



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN

“REDISEÑO DE UN MODELO PARA USO DE MOLDE DE
DE FUNDICIÓN EMPLEANDO CATIA V5 R18”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTAN:

JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ AYALA
DORIAN ALÍ VILLAVICENCIO MARTÍNEZ

ASESOR:

M. en I. SERGIO MARTÍN DURÁN GUERRERO



CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE



DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
 Jefa del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Rediseño De Un Modelo Para Uso De Molde De Fundición Empleando Catia V5 R18

Que presenta el pasante José Alfredo Jiménez Ayala

Con número de cuenta: 405014568 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a 15 de Noviembre de 2010

PRESIDENTE	<u>M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez</u>	
VOCAL	<u>Ing. María del Pilar Zepeda Moreno</u>	
SECRETARIO	<u>M.I. Sergio Martín Durán Guerrero</u>	
1er SUPLENTE	<u>Ing. Gabriela López Sánchez</u>	
2º SUPLENTE	<u>Lic. Erika de la Luz Téllez Mejía</u>	



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN:L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
 Jefa del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Rediseño De Un Modelo Para Uso De molde De Fundición Empleando Catia V5 R16

Que presenta el pasante Dorian Alf Villevicencio Martínez

Con número de cuenta: 095337344 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a 15 de Noviembre de 2010

PRESIDENTE	<u>M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez</u>	
VOCAL	<u>Ing. Maria del Pilar Zepeda Moreno</u>	
SECRETARIO	<u>M.I. Sergio Martín Durán Guerrero</u>	
1er SUPLENTE	<u>Ing. Gabriela López Sánchez</u>	
2º SUPLENTE	<u>Lic. Erika de la Luz Téllez Mejía</u>	

AGRADECIMIENTOS DE JOSÉ ALFREDO

A MIS PADRES: Que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento; por comprenderme en aquellos días en los que llegaba tarde y preocuparse en esos instantes en los cuales me desvelaba haciendo trabajos; les dedico este logro como una más de mis metas. Gracias los quiero con todo mi corazón.

A MIS HERMANOS: Por estar siempre apoyándome en los momentos mas difíciles y por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos. Gracias.

A MI ASESOR: Por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un ambiente de confianza, afecto y amistad para la realización de este trabajo. Gracias.

A MIS PROFESORES: Por confiar en mi y por tenerme la paciencia necesaria. Agradezco el haber tenido unos profesores tan buenas personas como lo son ustedes. No los olvidaré.

A MI AMIGA NENETZIN: Por enseñarme a superar los obstáculos con alegría, por estar conmigo en todo este tiempo donde he vivido momentos felices y tristes. Gracias por ser una amiga leal.

A MI AMIGO DORIAN: Por brindarme su amistad sincera y de hermandad, por contagiarme de su alegría a través de sus ocurrencias, por enseñarme diferentes maneras de ver y disfrutar la vida. Gracias por ser mi amigo.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASES: Quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.

Y no puedo irme sin antes decirles, que sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo y aquí esta el fruto. Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidare.

AGRADECIMIENTOS DE DORIAN ALÍ

A MIS PADRES DALILA Y AGUSTIN:

Que me dieron la vida y al pasar de los años me han aconsejado y apoyado incondicionalmente en los estudios y en la vida personal, por ser el ejemplo a seguir, por ser pacientes conmigo, por creer en mí.

A MIS HERMANOS BRIAN Y OLIVER:

Por su apoyo, por darme fortaleza y perseverancia para servir de ejemplo.

A MI ASESOR M. EN I. SERGIO MARTIN DURAN: Por transmitirnos y hacernos partícipes del conocimiento que día a día nos saca adelante en la vida profesional y personal.

A MIS PROFESORES:

Que gracias a su exigencia, motivación, vocación y a que nos compartieron sus conocimientos, el día de hoy podemos ser profesionistas consumados.

A MI AMIGO, COMPAÑERO Y COLEGA ING. JOSÉ ALFREDO JIMÉNEZ AYALA:

Por su amistad, ejemplo, personalidad, conocimientos y vivencias, ya que sin el este trabajo profesional no hubiera sido posible. ¡Gracias José Alfredo!

A ESAS PERSONAS ENTRE FAMILIARES, AMIGOS Y EXTRAÑOS QUE ME MOTIVARON A SEGUIR ADELANTE:

Por sus consejos, motivación, inspiración, cuando me dieron lecciones de vida, cuando tuvieron tiempo, cuando estaban cerca, cuando estaban lejos, cuando ya no estuvieron.

A MIS AMIGOS:

Por las historias, vivencias, esos momentos de estrés, de creatividad, de responsabilidad, e irresponsabilidad, por aquellos tiempos de diversión sana y no tan sana, por compartir sus conocimientos, por ponerle ese sabor peculiar a la carrera.

Quisiera mencionarlos a todos pero no creo que haya tanto espacio y no quiero dejar pasar a alguno, por eso un abrazo lleno de amistad y gratitud a mis amigos de IME INDUSTRIAL, IME MECÁNICA, IME ELECTRÓNICA.

Puedo resumir cinco años de mi vida en tres palabras “querer es poder”.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	10
-------------------	----

CAPÍTULO 1 “DISEÑO”

1.1 DISEÑO MECÁNICO.....	13
1.1.1 EL TERMINO DISEÑO.....	13
1.1.2 EL DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA.....	14
1.1.3 FASES DEL DISEÑO.....	14
1.1.3.1 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES Y DEFINICIÓN DE PROBLEMAS.....	16
1.1.3.2 EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN.....	16
1.1.3.3 CONSIDERACIONES O FACTORES DE DISEÑO.....	17
1.1.3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES.....	18
1.1.3.5 ASOCIACIONES E INSTITUTOS QUE FIJAN LAS NORMAS DE DISEÑO.....	18
1.1.3.6 RELACIÓN ENTRE DISEÑO Y MANUFACTURA.....	19
1.1.3.7 REDISEÑO DE PARTES PARA EL ENSAMBLE AUTOMÁTICO...	19
1.1.3.8 CRITERIOS DE FALLA.....	20
1.1.3.9 DISEÑO CON NUEVOS MATERIALES.....	20
1.1.3.10 APLICACIONES AEROESPACIALES.....	20
1.1.3.11 APLICACIONES NO AEROESPACIALES.....	21
1.2 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	21
1.3 SOFTWARE DE DISEÑO.....	23
1.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CATIA V5.....	23
1.3.2 CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS.....	24
1.3.2.1 CATIA SHAPE (MODULO DE FORMA).....	24
1.3.2.2 CATIA MODULO DE MECÁNICA.....	26
1.3.2.3 CATIA EQUIPO.....	29

1.3.2.4 CATIA MAQUINADO.....	29
1.3.2.5 CATIA INFRAESTRUCTURA.....	30
1.3.3 SOFTWARE PARA LA APLICACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.....	30
1.3.4 COMPONENTES INCLUIDOS EN CATIA V5.....	31
1.3.4.1 DISEÑO MECÁNICO.....	31
1.3.4.2 DISEÑO DE FORMA Y MOLDEADO.....	32
1.3.4.3 SÍNTESIS DEL PRODUCTO.....	32
1.3.4.4 EQUIPO Y SISTEMAS DE INGENIERÍA.....	33
1.3.4.5 ANÁLISIS.....	34
1.3.4.6 MAQUINADO.....	35
1.3.4.7 INFRAESTRUCTURA.....	36
1.3.5 BARRAS DE HERRAMIENTA DE CATIA V5.....	36
1.3.6 LISTA DE COMANDOS UTILIZADOS.....	37
1.3.7 DETALLES DE ESCRITURA.....	38
1.3.8 LISTA DE ABREVIACIONES E INSTRUCCIONES DEL MOUSE.....	39

CAPÍTULO 2 “PROCESOS DE MANUFACTURA”

2.1 INTRODUCCIÓN.....	41
2.2 FUNDICIÓN.....	42
2.2.1 REALIZACIÓN DEL MODELO.....	43
2.2.1.1 CRITERIOS PARA HACER UN MODELO.....	43
2.2.2 PREPARACIÓN DE LA ARENA DE MOLDEO.....	47
2.2.3 MOLDEO.....	40
2.2.4 CONSTRUCCIÓN DE CORAZONES.....	51
2.2.5 FUNDICIÓN Y VACIADO.....	57
2.2.6 LIMPIADO DE LAS PIEZAS.....	59
2.3 TORNO.....	60
2.3.1 ANTECEDENTES DEL TORNO.....	61
2.3.2 CARACTERÍSTICAS.....	61
2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CORTE.....	62
2.3.4 OPERACIONES QUE SE REALIZAN EN EL TORNO.....	65

2.4 FRESADORA.....	68
2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE.....	69
2.4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FRESADO.....	71
2.5 CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA.....	72
2.5.1 CONTROL NUMÉRICO EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	72
2.5.2 VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO.....	73
2.5.3 FRESADORA CNC.....	74
2.5.4 CAMPO DE APLICACIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO.....	76

CAPÍTULO 3 “DESARROLLO DEL MODELO EN COMPUTADORA”

3.1 DISEÑO.....	78
3.2 REDISEÑO.....	79
3.3 DISEÑO EN CATIA V5.....	80
3.3.1 ACCESO Y CONSIDERACIONES PRINCIPALES PARA EL USO DE CATIA V5.....	80
3.3.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA “SOPORTE DEL EJE”.....	89
3.3.3 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA “PLACA SUPERIOR”.....	147
3.3.4 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA “EJE”.....	166
3.3.5 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA “POLEA”.....	175
3.3.6 DIBUJO DE DETALLE DE LAS PIEZAS EN CATIA V5 MODULO “DRAFTING”.....	189
3.3.7 DIBUJO DE LAS VISTAS EN CATIA V5.....	198
3.3.8 IMÁGENES DE LAS HOJAS DE DETALLE DE LOS PROTOTIPOS DISEÑADOS.....	211

CAPÍTULO 4 “MANUFACTURA DEL PROTOTIPO”

4.1 INTRODUCCIÓN.....	214
4.2 ESTRUCTURA DEL MODELO.....	217
4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL EJE.....	217
4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOPORTE DEL EJE.....	220
4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLACA SUPERIOR.....	224
4.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA POLEA.....	226
APÉNDICE A “PLANOS MECÁNICOS”.....	229
APÉNDICE B “IMAGENES REALES DEL MODELO”.....	234
CONCLUSIONES.....	238
BIBLIOGRAFÍA.....	241

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se detalla el proceso de elaboración de un prototipo de modelo para molde de fundición en arena verde, para posteriormente aplicarle un control de calidad; este proceso pasa por distintas fases, entre las más importantes están el diseño y la manufactura.

En la etapa del diseño se escogió un modelo que fuera viable para su rediseño y para demostrar la factibilidad de desarrollo del mismo, para ello se consultaron varios libros de ingeniería de manufactura, diseño mecánico y diseño de elementos de maquinas; finalmente se eligió un juego de 5 piezas mecánicas, en el rediseño de estas se empleo el paquete de software CAD CATIA V5 R18.

En la etapa de manufactura se llevó a cabo la elaboración del prototipo ya con las modificaciones necesarias en cuanto a rediseño, tolerancias, materiales, etc; y se hizo uso de maquinaria como torno y fresa convencionales (que se encuentran en el laboratorio de manufactura LIME II). Para poder hacer esto se consultaron nuevamente libros de procesos de manufactura, diseño de herramental, ingeniería de manufactura, etc.

En suma, estas etapas proporcionan el prototipo de modelo para uso de molde de fundición, el cual tiene como objetivo principal brindar apoyo a futuras generaciones de estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica que realicen prácticas de metrología, prácticas de mejora continua del proceso, prácticas de estandarización de procesos, prácticas de mapeo de procesos, prácticas de toma de tiempos y movimientos, prácticas de control estadístico del proceso, prácticas de control de calidad, análisis de elemento finito, cálculo de esfuerzos y pruebas de fatiga.

CAPÍTULO 1

"DISEÑO"

En el presente capítulo se dan las bases para poder realizar el diseño y rediseño. Para esto, es recomendable conocer como aplicar cotas, tolerancias, el mismo proceso de diseño, etc; así mismo es necesario saber cuales son los tipos de diseño y el tipo de software que se necesitan como herramienta básica para llevar a cabo este trabajo.

- Diseño mecánico.
- Diseño asistido por computadora.
- Software de CAD (CATIA V5).

1.1 DISEÑO MECÁNICO

1.1.1 EL TERMINO DISEÑO

Diseñar (o idear) es formular un plan para satisfacer una necesidad. En principio, una necesidad que habrá de ser satisfecha puede estar bien determinada. A continuación se dan dos ejemplos de necesidades propiamente definidas.

“¿Cómo es posible obtener grandes cantidades de energía en forma limpia, segura y económica sin utilizar combustibles fósiles y sin causar daño alguno a la superficie terrestre?”

“Este mecanismo esta causando problemas, y ha tenido ya ocho desperfectos en las últimas seis semanas. Haga usted algo al respecto”.

Por otra parte, la necesidad que deberá satisfacer puede ser tan confusa e indefinida que se requiera un esfuerzo mental considerable para anunciarla claramente como un problema que demanda solución. Los siguientes son dos ejemplos:

“Muchísimas personas perecen en accidentes de aviación”.

“En las grandes ciudades hay demasiados automóviles en las calles y las avenidas”.

