, ref constraint36.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length36 As Length Set length36 = constraint36.Dimension length36.Value = 39.046 Dim point2D19 As Point2D Set point2D19 = factory2D3.CreatePoint(59.239, 44.457) point2D19.ReportName = 6 Dim line2D24 As Line2D Set line2D24 = factory2D3.CreateLine(53.827, 39.046, 59.239, 44.457) line2D24.ReportName = 7 line2D24.StartPoint = point2D18 line2D24.EndPoint = point2D19 Dim reference76 As Reference Set reference76 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D19) Dim reference77 As Reference Set reference77 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) </pre>
19	20	21

<pre> Dim constraint37 As Constraint Set constraint37 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference76, ref constraint37.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length37 As Length Set length37 = constraint37.Dimension length37.Value = 59.239 Dim reference78 As Reference Set reference78 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D19) Dim reference79 As Reference Set reference79 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint38 As Constraint Set constraint38 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference78, ref constraint38.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length38 As Length Set length38 = constraint38.Dimension length38.Value = 44.457 Dim point2D20 As Point2D Set point2D20 = factory2D3.CreatePoint(59.239, 52.111) point2D20.ReportName = 8 Dim line2D25 As Line2D Set line2D25 = factory2D3.CreateLine(59.239, 44.457, 59.239, 52.111) line2D25.ReportName = 9 line2D25.StartPoint = point2D19 line2D25.EndPoint = point2D20 Dim reference80 As Reference Set reference80 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D20) Dim reference81 As Reference Set reference81 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint39 As Constraint Set constraint39 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference80, ref </pre>	<pre> constraint39.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length39 As Length Set length39 = constraint39.Dimension length39.Value = 59.239 Dim reference82 As Reference Set reference82 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D20) Dim reference83 As Reference Set reference83 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint40 As Constraint Set constraint40 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference82, ref constraint40.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length40 As Length Set length40 = constraint40.Dimension length40.Value = 52.111 Dim point2D21 As Point2D Set point2D21 = factory2D3.CreatePoint(53.827, 57.523) point2D21.ReportName = 10 Dim line2D26 As Line2D Set line2D26 = factory2D3.CreateLine(59.239, 52.111, 53.827, 57.523) line2D26.ReportName = 11 line2D26.StartPoint = point2D20 line2D26.EndPoint = point2D21 Dim reference84 As Reference Set reference84 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D21) Dim reference85 As Reference Set reference85 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint41 As Constraint Set constraint41 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference84, ref constraint41.Mode = catCstModeDrivingDimension </pre>	<pre> Dim length41 As Length Set length41 = constraint41.Dimension length41.Value = 53.827 Dim reference86 As Reference Set reference86 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D21) Dim reference87 As Reference Set reference87 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint42 As Constraint Set constraint42 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference86, ref constraint42.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length42 As Length Set length42 = constraint42.Dimension length42.Value = 57.523 Dim point2D22 As Point2D Set point2D22 = factory2D3.CreatePoint(46.173, 57.523) point2D22.ReportName = 12 Dim line2D27 As Line2D Set line2D27 = factory2D3.CreateLine(53.827, 57.523, 46.173, 57.523) line2D27.ReportName = 13 line2D27.StartPoint = point2D21 line2D27.EndPoint = point2D22 Dim reference88 As Reference Set reference88 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D22) Dim reference89 As Reference Set reference89 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint43 As Constraint Set constraint43 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference88, ref constraint43.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length43 As Length Set length43 = constraint43.Dimension </pre>
22	23	24