Este segundo tipo de caso de diseño está caracterizado por el hecho de que ni la necesidad ni el problema a resolver han sido identificados. Obsérvese también que el caso puede implicar muchos problemas.

Es posible además clasificar el diseño. Por ejemplo:

Diseño

- De vestuario.
- De interiores de casas.
- De carreteras.
- De paisajes.

- De edificios.
- De barcos.
- De puentes.
- Por computadora.
- De sistemas de calefacción.
- De máquinas.
- En ingeniería.
- De procesos.

1.1.2 EL DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería.

El diseño de ingeniería mecánica incluye el diseño mecánico, pero es un estudio de mayor amplitud que abarca todas las disciplinas de la ingeniería mecánica, incluso las ciencias térmicas y de los fluidos. A parte de las ciencias fundamentales se requieren, las bases del diseño de ingeniería mecánica que son las mismas que las del diseño mecánico y, por consiguiente, éste es el enfoque que se utiliza en el presente trabajo.

1.1.3 FASES DEL DISEÑO

El proceso total de diseño es el tema de este punto. ¿Cómo empieza? ¿Simplemente llega un ingeniero a su escritorio y se sienta ante una hoja de papel en blanco? ¿Qué hace después de que se le ocurren algunas ideas? ¿Qué factores determinan o influyen en las decisiones que se deben tomar? Por último, ¿Cómo termina este proceso de diseño?

A menudo se describe el proceso total de diseño desde que empieza hasta que termina como se muestra en la Figura 1.1. Principia con la identificación de una necesidad y con una decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad. En las secciones siguientes se examinarán en detalle estos pasos del proceso de diseño.

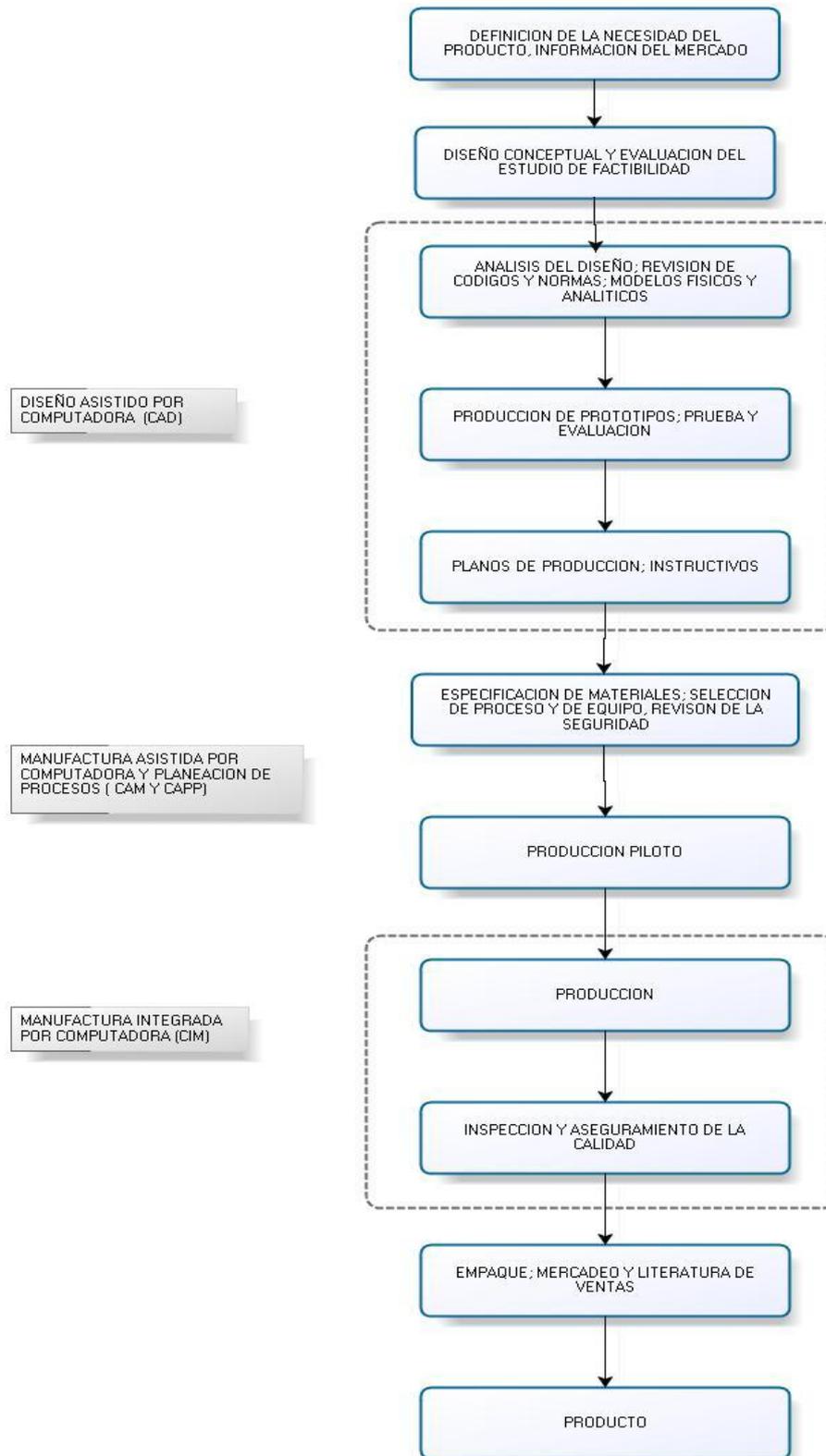


Figura 1.1 Diagrama que muestra los diversos pasos comprendidos en el diseño y la manufactura de un producto. Según la complejidad del artículo y el tipo de materiales utilizados, el tiempo que media entre el concepto original y el mercadeo de un producto puede variar desde unos cuantos meses hasta muchos años.

1.1.3.1 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES Y DEFINICIÓN DE PROBLEMAS

El diseño comienza cuando un ingeniero se da cuenta de una necesidad y decide hacer algo al respecto. Generalmente la necesidad no es evidente. Por ejemplo, la necesidad de hacer algo con respecto a una máquina empacadora de alimentos pudiera detectarse por nivel de ruido, por la vibración en el peso de los paquetes y por ligeras, pero perceptibles, alteraciones en la calidad del empaque o la envoltura.

Hay una diferencia clara entre el planteamiento de la necesidad y las definiciones del problema que sigue a dicha expresión, el problema es más específico. Por ejemplo si la necesidad es tener aire mas limpio, el problema podría consistir en reducir la descarga de partículas sólidas por las chimeneas de plantas de energía o reducir la cantidad de productos irritantes emitidos por los escapes de los automóviles, o bien disponer de medios para apagar rápidamente los incendios forestales.

Una vez que se ha definido el problema y obtenido un conjunto de especificaciones implícitas, formuladas por escrito, el siguiente paso en el diseño es la síntesis de una solución óptima. Ahora bien, esta síntesis no podrá efectuarse antes de hacer el análisis y la optimización, puesto que se debe analizar el sistema a diseñar, para determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones. Dicho análisis podría revelar que el sistema no es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez.

Se ha indicado, y se reiterará sucesivamente, que el diseño es un proceso iterativo en el que se pasa por varias etapas, se evalúan los resultados y luego se vuelve a una fase anterior del proceso. En esta forma es posible sintetizar varios componentes de un sistema, analizarlos y optimizarlos para después volver a la fase de síntesis y ver que efecto tiene sobre las demás partes del sistema. Para el análisis y la optimización se requiere que se ideen o imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de análisis matemático. Tales modelos deben reproducir lo mejor posible el sistema físico real.

1.1.3.2 EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN

La evaluación es una fase significativa del proceso total de diseño, pues es la demostración definitiva de que un diseño es acertado y generalmente, incluye pruebas con un prototipo en el laboratorio. En este punto es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad o las necesidades. ¿Es confiable? ¿Competirá con éxito contra productos

semejantes? ¿Es de fabricación y uso económicos? ¿Es fácil de mantener y ajustar? ¿Se obtendrán grandes ganancias por su venta o utilización?

La comunicación del diseño a otras personas es el paso final y vital en el proceso de diseño. Es indudable que muchos importantes diseños, inventos y obras creativas se han perdido para la humanidad, sencillamente porque los originadores se rehusaron o no fueron capaces de explicar sus creaciones a otras personas. La presentación es un trabajo de venta. Cuando el ingeniero presenta o expone una nueva solución al personal administrativo superior (directores o gerentes, por ejemplo) está tratando de vender o de demostrar que su solución es la mejor; si no tiene éxito en su presentación, el tiempo y el esfuerzo empleados para obtener su diseño se habrán desperdiciado por completo.

En esencia hay tres medios de comunicación que se pueden utilizar: la forma escrita, oral, y la representación gráfica. En consecuencia, todo ingeniero con éxito en su profesión tiene que ser técnicamente competente y hábil al emplear las tres formas de comunicación.

1.1.3.3 CONSIDERACIONES O FACTORES DE DISEÑO

A veces, la resistencia de un elemento es muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento, en tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño.

La expresión factor de diseño significa alguna característica o consideración que influye en el diseño de algún elemento o quizá, en todo el sistema. Por lo general se tienen que tomar en cuenta varios de esos factores en un caso de diseño determinado. En ocasiones, alguno de esos factores será crítico y si se satisfacen sus condiciones, ya no será necesario considerar los demás. Por ejemplo, suelen tenerse en cuenta los factores siguientes:

- Resistencia.
- Confiabilidad.
- Condiciones térmicas.
- Corrosión.
- Desgaste.
- Fricción o rozamiento.
- Procesamiento.
- Utilidad.
- Costo.
- Seguridad.

- Peso.
- Ruido.
- Estilización.
- Forma.
- Tamaño.
- Flexibilidad.
- Control.
- Rigidez.
- Acabado de superficies.
- Lubricación.
- Mantenimiento.
- Volumen.

Algunos de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento o procesos de fabricación o bien, a la unión o ensamble de los elementos del sistema. Otros se relacionan con la configuración total del sistema.

1.1.3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES

Actualmente existe disponible una gran variedad de materiales cada uno con sus propias características, aplicaciones, ventajas y limitaciones. Los siguientes son los tipos generales de materiales usados actualmente en la manufactura ya sea individualmente o combinados.

- Materiales ferrosos. Al carbón, aleados, inoxidable, aceros para herramientas.
- Aleaciones y materiales no ferrosos. Aluminio, magnesio, cobre, níquel, titanio, superaleaciones, materiales refractarios, berilio, zirconio.
- Cerámicos. Vidrios, grafito, diamante.
- Materiales compuestos. Plásticos reforzados, compuestos con matriz metálica o cerámica, estructuras de panel.

1.1.3.5 ASOCIACIONES E INSTITUTOS QUE FIJAN LAS NORMAS DE DISEÑO

- Aluminium Association (AA).
- American Gear Manufacturers Association (AGMA).
- American Institute of Steel Construction (AISC).

- American Iron and Steel Institute (AISI).
- American National Standards Institute (ANSI).
- American Society of Mechanical Engineers (ASME).
- American Society of Metals (ASM).
- American Society of Testing and Materials (ASTM).
- American Welding Society (AWS).
- Anti-Friction Bearing Manufactures Association (AFBMA).
- Industrial Fasteners Institute (IFI).
- National Bureau of Standards (NBS).
- Society of Automotive Engineers (SAE).

1.1.3.6 RELACIÓN ENTRE DISEÑO Y MANUFACTURA

El diseño y la manufactura están muy relacionados. No deben verse como disciplinas separadas. Cada parte o componente debe diseñarse no solamente cumpliendo los requerimientos y especificaciones de diseño, sino también que se puedan fabricar con relativa facilidad y economía. Este enfoque, llamado diseño para la manufactura (Design for Manufacturing DFM) mejora la productividad y permite una manufactura competitiva.

Una vez que las partes individuales se han manufacturado, deben ser ensambladas para formar el producto final. Esto debe hacerse con facilidad, rapidez y bajo costo. En la Figura 1.2 se muestran algunos ejemplos donde el diseño no favorece el ensamble y la manera de corregirlo.

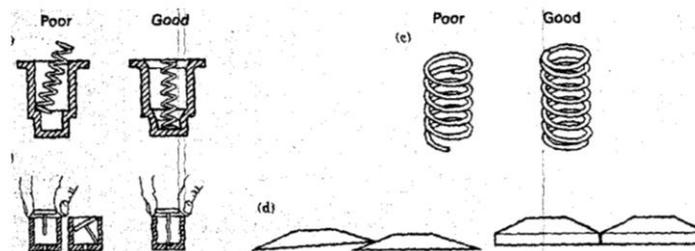


Figura 1.2. Ejemplos donde el diseño no favorece el ensamble y la manera de corregirlo

1.1.3.7 REDISEÑO DE PARTES PARA EL ENSAMBLE AUTOMÁTICO

Adicionalmente, en algunos casos, el desensamble debe poder hacerse con facilidad y economía para dar servicio, mantenimiento o el reciclaje de sus componentes. Actualmente

existen paquetes computacionales que permiten el ensamble virtual, o sea en la computadora, donde se pueden detectar posibles anomalías durante el ensamble o desensamble de productos antes de manufacturarse.

1.1.3.8 CRITERIOS DE FALLA

Al diseñar elementos mecánicos que resistan las fallas se debe estar seguro de que los esfuerzos internos no rebasan la resistencia del material. Si el que se empleará es dúctil, entonces lo que más interesa es la resistencia de fluencia, ya que una deformación permanente sería considerada como falla; sin embargo, existen excepciones a esta regla.

Muchos de los materiales más frágiles o quebradizos, como los hierros colados, no poseen un punto de fluencia, así que debe utilizarse la resistencia última como criterio de falla. Al diseñar elementos que han de hacerse de material frágil, también es necesario recordar que la resistencia última a la compresión es mucho mayor que a la tensión. Las resistencias de los materiales dúctiles son casi las mismas a tensión que a compresión. Por lo general, se considera que esto ocurrirá en el diseño a menos que se posea información contraria.

1.1.3.9 DISEÑO CON NUEVOS MATERIALES

Es conveniente dividir las aplicaciones de los nuevos materiales en categorías aeroespaciales y no aeroespaciales. En la primera categoría, es deseable tener bajas densidades conjuntamente con pequeños valores de conductividad y expansión térmica, altos niveles de resistencia y rigidez. El desempeño es más importante que el costo.

1.1.3.10 APLICACIONES AEROESPACIALES

Cerca del 95 % de las partes visibles en el interior de la cabina del Boeing 757 y 767 son fabricadas de materiales no convencionales. Similarmente, se ha visto un incremento de materiales compuestos en helicópteros para la defensa. El uso de materiales compuestos en estructuras aéreas resulta en ahorros de energía. El consumo de combustible es proporcional al peso de las estructuras aéreas. Aplicaciones de aluminio reforzado con fibras se han observado en estructuras espaciales bajo condiciones ambientales muy severas, por ejemplo en el telescopio Hubble. El uso de compuestos con matriz cerámica puede llevar a mejoras potenciales de aviones, helicópteros, misiles, módulos reentrantes de cohetes y otros vehículos espaciales donde se manejan temperaturas del orden de 1600 °C.

1.1.3.11 APLICACIONES NO AEROESPACIALES

Materiales compuestos reforzados con fibras de carbón y de vidrio son ordinariamente empleados en construcciones civiles y marinas así como en artículos deportivos.

La industria automotriz también está haciendo un uso cada vez mayor de materiales compuestos con matriz polimérica, cerámica y metálica. Otra área donde los materiales compuestos con matriz cerámica han encontrado aplicaciones es en herramientas de corte. Insertos para herramientas de corte hechas de carburo de silicio reforzado con segmentos de fibras de alúmina se emplean para el maquinado de alta velocidad de superaleaciones.

1.2 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

La tecnología avanza junto con el diseño mecánico, ya que la tecnología va necesitando cada vez mas implementos para poder seguir avanzando, y los diseñadores van haciendo cada vez más implementos y cada vez mejores lo cual obliga a que sigan avanzando juntos y casi al mismo ritmo porque cada uno necesita del otro, esto dio pie al surgimiento de otra importante herramienta del diseño.

El diseño asistido por computadora u ordenador, más conocido por sus siglas inglesas CAD (computer-aided design). En la Figura 1.3 se muestra el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. También se puede llegar a encontrar denotado con las siglas CADD, es decir, dibujo y diseño asistido por computadora (computer aided drawing and design). El CAD es también utilizado en el marco de procesos de administración del ciclo de vida del producto en inglés Product Lifecycle Management (PLM).

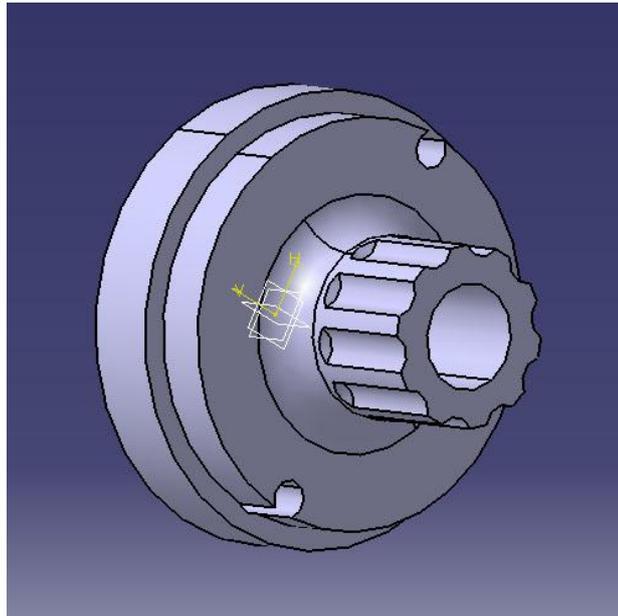


Figura 1.3 Pieza desarrollada en CAD

Estas herramientas se pueden dividir básicamente en programas de dibujo en dos dimensiones (2D) y modeladores en tres dimensiones (3D). Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos.

El usuario puede asociar a cada entidad una serie de propiedades como color, usuario, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica. Además pueden asociarse a las entidades o conjuntos de éstas otro tipo de propiedades como material, etc., que permiten enlazar el CAD a los sistemas de gestión y producción. De los modelos pueden obtenerse planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto. Los modeladores en 3D pueden, además, producir previsualizaciones fotorealistas del producto, aunque a menudo se prefiere exportar los modelos a programas especializados en visualización y animación, como Maya, o 3D Estudio Max. En la Figura 1.4 se muestra una pieza dibujada con un software de CAD.

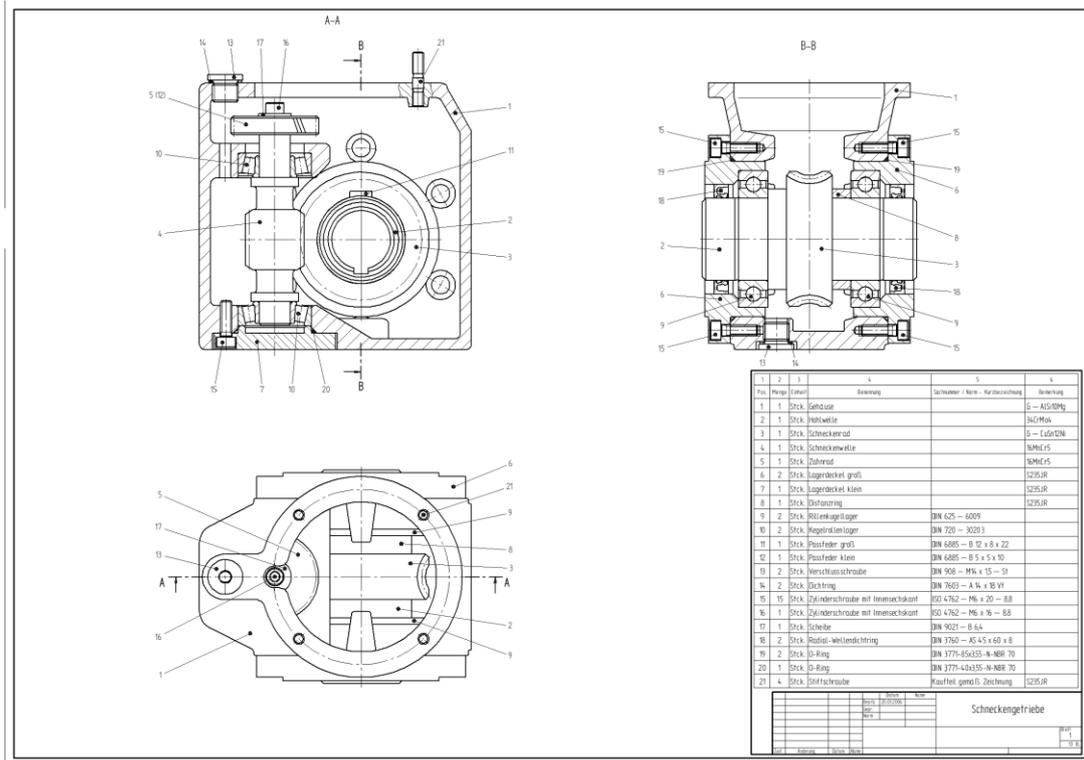


Figura 1.4 Dibujo realizado con software de CAD

1.3 SOFTWARE DE DISEÑO

Una vez que se tuvo el conocimiento acerca del diseño mecánico y diseño asistido por computadora, se dio a la tarea de buscar un paquete de software que proporcionara la ayuda necesaria para realizar el diseño; el paquete empleado fue CATIA V5 R18.

1.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE CATIA V5

CATIA V5 es el producto líder en desarrollo de soluciones para las empresas manufactureras de cualquier tamaño.

- Se pueden aplicar sus capacidades en una amplia variedad de industrias, tanto la aeroespacial, automotriz, maquinaria industrial, eléctrica, electrónica, construcción de barcos, diseño de plantas, y bienes de consumo.
- Proporciona un paquete integrado de Diseño Asistido por Ordenador (CAD), Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) y Fabricación Asistida por Ordenador (CAM), aplicaciones para la definición de productos digitales y la simulación. En la Figura 1.5 se muestran algunos ejemplos que se pueden realizar en CATIA V5.

- Dirige el completo desarrollo del proceso del producto, desde las especificaciones del concepto del producto hasta el producto en servicio, en una forma totalmente integrada y asociada.
- Facilita la verdadera colaboración de la ingeniería a lo largo y ancho de la empresa multidisciplinaria, incluyendo el diseño de estilo y forma, diseño mecánico, ingeniería de equipo y sistemas, maquetas digitales, maquinado, análisis y simulación.
- Permite a las empresas reusar el conocimiento del diseño del producto y acelerar los ciclos de desarrollo.
- Ayuda a las empresas a aumentar la velocidad de sus respuestas a las necesidades del mercado y da libertad a los usuarios para concentrarse en la creatividad e innovación.
- Está basado en la abierta y escalable arquitectura V5.



Figura 1.5 Demostración de CATIA V5

1.3.2 CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

1.3.2.1 CATIA SHAPE (MÓDULO DE FORMA)

-Introducción del módulo de forma en CATIA V5: Sosteniendo sus principios de flujo de datos sin falla, usando un formato de datos común en todos los módulos de CATIA V5 a través de todas las fases del Diseño extiende su avanzada y poderosa creación de superficies de forma libre, modificación, y análisis de sus capacidades dentro del dominio del modelaje de primera clase. Protegiendo su inversión en anteriores apariciones y apoyando la transición

sin fallas, R18 además adopta y apoya la confiable metodología de CATIA V5 y sus ya probados mecanismos de actualización.

-Creación de figuras subdivididas: Este nuevo comando le ofrece la habilidad de crear uno o más figuras de cualquier característica existente de la subdivisión. El caso puede ser una superficie subdividida o cualquier tipo de característica de subdivisión, tales como la simetría, revolución y la extrusión. Después de crear la figura, usted puede moverla libremente y fácilmente rotarla.

Numerosos productos contienen muchas piezas repetitivas, tales como las perlas de un collar o los cuatro rines de un coche. El módulo Imagina y Forma ahora direcciona la creación de ese tipo de piezas repetitivas con una solución muy fácil de usar que esta completamente integrada con el banco de trabajo del módulo Imagina.

-Alineación de puntos a lo largo de cualquier geometría: El comando de alineamiento alinea los vértices en un plano en una línea definida por el compás. Mejoras al comando extienden la posibilidad de apoyar la proyección, proveyendo un camino para proyectar algunos puntos de la malla base en cualquier tipo de geometría. Esto le da la libertad de usar la geometría de estilo como un recurso del proceso de diseño.

-Asociatividad automática de la superficie: El banco de trabajo de reconstrucción de superficie 2 provee un completo y automático comando para la rápida construcción de superficies situadas en mallas. El comando de reconstrucción automática de superficies es ahora asociativo. Esto permite la edición interactiva y la automática actualización de la superficie en caso de la entrante modificación de la malla o su reemplazo, incrementando así la productividad.

-Selección y extensión de la malla para la creación de la superficie: Esta nueva función hace que sea más fácil seleccionar las mallas. Usted puede ahora seleccionar áreas planas en las mallas. Además dentro del comando activación, las depresiones o cunetas se pueden lograr con un criterio de ángulo, y en el comando de poderoso ajuste, usted puede activar una subparte de la malla para evitar interferir en el bosquejo durante la aproximación.

-Mejoramiento de la creación de formas en el modelador de estilo libre: Ahora es posible controlar el moldeador de filetes con más precisión. A continuación se dan algunos ejemplos de cambios de interfaz de CATIA V5 con respecto a CATIA V4.

- El cuadro de diálogo se rediseño.
- El comando de pantalla furtiva se mejoró (solo la cinta se tomó en cuenta).
- Se introdujo un nuevo soporte para bordes ficticios (no se necesito una intersección real entre los soportes).

- Se añadió una administración multi-resultados (como en el diseño de forma generativa).

-Mejora de la modificación de la forma: La modificación de la forma ofrece muchas mejoras al controlamiento de los puntos de función, el comando extender y el moldeo en el comando extrapolar. La creación del proceso de ruptura también se hizo más fácil, con más posibilidades para la creación de datos característicos que ahorraran tiempo. La evolución del comando de ajuste de restricciones añade funciones para mejorar la productividad.

-Aislamiento de las características del diseño generativo de forma (GSD): Usted puede ahora aislar cualquier característica GSD. Aislando una característica rompe cualquier nexo con sus entradas así que la característica se convierte en una característica de dato que no puede ser actualizada. Este mejoramiento de la productividad elimina la necesidad de copiar la geometría de la característica y entonces reemplazar esa característica con la copia.