<pre> length43.Value = 46.173 Dim reference90 As Reference Set reference90 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D22) Dim reference91 As Reference Set reference91 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint44 As Constraint Set constraint44 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference90, reference91) constraint44.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length44 As Length Set length44 = constraint44.Dimension length44.Value = 57.523 Dim point2D23 As Point2D Set point2D23 = factory2D3.CreatePoint(40.761, 52.111) point2D23.ReportName = 14 Dim line2D28 As Line2D Set line2D28 = factory2D3.CreateLine(46.173, 57.523, 40.761, 52.111) line2D28.ReportName = 15 line2D28.StartPoint = point2D22 line2D28.EndPoint = point2D23 Dim reference92 As Reference Set reference92 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D23) Dim reference93 As Reference Set reference93 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint45 As Constraint Set constraint45 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference92, reference93) constraint45.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length45 As Length Set length45 = constraint45.Dimension length45.Value = 40.761 </pre>	<pre> Dim reference94 As Reference Set reference94 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D23) Dim reference95 As Reference Set reference95 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint46 As Constraint Set constraint46 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference94, reference95) constraint46.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length46 As Length Set length46 = constraint46.Dimension length46.Value = 52.111 Dim point2D24 As Point2D Set point2D24 = factory2D3.CreatePoint(40.761, 44.457) point2D24.ReportName = 16 Dim line2D29 As Line2D Set line2D29 = factory2D3.CreateLine(40.761, 52.111, 40.761, 44.457) line2D29.ReportName = 17 line2D29.StartPoint = point2D23 line2D29.EndPoint = point2D24 Dim reference96 As Reference Set reference96 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D24) Dim reference97 As Reference Set reference97 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D22) Dim constraint47 As Constraint Set constraint47 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference96, reference97) constraint47.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length47 As Length Set length47 = constraint47.Dimension len 25 i = 40.761 Di 98 As Reference Set 8 = part1.CreateReferenceFromObject(point2D24) </pre>
--	---

<pre> Dim reference99 As Reference Set reference99 = part1.CreateReferenceFromObject(line2D21) Dim constraint48 As Constraint Set constraint48 = constraints3.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference98, reference99) constraint48.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length48 As Length Set length48 = constraint48.Dimension length48.Value = 44.457 Dim line2D30 As Line2D Set line2D30 = factory2D3.CreateLine(40.761, 44.457, 46.173, 39.046) line2D30.ReportName = 18 line2D30.StartPoint = point2D24 line2D30.EndPoint = point2D17 sketch3.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch3 part1.Update Dim pad2 As Pad Set pad2 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch3, 15#) part1.Update End Sub </pre>	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">27</div>
---	--

e. Piezas circulares con y sin isla.

<pre> Sub CATMain() Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument Dim part1 As Part Set part1 = partDocument1.Part Dim bodies1 As Bodies Set bodies1 = part1.Bodies Dim body1 As Body Set body1 = bodies1.Item("PartBody") Dim sketches1 As Sketches Set sketches1 = body1.Sketches Dim originElements1 As OriginElements Set originElements1 = part1.OriginElements Dim reference1 As Reference Set reference1 = originElements1.PlaneXY Dim sketch1 As Sketch Set sketch1 = sketches1.Add(reference1) Dim arrayOfVariantOfDouble1(8) arrayOfVariantOfDouble1(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(2) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble1(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble1(8) = 0# Set sketch1.Variant = sketch1 sketch1.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble1 part1.InWorkObject = sketch1 Dim factory2D1 As Factory2D Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition() Dim geometricElements1 As GeometricElements Set geometricElements1 = sketch1.GeometricElements Dim axis2D1 As Axis2D Set axis2D1 = geometricElements1.Item("AbsoluteAxis") </pre>	<pre> Dim line2D1 As Line2D Set line2D1 = axis2D1.GetItem("HDirection") line2D1.ReportName = 1 Dim line2D2 As Line2D Set line2D2 = axis2D1.GetItem("VDirection") line2D2.ReportName = 2 Dim point2D1 As Point2D Set point2D1 = factory2D1.CreatePoint(50#, 50#) point2D1.ReportName = 3 Dim circle2D1 As Circle2D Set circle2D1 = factory2D1.CreateClosedCircle(50#, 50#, 50#) circle2D1.CenterPoint = point2D1 circle2D1.ReportName = 4 sketch1.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch1 part1.Update Dim shapeFactory1 As ShapeFactory Set shapeFactory1 = part1.ShapeFactory Dim pad1 As Pad Set pad1 = shapeFactory1.AddNew=Pad(sketch1, 20#) part1.Update Dim reference2 As Reference Set reference2 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSUr:(Face:(Brp:(Pad.1;2);None:();Cf11:());Pad.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch2 As Sketch Set sketch2 = sketches1.Add(reference2) Dim arrayOfVariantOfDouble2(8) arrayOfVariantOfDouble2(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(2) = 20# arrayOfVariantOfDouble2(3) = 1# </pre>
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">1</div>	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">2</div>