-Filete-robustez mezclada de las esquinas: Es posible ahora definir la robustez de una esquina con un retroceso que exceda el borde inicial.

-Cortes dinámicos en diseño de la parte y el diseño generativo de la forma: Este nuevo comando le permite cortar una parte en la posición elegida de forma dinámica con solo mover la sección 3D directamente en el visor 3D. Esta función puede ser útil durante el proceso del diseño mismo, para visualizar la parte que esta siendo diseñada por sección, o al momento de revisar, para detectar posibles problemas en la sección.

1.3.2.2 CATIA MÓDULO DE MECÁNICA

-Administración de las secciones y los hilos: A pesar de que la definición de los hilos no genera geometría alguna, la función de análisis del espesor de la pared de CATIA puede tomar en cuenta opcionalmente hilos existentes y las características de la caja para medir el espesor real del material. Por otra parte, debido a que se puede seccionar una geometría, usted puede almacenar secciones de forma dinámica en el comando de análisis de espesor de la pared para salvar zonas críticas y para tener rápido acceso a ellas. Las secciones pueden ser usadas para revisiones durante el diseño, gracias a su estatus, comentarios, y valores de espesor.

-Layout 2D para el Diseño en 3D – Vistas de sección multi-plano: Las vistas del desplazamiento y alineado de secciones o los cortes de sección pueden ser creados en el layout, en lugar que solo en los dibujos. Tales vistas multi-plano pueden ser creadas desde cualquier vista de tolerancia funcional y análisis (FTA) o capturarla o una polilínea localizada

en una vista existente de un layout. En las vistas de desplazamiento de sección, las partes son cortadas por varios planos paralelamente escalonados, por ejemplo, para mostrar la silueta del agujero en la cabeza de un cilindro. En las vistas de secciones alineadas, las partes son cortadas por planos secantes y se dibujan como si la superficie cortante fuera desplegada.

El modelo 3D se mostró de acuerdo al perfil cortante, usando los filtros de vista del layout 2D como se mostró en la Figura 1.4 para asegurar la correcta visualización de la geometría 3D y de las anotaciones. Los objetos límite pueden ser creados y editados para obtenerla mayor manera de mostrar el perfil cortante de las esquinas en la vista multi-plano. Estas vistas multi-plano pueden ser generadas como dibujos.

-Tolerancias automáticas características del usuario: Esta nueva función permite al administrador:

- Actualizar características del usuario referenciadas.
- Crear tolerancias de las características del esquema.
- Crear un catálogo de los esquemas con tolerancias.

Usted se beneficia de la automática creación de las tolerancias para las características del usuario al igual que:

- Característica del usuario selecciona la extensión de red.
- Agrupa la creación de las tolerancias características del usuario.
- Dudas del esquema de tolerancias características del usuario y filtrado.

-Copia global de los datos FTA: Los datos FTA pueden ser copiados ahora globalmente desde un CATPart a otro. Esta capacidad le permite duplicar un existente conjunto de anotaciones característico de un CATPart a otro documento CATPart. Esto incluye el automático reenrutamiento de los elementos geométricos que tienen exactamente las mismas características geométricas.

-Mejoras en los planos cortantes: Se ha dado mejoras al desplazamiento/alineación de secciones y vista/corte. Si la vista activa es un componente de un alineamiento/desplazamiento de sección y una característica de corte/vista, el correspondiente alineamiento/desplazamiento corte 3D se muestra.

-Extensión de muro a borde: Para definir una característica de extensión de muro a borde, usted puede seleccionar varios bordes esto generara varios pliegues. Los pliegues y sus puntas son automáticamente re-delimitados de acuerdo al mínimo espacio entre ellos.

-El usuario estampa en ambos lados: En adición a la mejora de la interfase del usuario, esta opción le permite crear estampados en dos direcciones opuestas en una sola operación.

-Reconocimiento del chaflán: La característica de función de reconocimiento ahora reconoce los chaflanes.

-Intersección de filetes para un modelado funcional: Esta nueva aplicación mejora la estabilidad en la intersección de los filetes gracias al cálculo del nivel de intersección mínimo. Más modificaciones en características anteriores pueden ocurrir sin fallas en las intersecciones del filete y en los cálculos del filete.

-Trabajo local para un modelado funcional: Este comando es similar al comando de definir como objeto de trabajo, le permite trabajar localmente en un contexto simplificado, tanto como una sub-parte de una parte, solo con seleccionar un funcional conjunto o una lista de características. Esto reduce el impacto de la complejidad de la parte.

-SDNF Comando Importar/Exportar: Esta mejora apoya la capacidad de exportar información estructural en forma de un archivo neutral llamado archivo neutral de detallado de acero (SNDF) y se diseñó para ser expandible para conocer futuras necesidades y capacidades. Toda la información en el archivo está en formato ASCII y se estructura en paquetes de información. Esto también provee la capacidad de importar un archivo SNDF válido con la información estructurada y para usarlo para crear estructuras bajo un producto especificado.

-Lista avanzada de material: En apoyo para los atributos del producto-definido del usuario se añadió. Esta mejora le permite extraer de la lista de materiales no solo los atributos de productos predefinidos de CATIA, sino también los atributos añadidos por los usuarios a través de la función otras propiedades.

-Llamadas de Vistas auxiliares y de sección: Dentro del proceso maestro 3D, esta función le permite naturalmente tener una representación normalizada de las llamadas en los layouts, mejor que en los dibujos solamente. Las representaciones de las llamadas corresponden a las vistas auxiliares, vistas de sección, cortes de sección y las vistas multi-plano pueden ser añadidas a las vistas de diseños existentes. Esto puede hacerse mientras se crean las vistas o después, usando los mismos estilos y propiedades como las llamadas de detallado que se crean en los dibujos cuando se genera la vista del correspondiente layout.

-Seccionamiento Dinámico en el Diseño de la Parte: Este nuevo comando le permite cortar una parte en una posición escogida dinámicamente gracias al movimiento de la sección en 3D directamente en el visor 3D. Esta función puede ser usada durante el mismo diseño del proceso, para visualizar la parte que está siendo diseñada por sección, o en el tiempo de revisión, para detectar potenciales errores en las secciones.

-Intersección del filete de los extremos para el Diseño de la Parte: Esta adición ofrece una adicional intersección contra las características seleccionadas del modo de definición. Cuando usted quiera crear un filete entre características, usted puede definir dos listas de

características por selección. El filete regresará sobre la intersección los extremos que corren entre esas dos listas.

-Solicitud de mejora de las salientes: Esta opción le permite ubicar el extremo de la saliente con respecto al plano de la saliente. Cualquiera de el extremo del fin del radio o el la orilla de la corredera pueden ser ubicados en el plano de la saliente.

-Revisar y comparar: Esta innovación introduce una función de comparar y revisar que puede ser usada para apoyar la revisión y aprobar el proceso para diseñarlos cambios geométricos. Esto acelera la aprobación del proceso para una a nueva revisión de la geometría de la parte y lo hace más fácil de entender el impacto de las modificaciones de las partes hacia los procesos de menor importancia, tales como el herramental, el maquinado, el análisis y la inspección.

1.3.2.3 CATIA EQUIPO

-Mejoras de los radios, uso de radios: Esta ramificación tiene dos nuevos atributos: el atributo modo de creación y el atributo de doblado de radios. Estos dos atributos se complementan el uno al otro y provee información mejorada acerca de la misma rama, especialmente cuando la rama se creo usando el botón de doblar radio. Estos nuevos atributos:

- Permite a cada rama retener la información sobre el valor del radio doblado aplicado a esa curva.
- Mientras se desarrollan las rutas de línea, puede ser usado y el diámetro de la rama se respeta y recalcula y se dobla en radio apropiadamente.
- Mientras se editan las múltiples ramificaciones usando el comando de definición de rama, puede ser usado para llamar el valor del radio doblado de la ramificación.

-Lista de dispositivos de filtro: Ahora hay varios caminos para filtrar y ordenar la lista de dispositivos para mostrar los aparejos definidos para cada dispositivo.

1.3.2.4 CATIA MAQUINADO

-Acabado avanzado: Toda la parte ahora puede ser maquinada con la herramienta dedicada a ese estilo para maquinados verticales y horizontales. Esta mejora es útil para dar acabado o para dar acabado en un reproceso (removiendo el material dejado por un cortador inapropiado en el maquinado anterior).

-Simulación de maquinaria: Ahora se muestra toda una familia basada en el color de la herramienta durante la remoción de material y la simulación de la maquina.

1.3.2.5 CATIA INFRAESTRUCTURA

CATIA presenta esta adición que es el paso 2 de extensión de la interfase (SXT) producto para funciones avanzadas de paso.

1.3.3 SOFTWARE PARA LA APLICACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

El software para la aplicación de la Administración del ciclo de vida del producto (PLM) le ayuda a expandir su flujo de ingresos con productos innovadores que conocen y se anticipan a las necesidades del cliente. Los servicios del PLM están enfocados a ayudar a las compañías a elaborar mejores productos, definir mejores procesos, y reducir los costos en el camino.

- CATIA integra un juego de aplicaciones colaborativas del software de diseño del producto cubiertas por el diseño asistido por computadora (CAM), ingeniería asistida por computadora (CAE) y la manufactura asistida por computadora (CAM).
- DELMIA acelera colaborativamente la manufactura, permitiendo a los fabricantes de cualquier industria definir, planear, crear, monitorear, y controlar sus procesos de producción.
- ENOVIA Matrixone provee un alto escalable y flexible modelo de datos para un colaborativo proceso de negocios. ENOVIA MatrixOne provee el mejor producto para desarrollar procesos de negocios en su clase, para empresas a través de una amplia gama de industrias.
- ENOVIA Smarteam provee un rápido apoyo multi-CAD. ENOVIA SMARTTEAM provee la mejor colaboración para soluciones acerca del ciclo de vida del producto para grupos de productos en toda la extensión de la empresa y en la cadena de suministros sin salirse de la capacidad del contenedor y con un bajo costo de propiedad.
- ENOVIA Synchronicity este producto ayuda a las compañías semiconductoras a dirigir procesos de negocios y reducir el tiempo de desarrollo del Nuevo producto a través de una fuente cohesiva de información que permite la dirección y colaboración del diseño de información y visibilidad en el proceso de desarrollo de todos los productos.
- ENOVIA VPLM remueve las barreras para innovar permitiéndole a las compañías dirigir los procesos de desarrollo durante los intensivos ciclos de ingeniería en la vida temprana del producto. Dirigiendo la complejidad del diseño de múltiples configuraciones y variantes en un desarrollo colaborativo del proceso, ENOVIA

VPLM apoya el desarrollo del ciclo de vida de cualquier producto de cualquier empresa desarrollándose como propiedad intelectual, incluyéndose el producto, proceso y los datos y sus fuentes.

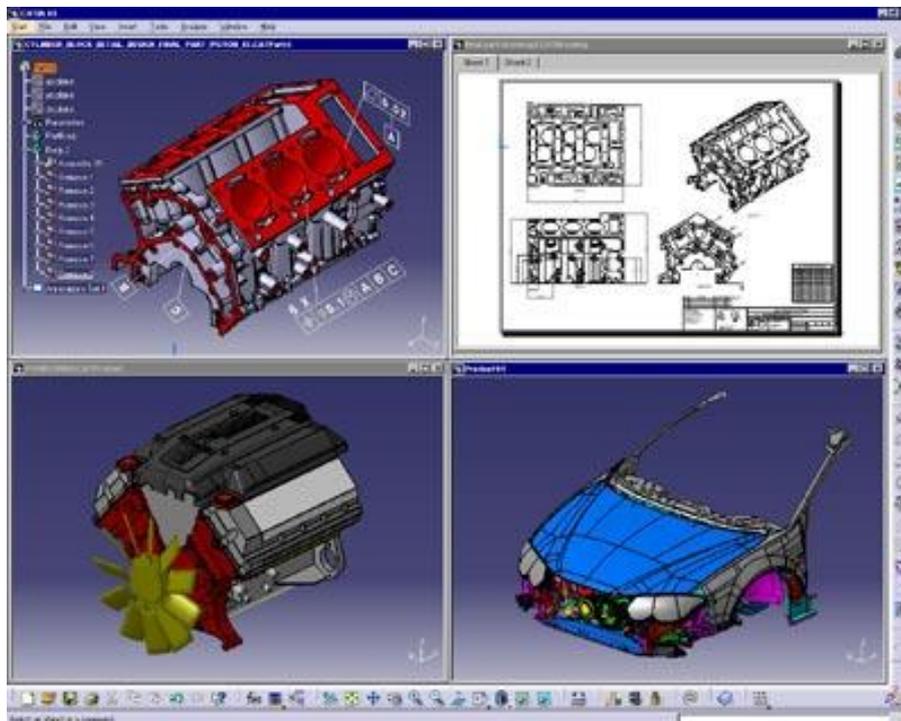
- SIMULIA extiende la capacidad de simulación realística dentro del ambiente de diseño CATIA, permitiendo a los diseñadores llevar a cabo el análisis directo en modelo de referencia maestro para un análisis termal y no lineal.

1.3.4 COMPONENTES INCLUIDOS EN CATIA V5

1.3.4.1 DISEÑO MECÁNICO

Provee un modelado de especificaciones manejadas del diseño de la parte, diseño de ensamble y borrador integrado.

CATIA Disciplina de Diseño Mecánico: estos productos aceleran las actividades básicas de desarrollo del concepto de diseño detallado y sobre la producción de dibujos. Los productos de diseño mecánico también direccionan los requerimientos de las láminas y la manufactura de moldes, usando aplicaciones dedicadas que mejoran dramáticamente la productividad y fuertemente reducen el tiempo hacia el mercado. En la Figura 1.6 se muestran algunos ejemplos de aplicaciones de CATIA.



Figura

1.6

Aplicaciones del diseño mecánico.

1.3.4.2 DISEÑO DE FORMA Y MOLDEADO

Permite la creación y modificación de complejas formas y superficies de libre forma.

CATIA diseño de forma y la disciplina del moldeo entregan productos innovadores para crear, controlar y modificar superficies de libre forma y complejas. En la Figura 1.7 se muestra un ejemplo de modelo por medio de superficies.

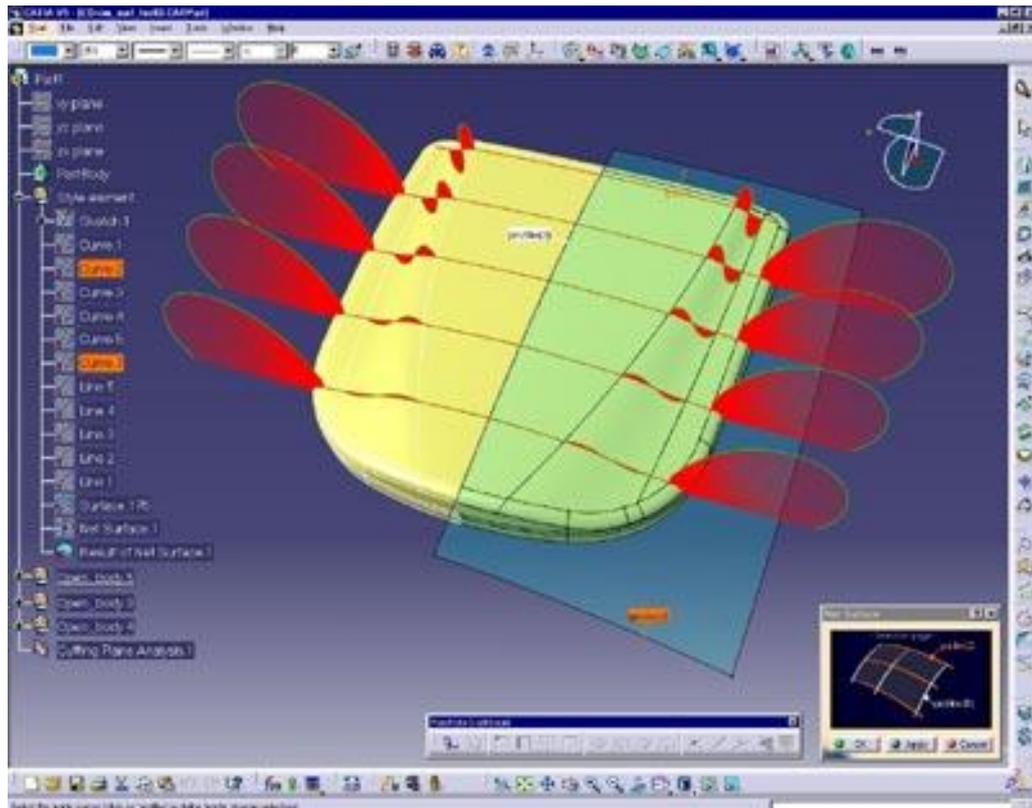


Figura 1.7 Modelado por medio de superficies.

1.3.4.3 SÍNTESIS DEL PRODUCTO

Provee automatización y validación de los datos del diseño y manufactura; CATIA disciplina del producto provee un extenso rango de herramientas que permiten automatización y validación de su diseño y datos de manufactura. En la Figura 1.8 se muestran los datos de diseño.

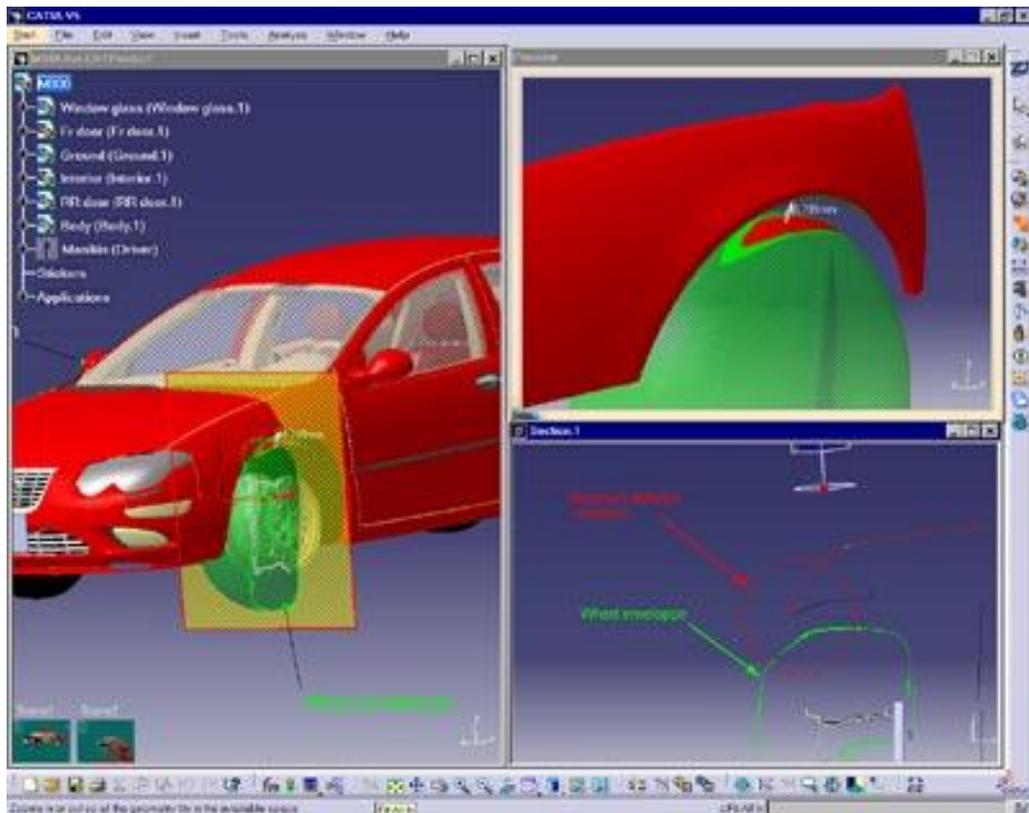


Figura 1.8 Datos del diseño.

1.3.4.4 EQUIPO Y SISTEMAS DE INGENIERÍA

Permite diseño e integración de los sistemas mecánico hidráulico y eléctrico dentro de una maqueta digital en 3D.

CATIA provee un juego de herramientas que permite el simultáneo diseño e integración de los sistemas mecánico, eléctrico e hidráulico dentro de una maqueta digital en 3D mientras se optimiza el espacio dentro de la locación. Esto incluye productos para la optimización del layout de la planta, creación de los tableros de circuitos y diseño de estructuras. Estos productos enriquecen el diseño del producto en cualquier tipo de industria. Ejemplos como combustibles y sistemas de frenado industria automotriz; construcción naval industria química, petrolera, estructuras herramientas para maquinaria industrial y tableros de circuitos para bienes de consumo. En la Figura 1.9 se muestran los sistemas.



Figura 1.9 Sistemas hidráulicos, eléctricos, etc.

1.3.4.5 ANÁLISIS

Permite fácil y rápido análisis de la estructura de cualquier tipo de ensamblaje. La disciplina de análisis de CATIA V5 provee un rápido diseño y cálculos de análisis de cualquier tipo ya sea de parte o de ensamblaje. Esto es porque los conocimientos de CATIA V5 basados en la arquitectura, permiten que sea fácil manejar la optimización del producto basada en las especificaciones del análisis y los resultados. El análisis de CATIA V5 ofrece una facilidad de uso insuperable, haciendo esta poderosa herramienta accesible para diseñadores y especialistas. Provee todas las herramientas necesarias para diseñadores avanzados y especialistas envueltos en análisis estructural. En la Figura 1.10 se muestra un ejemplo de análisis de elemento finito.

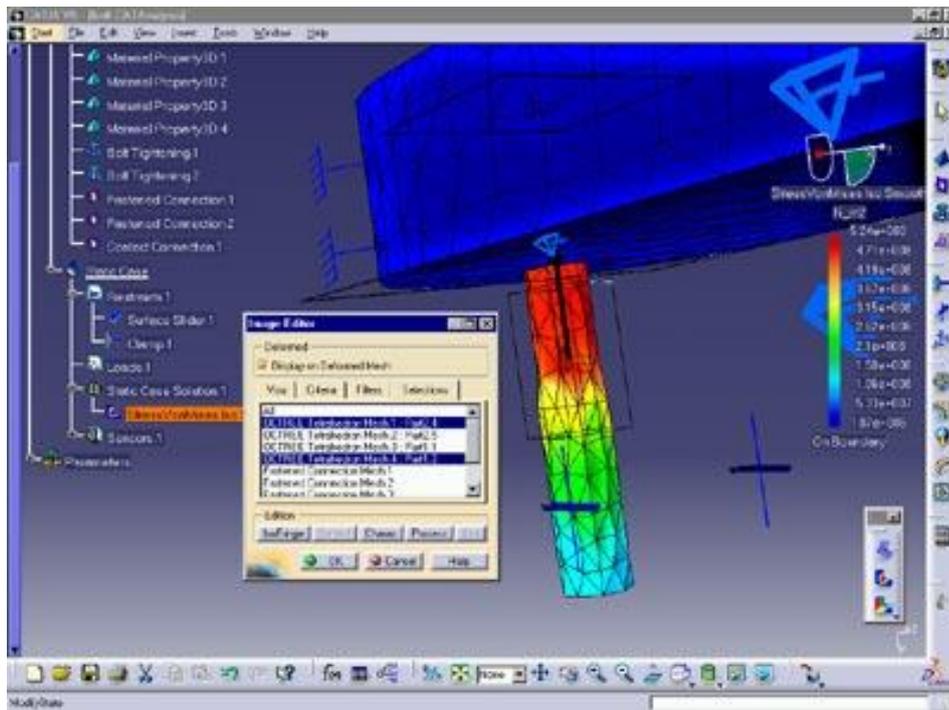


Figura 1.10 Análisis de elemento finito.

1.3.4.6 MAQUINADO

Ofrece conocimientos basados en un producto 3D, construido en una infraestructura integrada y que esta cubierta por todas las aplicaciones especializadas.

CATIA disciplina del maquinado provee una amplia gama de ponderosas capacidades de manufactura plantación y simulación, todas integradas dentro de la misma arquitectura. En la Figura 1.11 se muestra la simulación de la manufactura de piezas.

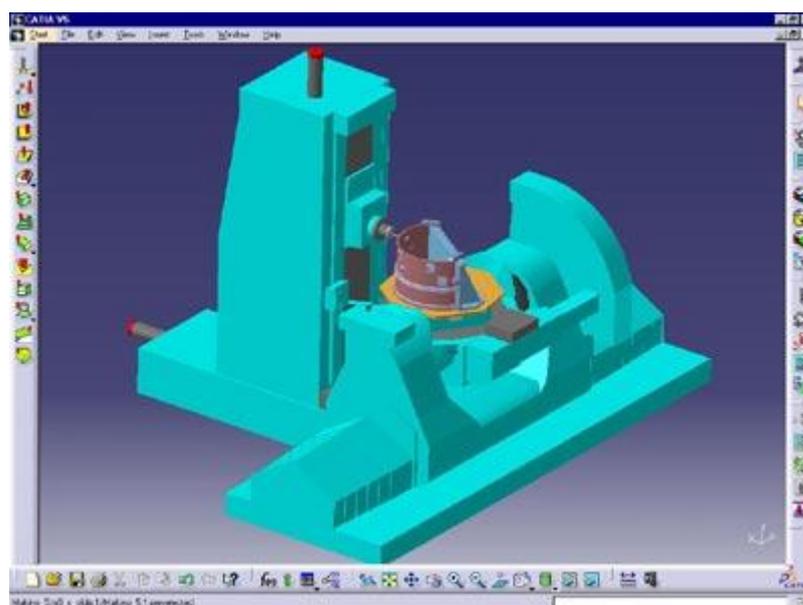


Figura 1.11 Simulación de la manufactura de piezas.

1.3.4.7 INFRAESTRUCTURA

Provee una plataforma escalable para la colaborativa creación del producto y para la dirección de datos del producto.

CATIA la disciplina de la infraestructura esta basada en tecnología innovadora y esta abierta a los estándares de la industria; esto a su vez desarrolla el producto. En la Figura 1.12 se muestran los planos y prototipos en conjunto.