<pre> arrayOfVariantOfDouble2(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble2(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble2(8) = 0# Set sketch2.Variant = sketch2 sketch2.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble2 part1.InWorkObject = sketch2 Dim factory2D2 As Factory2D Set factory2D2 = sketch2.OpenEdition() Dim geometricElements2 As GeometricElements Set geometricElements2 = sketch2.GeometricElements Dim axis2D2 As Axis2D Set axis2D2 = geometricElements2.Item("AbsoluteAxis") Dim line2D3 As Line2D Set line2D3 = axis2D2.GetItem("HDirection") line2D3.ReportName = 1 Dim line2D4 As Line2D Set line2D4 = axis2D2.GetItem("VDirection") line2D4.ReportName = 2 Dim point2D2 As Point2D Set point2D2 = factory2D2.CreatePoint(50#, 50#) point2D2.ReportName = 3 Dim circle2D2 As Circle2D Set circle2D2 = factory2D2.CreateClosedCircle(50#, 50#, 40#) circle2D2.CenterPoint = point2D2 circle2D2.ReportName = 4 Dim constraints1 As Constraints Set constraints1 = sketch2.Constraints Dim reference3 As Reference Set reference3 = part1.CreateReferenceFromObject(circle2D2) Dim constraint1 As Constraint Set constraint1 = constraints1.AddMonoElitCst(catCstTypeRadius, reference3) </pre>	<pre> constraint1.Mode = catCstModeDrivingDimension Dim length1 As Length Set length1 = constraint1.Dimension length1.Value = 40# sketch2.CloseEdition part1.InWorkObject = sketch2 part1.Update Dim pocket1 As Pocket Set pocket1 = shapeFactory1.AddNew=Pocket(sketch2, 20#) Dim limit1 As Limit Set limit1 = pocket1.FirstLimit Dim length2 As Length Set length2 = limit1.Dimension length2.Value = 15# part1.Update 'De aqui al final se genera la isla 'Si queremos generar la pieza sin isla borramos todo lo de abajo menos End Sub Dim reference4 As Reference Set reference4 = part1.CreateReferenceFromName _ ("Selection_RSUr:(Face:(Brp:(Pocket.1;2);None:();Cf11:());Pocket.1_ResultOUT;Z0;G4074)") Dim sketch3 As Sketch Set sketch3 = sketches1.Add(reference4) Dim arrayOfVariantOfDouble3(8) arrayOfVariantOfDouble3(0) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(1) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(2) = 5# arrayOfVariantOfDouble3(3) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(4) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(5) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(6) = 0# arrayOfVariantOfDouble3(7) = 1# arrayOfVariantOfDouble3(8) = 0# Set sketch3.Variant = sketch3 sketch3.Variant.SetAbsoluteAxisData arrayOfVariantOfDouble3 </pre>
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">4</div>

```
part1.InWorkObject = sketch3

Dim factory2D3 As Factory2D
Set factory2D3 = sketch3.OpenEdition()

Dim geometricElements3 As GeometricElements
Set geometricElements3 = sketch3.GeometricElements

Dim axis2D3 As Axis2D
Set axis2D3 = geometricElements3.Item("AbsoluteAxis")

Dim line2D5 As Line2D
Set line2D5 = axis2D3.GetItem("HDirection")

line2D5.ReportName = 1

Dim line2D6 As Line2D
Set line2D6 = axis2D3.GetItem("VDirection")

line2D6.ReportName = 2

Dim point2D3 As Point2D
Set point2D3 = factory2D3.CreatePoint(50#, 50#)

point2D3.ReportName = 3

Dim circle2D3 As Circle2D
Set circle2D3 = factory2D3.CreateClosedCircle(50#, 50#, 10#)

circle2D3.CenterPoint = point2D3

circle2D3.ReportName = 4

sketch3.CloseEdition

part1.InWorkObject = sketch3

part1.Update

Dim pad2 As Pad
Set pad2 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch3, 15#)

part1.Update

End Sub
```

5