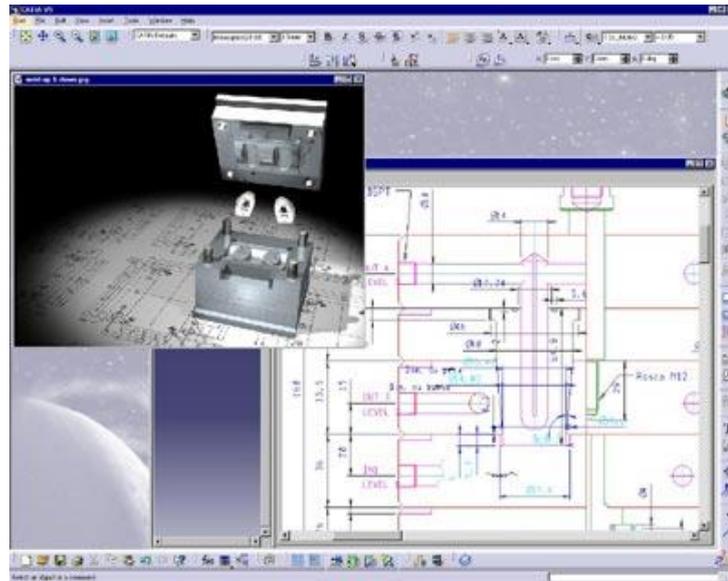


Figura 1.12 Imagen que muestra planos y prototipos en conjunto, los cuales son producto de la utilización de CATIA V5.

1.3.5 BARRAS DE HERRAMIENTAS DE CATIA V5

A continuación se describen las barras de herramientas de CATIA V5 de:

- **LA INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL:** Estas barras de herramientas son las generales en el programa.
- **EL PART DESIGN:** Estas barras de herramientas son las utilizadas para hacer el modelaje en 3D.
- **EL SKETCHER:** Estas barras de herramientas son utilizadas para hacer el bosquejo del modelo en 2D.
- **EL DRAFTING:** Estas barras de herramientas son las utilizadas para detallar el modelo en todas sus vistas.
- **EL ASSEMBLY DESIGN:** Estas barras de herramientas son utilizadas para hacer los ensambles de las piezas modeladas en 3D.

1.3.6 LISTA DE COMANDOS UTILIZADOS

A continuación se proporciona una lista de los comandos e iconos utilizados en este proyecto:

- NEW : Crea un nuevo documento para trabajar.
- CATIA V5 : Abre el programa CATIA V5.
- GEOMETRICAL CONSTRAINTS : Crea restricciones necesarias para que las líneas verticales y horizontales permanezcan así aun cuando se altere su dimensión en el **SKETCHER**.
- GRID : Crea la rejilla de trabajo para una mayor referencia en el **SKETCHER**.
- RECTANGLE : Crea rectángulos y cuadrados según se desee.
- CONSTRAINT : Dimensiona líneas, círculos, que posteriormente en caso de necesitarlo se puede modificar su dimensión.
- EXIT WORKBENCH : Lleva al **PART DESIGN** (escenario 3D).
- PAD : Realiza extrusiones sobre figuras o bosquejos cerrados.
- SHADING (SHD) : Brinda una visualización de la figura como sólido.
- SHADING WITH EDGES : Brinda una visualización mas definida de los ejes de la figura creada como sólido.
- ROTATE : Rota la figura a la posición deseada.
- SKETCH : Lleva al **SKETCHER** (escenario 2D).
- ZOOM OUT : Aleja la vista del modelo para una mayor panorámica.
- LINE : Crea líneas.
- CIRCLE : Crea círculos.
- BI-TANGENT LINE : Crea líneas bi-tangentes (tangenciales a dos círculos o arcos).
- TRIM : Corta líneas.

- QUICK TRIM  : Corta líneas de manera rápida.
- PROFILE  : Crea líneas arcos y circunferencias sin tener que cambiar de comando.
- AXIS  : Crea líneas de ejes.
- MIRROR  : Duplica elementos con respecto a un eje.
- EDGE FILLET  : Hace redondeos en las esquinas o límites de las figuras.
- SHAFT  : Hace revoluciones en perfiles cerrados.
- CHAMFER  : Crea chaflanes.
- FRONT VIEW  : Crea la vista frontal de una figura.
- PROJECTION VIEW  : Proyecta las vistas laterales superior e inferior.
- ISOMETRIC VIEW  : Proyecta un isométrico de la figura.
- DIMENSIONS  : Crea cotas de cualquier línea.
- CHAMFER DIMENSIONS  : Crea cotas en las líneas de chaflán.
- FRAME AND TITLE BLOCK  : Crea marcos de hojas.

1.3.7 DETALLES DE ESCRITURA

A continuación se detallará el modo en que son nombrados los comandos los cuadros de dialogo y las operaciones secundarias; así como las abreviaturas de ciertas instrucciones:

- Comandos: Aparecerán en letra **negrita** con el nombre escrito en mayúsculas y minúsculas, seguido de su correspondiente icono:

Constraint

- Cuadros de dialogo: Aparecerán en letra *cursiva y negrita*, con el nombre escrito en mayúsculas y minúsculas:

Pad Definition

- Pestañas: Aparecerán en letra *cursiva* con el nombre escrito en mayúsculas y minúsculas:

Cartesian

- Casillas: Aparecerán en letra subrayada con el nombre escrito en mayúsculas y minúsculas:

Radius

- Botones: Aparecerán en letra normal con el nombre escrito en mayúsculas:

OK

- Las instrucciones del Mouse: Se dan en letra **negrita** con el nombre escrito en mayúsculas:

CBIM

1.3.8 LISTA DE ABREVIACIONES DE INSTRUCCIONES DEL MOUSE

- **CBIM**: Abreviación de click del botón izquierdo del mouse.
- **CBDM**: Abreviación de click del botón derecho del mouse.
- **CBCM**: Abreviación de click del botón central (scroll) del mouse.
- **DOBLE**: Esto significa que la siguiente operación (como: **CBIM, CBDM;...etc.**) se llevara a cabo dos veces, por ejemplo: **DOBLE CBIM** significa dar doble click con el botón izquierdo del mouse.

Como se ha citado anteriormente en el presente capítulo se dan las bases para poder realizar el diseño y rediseño de las piezas a manufacturar, recordando que El Diseño Mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, mecanismos, máquinas e instrumentos diversos, también sigue rige por las fases del diseño (las cuales son ayudadas por el CAD, CAM y CIM). Con la intención de usar el CAD como herramienta para diseñar es que se utiliza el software CATIA V5 con sus poderosos módulos y comandos que hacen del diseño una experiencia totalmente amigable.

CAPÍTULO 2

"PROCESOS DE MANUFACTURA"

2.1 INTRODUCCIÓN

Se denomina procesos de manufactura al conjunto de actividades organizadas y programadas para la transformación de materiales, objetos o servicios en artículos o servicios útiles para la sociedad. Con el rápido desarrollo de nuevos materiales, los procesos de fabricación se están haciendo cada vez más complejos, de ahí nace la importancia de conocer los diversos procesos de manufactura mediante los cuales pueden procesarse los materiales. Los procesos de manufactura se apoyan de otras ciencias como lo son: tecnología de materiales, diseño, metrología, calidad, diseño de herramientas, maquinas herramientas; ya que cada una de estas ciencias estudia una parte del proceso tecnológico, máquina-dispositivo-instrumento-pieza. El proceso de producción cuenta con diferentes etapas: La producción de las piezas en bruto, su maquinado, control de calidad, medición, etc.

De manera general los procesos de manufactura se clasifican en cinco grupos. En la Tabla 2.1 se muestra esta clasificación:

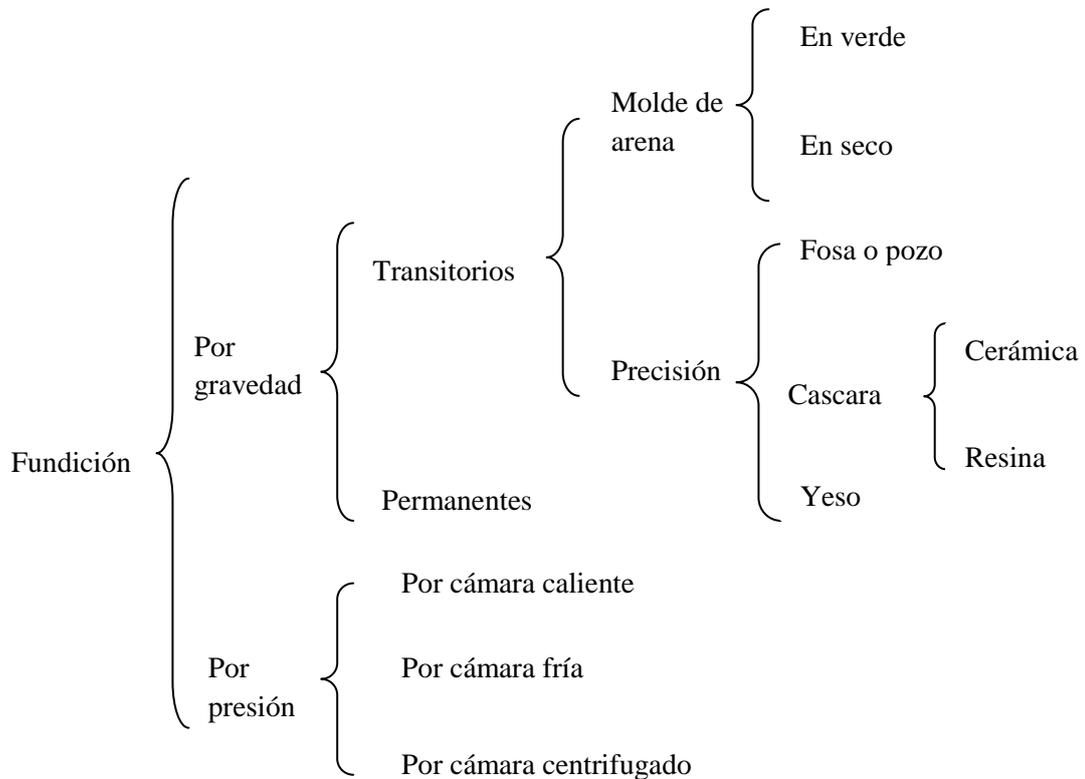
Tabla 2.1 Clasificación de los procesos de manufactura.

Procesos que cambian la forma del material.	<ul style="list-style-type: none"> • Metalurgia extractiva. • Fundición. • Formado en frío y caliente. • Metalurgia de polvos. • Moldeo de plástico.
Procesos que provocan desprendimiento de viruta por medio de máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de maquinado convencional. • Métodos de maquinado especial.
Procesos que cambian las superficies.	<ul style="list-style-type: none"> • Con desprendimiento de viruta • Por pulido. • Por recubrimiento.
Procesos para el ensamblado de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Uniones permanentes. • Uniones temporales.
Procesos para cambiar las propiedades físicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Temple de piezas. • Temple superficial.

En este trabajo solo se hablará de procesos que cambian la forma del material tal es el caso de fundición y procesos que provocan desprendimiento de viruta por medio de maquinas, es decir, métodos de maquinado convencional (torno, fresadora, CNC).

2.2 FUNDICIÓN

Se denomina fundición al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas pero también de plástico, consistente en fundir un material e introducirlo en una cavidad, llamada molde, donde se solidifica. Los métodos de fundición más conocidos se dividen como sigue:



En este trabajo solo se uso fundición por gravedad-transitorios-molde en arena-en verde ya que es más fácil de fundir.

El proceso tradicional es la fundición en arena, por ser ésta un material refractario muy abundante en la naturaleza y que, mezclada con arcilla, adquiere cohesión y moldeabilidad sin perder la permeabilidad que facilita la evacuación de los gases del molde al tiempo que se vierte el metal fundido.

La fundición en arena consiste en colar un metal fundido, típicamente aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros, en un molde de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida.

Para la fundición con metales como el hierro o el plomo, que son significativamente más pesados que el molde de arena, la caja de moldeo es a menudo cubierta con una capa gruesa para prevenir un problema conocido como "flotación del molde", que ocurre cuando la presión del metal empuja la arena por encima de la cavidad del molde, causando que el proceso no se lleve a cabo de forma satisfactoria.

Este tipo de fundición consta de 6 pasos fundamentales y son:

- Realización del modelo.
- Preparación de la arena de moldeo.
- Moldeo.
- Construcción de corazones.
- Fundición y vaciado.
- Limpieza de las piezas.

A continuación se explican cada uno de los pasos mencionados.

2.2.1 REALIZACIÓN DEL MODELO

Para cualquier tipo de fundición en arena; se requiere hacer un modelo, que servirá para formar la cavidad del molde donde se vaciará el metal fundido. Cuando hay que formar un hueco en una pieza se le llama macho o corazón.

El método más sencillo de hacer un modelo es reproducirlo en base a la pieza que se obtendrá, agregando las bases para montar los corazones. Se construyen generalmente de madera, pero se pueden hacer de metal, yeso, plástico, cera o cualquier otro material que se preste.

2.2.1.1 CRITERIOS PARA HACER UN MODELO

Excedentes de contracción: Es el aumento de las dimensiones del modelo para compensar la contracción del metal al enfriarse; aunque la contracción es volumétrica, se aproxima expresándola linealmente. La Tabla 2.2 proporciona la contracción de los metales más comunes empleados en la fundición. Para no tener que hacer todas las conversiones los

modelistas cuentan con reglas (una para cada porcentaje de contracción), en las que cada milímetro es mas grande que un milímetro real.

Excedentes para maquinado: Es el aumento que se da a aquellas dimensiones que hay que maquinar posteriormente, depende del metal, del diseño de la pieza, del método de limpiado, y debe ser mayor si la superficie esta en la tapa del molde, ya que la base sufre una menor variación dimensional. La Tabla 2.3 provee lineamientos generales sobre excedentes para maquinado.

Ángulos de salida: son aquellos que se requieren para permitir que el modelo salga sin romper las paredes del hueco.

Tolerancia: Es la diferencia entre el valor mínimo y el máximo en una dimensión de una pieza fundida. Una regla común es tomarla como la mitad de la contracción.

Filetes: Un filete es un relleno redondo a lo largo de la convergencia de dos superficies de un modelo. En la Figura 2.1 se muestra un ejemplo de filete. Los filetes pueden tallarse en los modelos de madera. Los filetes se utilizan para eliminar ángulos y esquinas, por tanto refuerzan los modelos y la colada de metal.

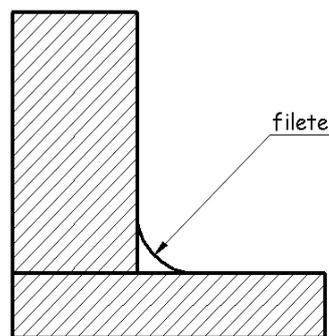


Figura 2.1 Ejemplo de un filete en un modelo.

Tabla 2.2 Excedentes de contracción.

ALEACIÓN	DIMENSIONES DEL MODELO PIEZAS MACIZAS mm	PIEZAS MACHOS mm	CONTRACCIÓN EN %
Fundición gris	Hasta 600 De 630 a 1200 Mas de 1200	Hasta 600 De 630 a 920 Mas de 920	1 0.85 0.7
Fundición gris de alta resistencia	Hasta 600 De 630 a 1200 Mas de 1200	Hasta 600 De 630 a 920 Mas de 920	1.3 1.05 0.85
Fundición blanca Colada en arena	_____	_____	1.5-1.6
Fundición blanca Colada en coquilla	_____	_____	1.8
Fundición maleable Espesor alrededor de 3 mm 10 mm 20 mm	_____	_____	1.3 1.0 0.7
Acero	Hasta 600 De 630 a 1800 Mas de 1800	Hasta 450 De 480 a 1200 De 1220 a 1675 Mas de 1675	2.0 1.55 1.3 1.1
Bronce mecánico con 10% de estaño	_____	_____	1.4
Latón con 37% de Zn	_____	_____	1.6
Latón con 40% de Zn	_____	_____	1-8
Aluminio y sus aleaciones	Piezas pequeñas Piezas medianas Piezas grandes	Piezas pequeñas Piezas medianas Piezas grandes	1.3-1.5 1.2-1.3 1.1-1.2
Aleaciones de magnesio	_____	_____	1.1-1.4
Metal blanco antifricción (aleación de plomo y estaño)	_____	_____	0.2-0.3

Tabla 2.3 Excedentes para maquinado.

ALEACIONES FUNDIDAS	DIMENSIONES DEL MODELO (mm)	BARRENADO (mm)	ACABADO (mm)
Fundición de hierro	Hasta 304.8	3.175	2.381
	330.2 a 609.6	4.76	3.175
	635 a 1066	6.35	4.76
	1092 a 1524	7.937	6.35
	1519 a 2032	9.525	7.937
	2067 a 3048	11.11	9-525
	Mas de 3048	Instrucc. Espec.	Instrucc. Espec.
Fundición de acero	Hasta 304.8	4.76	3.175
	330.2 a 609.6	6.35	4.76
	635 a 1066	7.937	7.937
	1092 a 1524	9.525	9.525
	1519 a 2032	12.7	11.11
	2067 a 3048	15.875	12.7
	Mas de 3048	Instrucc. Espec.	Instrucc. Espec
Hierro maleable	Hasta 152.4	1.587	1.587
	152.4 a 228.6	2.38	1.587
	228.6 a 304.8	2.38	2.38
	304.8 a 609.6	3.968	3.175
	609.6 a 889	4.76	4.76
	Mas de 914.4	Instrucc. Espec	Instrucc. Espec.
Latón, bronce y fundiciones de aluminio aleadas	Hasta 304.8	2.38	1.587
	330.2 a 609.6	4.76	3.175
	635 a 914.4	4.76	3.968
	Mas e 914.4	Instrucc. Espec-	Instrucc. Espec.

La línea de partición: Representa la superficie que divide al modelo en las partes que forman las cavidades en la semicaja superior y la semicaja inferior del moldeo. Si es posible la línea de partición deberá ser recta, significa que un solo plano divide el modelo en las secciones de las semicajas de moldeo superior e inferior. Se requiere una línea de partición recta para un modelo de piezas sueltas, con el fin de permitir que las secciones descansen planas en el tablero o moldeo. En la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de línea de partición.

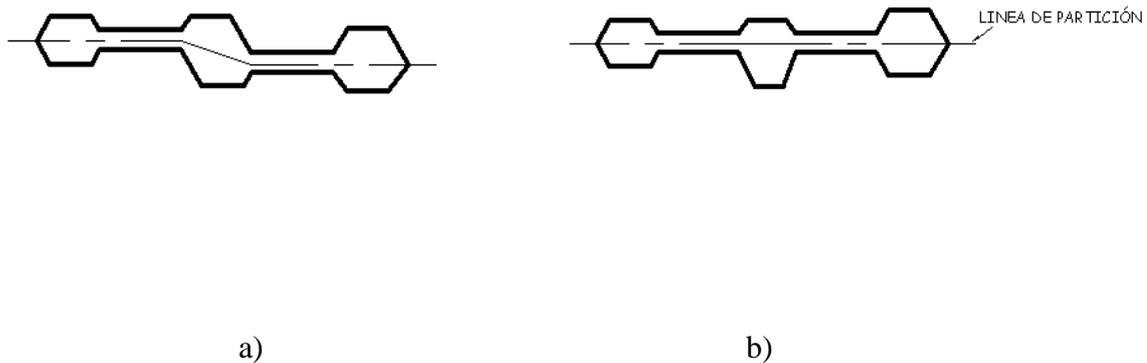


Figura 2.2 La línea de partición del diseño a) no es recta y la pieza es más difícil de colar que la b).

La función principal de un modelo es formar la cavidad del molde, sin embargo un buen modelo cumple con otras funciones:

- Hace los bebederos (alimentadores para el metal fundido) y conductos de colada para obtener máximos beneficios del moldeo a máquina.
- Hace las bases de montaje de corazones.
- Establece puntos de medición y de localización para verificar dimensiones y para localizar la pieza en maquinados posteriores.
- Si la superficie es lisa y los montajes firmes, se eliminan defectos en las piezas fundidas.
- Reduce costos por medio de un buen aprovechamiento del espacio en el molde, tamaños estándar, método de moldeo, etc.

2.2.2 PREPARACIÓN DE LA ARENA DE MOLDEO

Las arenas de moldeo tienen un origen común, el grafito que es la roca madre de la cual derivan. Estos materiales están constituidos por granos de cuarzo (bióxido de silicio, muy

refractario) y por arcilla (silicato hidratado de aluminio), que es el elemento de unión y confiere plasticidad y disgregabilidad al molde. Estas arenas pueden resistir altas temperaturas sin descomponerse, son de bajo costo y tienen una gran duración.

Las características técnicas de la arena que interesan más en conocer y comprobar son:

- a) La refractabilidad de una arena, que se determina por la temperatura a la cual puede someterse sin presentar signos de fusión.
- b) Tener cohesión y resistencia con el objeto de poder reproducir y conservar la forma del modelo. La cohesión es consecuencia directa de la acción del aglutinante, depende de la naturaleza y contenido de este último y del porcentaje de humedad.
- c) Permitir la evacuación rápida del aire contenido en el moldeo y de los gases que se producen en el acto de la colada por la acción del calor sobre el mismo molde, es decir, deben tener permeabilidad.
- d) El deslizamiento y la movilidad de una arena de fundición, gracias a los cuales llena todos los huecos del modelo y se desliza hacia la superficie del mismo y no necesariamente en la dirección del apisonado.
- e) Disgregarse fácilmente para permitir la extracción y el pulido de la pieza.

Existen muchos tipos de arenas residiendo la diferencia entre cada una en el contenido de arcilla que pueden tener y en la forma y dimensiones del grano que las constituye. La estructura granular propia de la arena asegura la permeabilidad. Es necesario aclarar que hay una gran diferencia entre la arena que esta en contacto inmediato con el molde y la arena de relleno. La primera al formar la superficie del molde sufrirá la acción directa del metal líquido, por lo tanto exige una comprobación cuidadosa del grano y una preparación perfecta para garantizar la refractabilidad, permeabilidad y cohesión mas elevada. La arena de moldeo forma un ciclo de utilización. En la Figura 2.3 se muestra el ciclo de utilización de la arena de moldeo. A continuación se explica a partir del desmoldeo; de esta operación se obtienen terrones de arena verde (reutilizable) y trozos de corazones de arena seca (no regenerables) que se desechan.

Para hacer corazones siempre se utiliza arena nueva de grano grande (en comparación con la arena de moldeo), con el fin de que el corazón sea una pieza porosa y los gases que forman al entrar en contacto con el metal caliente, pueden salir a través del primero.

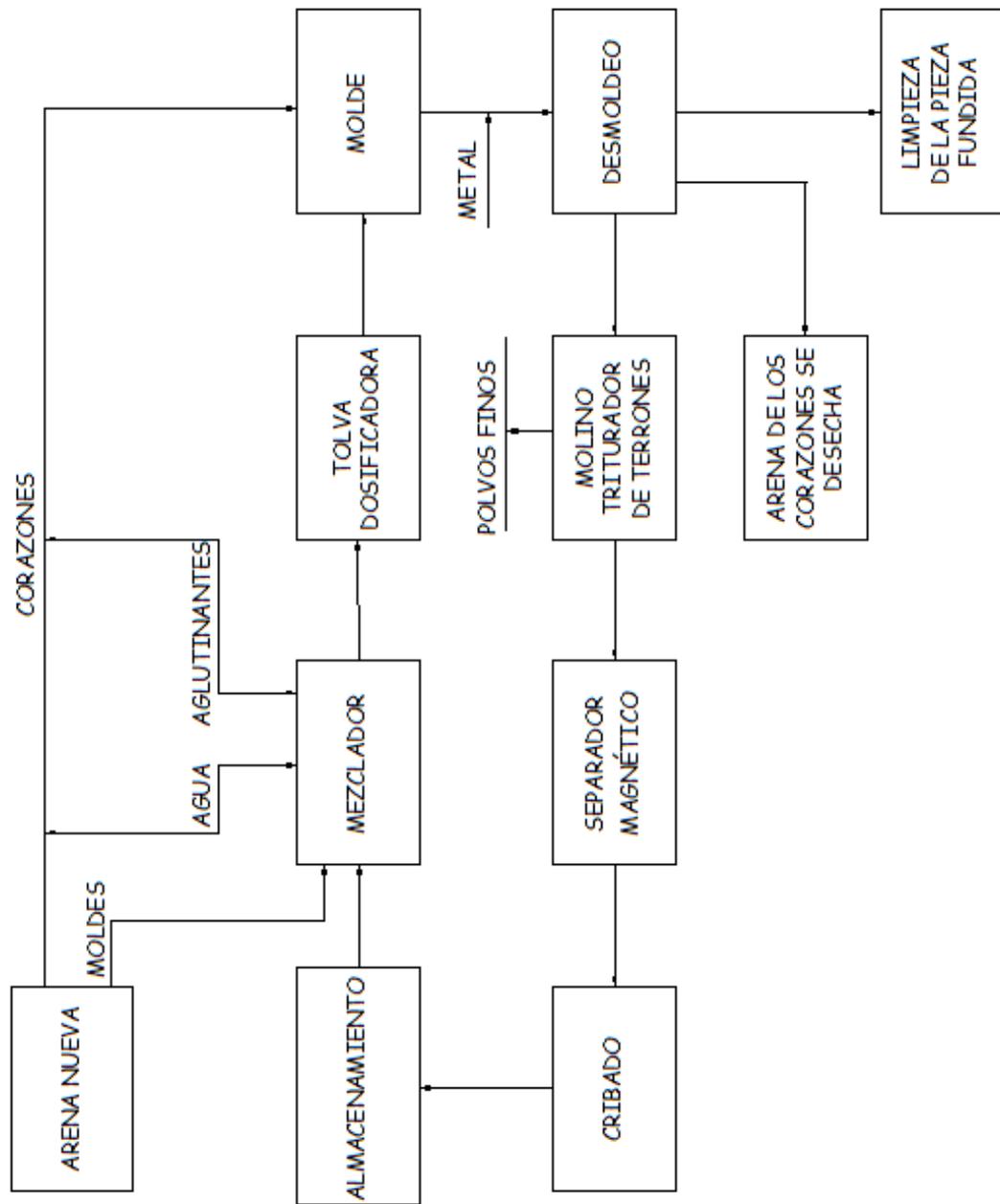


Figura 2.3 Ciclo de utilización de la arena de moldeo.

Los aglutinantes que se utilizan para la arena de moldeo y para los corazones se clasifican a continuación:

- Aglutinantes inorgánicos de tipo arcilloso: Arcillas y bentonitas.
- Aglutinantes inorgánicos cementosos: Cementos y silicatos.
- Aglutinantes orgánicos: Cereales, lignina, melaza, alquitrán, resina y aceites.

El uso de las arenas sintéticas se ha incrementado notablemente en el último decenio debido a las innegables ventajas que presentan respecto a las arenas naturales. En primer lugar poseen características más uniformes, y por otra parte, la arena base esta exenta de polvo fino, ya que el aglutinante se añade en cantidades previamente comprobadas a fin de reducir al máximo el límite de humedad y obtener no solo una refractabilidad más elevada, sino una mayor permeabilidad.

Sin embargo en las arenas sintéticas el intervalo de humedad que permite la elaboración, es mucho más restringido que en las naturales, se secan más rápidamente y ofrecen más dificultades para el acabado y la separación de los moldes. La arena de moldeo puede dividirse en dos categorías:

- a) Arena para moldeo en verde: Con la cual se confeccionan moldes en los que se efectúa la colada sin someterlos a ningún secado. Este tipo de arena implica un sistema de moldeo más económico y permite producciones en serie y un empleo menor de cajas de moldeo. A pesar de esto no todas las piezas se pueden producir con el moldeo en verde particularmente las piezas grandes son difíciles de hacer con este sistema.
- b) Arena para moldeo en seco: Con esta arena se hacen moldes que antes de la colada se sometan a un secado, cuya finalidad es aumentar la cohesión de la arena, con el fin de que pueda soportar mejor la acción mecánica del metal fundido, acrecentar la permeabilidad y absorber parte de los gases que se producen en el curso de la colada.

La preparación de la arena de moldeo se realiza de modo diverso en las distintas fundiciones, según los materiales que se disponen, los objetivos a alcanzar y la costumbre. Normalmente se mezcla arena nueva con arena usada de anteriores moldeos, agregando los ingredientes adecuados.

2.2.3 MOLDEO

Moldeo en arena verde es el método más común, consiste en una mezcla de arena, arcilla, agua y algunos otros materiales. El término “verde” no se refiere al color, sino a la humedad que contiene la arena, en contraposición con la arena seca que es horneada después de moldearse perdiendo la humedad.

En la figura 2.4 se muestran los principales componentes de un molde y la función de algunos de ellos se explica a continuación:

- Respiradero: Consiste en un orificio delgado, generalmente hecho con una aguja, que sirve para que no se quede el aire atrapado al vaciarse el metal y para que salgan los gases que se forman al entrar en contacto la arena con el metal fundido.
- Rebosadero: Sirve para evitar que queden huecos por falta de metal al solidificarse una pieza, ya que actúa como una reserva de metal caliente y ayuda a compensar la contracción por solidificación además sirve como respiradero.
- Bebedero: Es el conducto que lleva al metal, de donde se vierte a la cavidad del molde consta de las siguientes partes; a) represa de vaciado. Es el lugar que recibe el chorro de metal, sirve como embudo y en algunos casos como filtro de escoria, b) orificio de colada. Es el conductor vertical que lleva el metal al nivel de la cavidad del molde, c) alimentador. Es el conducto que une el orificio de colada con la cavidad del molde, se hace en la mitad inferior de este último y muchas veces lleva trampas de escoria donde esta queda atrapada flotando sobre el metal.

A continuación se describen los pasos básicos para la elaboración de un molde:

- Se coloca un tablero para moldear, sobre una mesa o en el piso. La mitad inferior de una caja de moldeo, denominada caja base o inferior se pone sobre el tablero. La mitad del tablero se coloca sobre el tablero. En la Figura 2.5 se muestra como debe ir colocado el tablero.

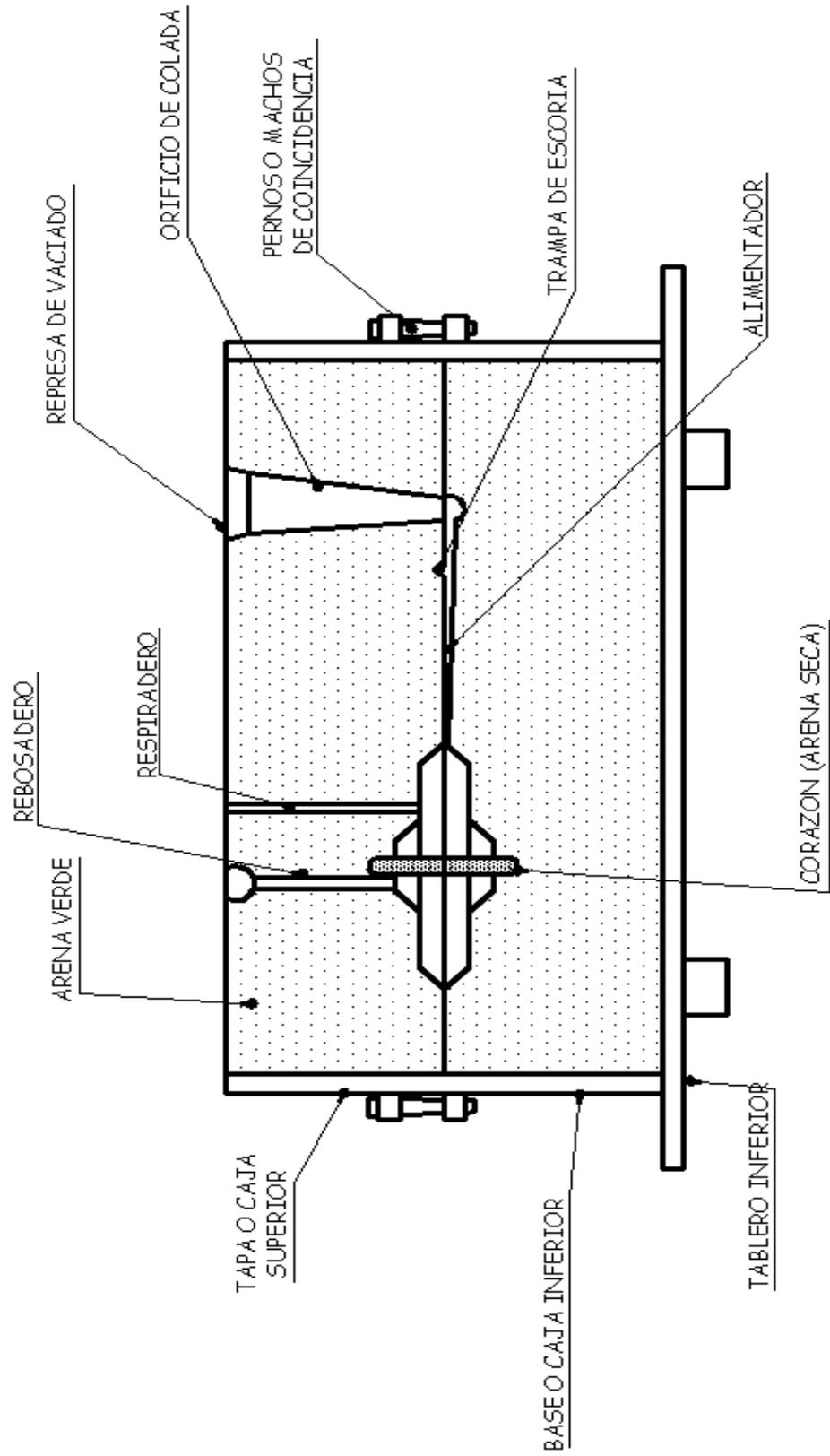


Figura 2.4 Componentes de un molde.

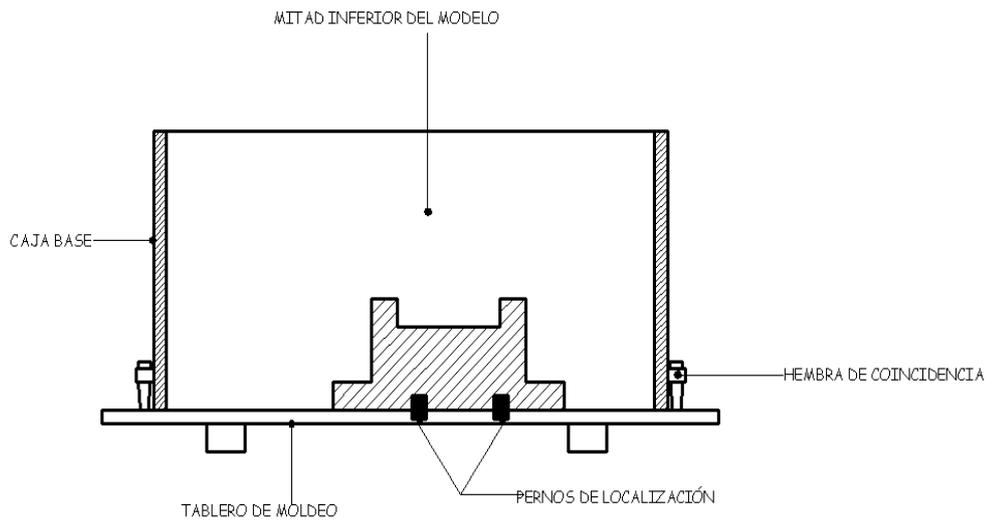


Figura 2.5 Se coloca la mitad inferior del modelo y la caja base, sobre un tablero de moldeo.

- Se cubre el modelo con arena fina y después se llena la caja del modelo con arena de relleno, apisonando firmemente para compactarla. En la Figura 2.6 se muestra la forma en que debe ir colocada la arena. El moldeador utiliza un pisón de madera para moldes menores de medio metro. Para moldear mayores o alta producción se usan pisones neumáticos para compactar. Una vez que se llena y compacta la arena de la caja base, se le quita el exceso con un rasero.

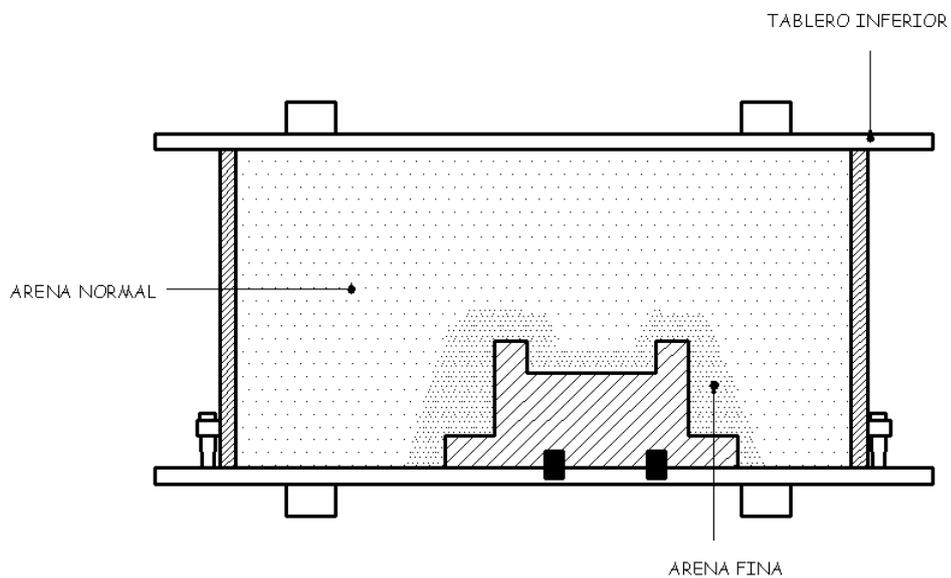


Figura 2.6 Se vierte arena en la caja, apisonándola para compactarla, se rasa y una vez colocado y sujetado el tablero inferior se procede el volteo.

- Se coloca el tablero inferior sobre la caja base, se mantiene en contacto firme con las manos o mediante tenazas o máquina de moldear. En la Figura 2.7 se muestra la arena compactada y se procede el volteo.

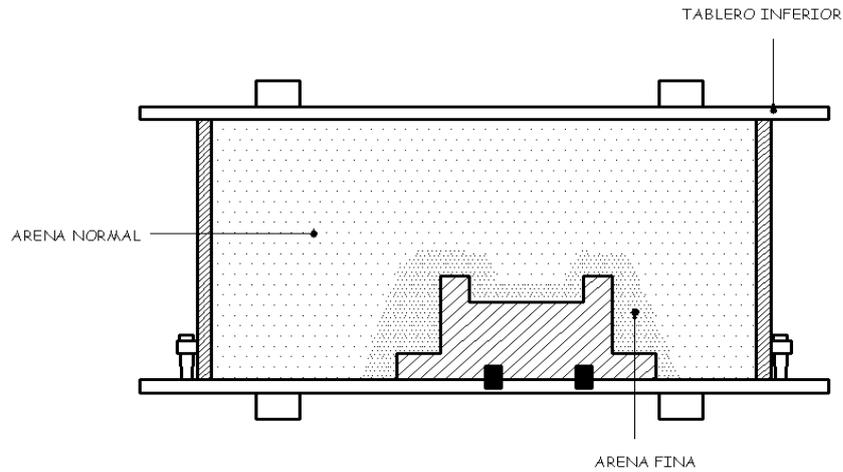


Figura 2.7 Se procede el volteo

- Se coloca la caja superior sobre la caja base y se alinean ambos mediante pernos o machos de coincidencia. La mitad superior del modelo se monta a la inferior por medio de pernos de madera o acero. En la Figura 2.8 se muestra como debe ir colocada la caja superior sobre la caja base.

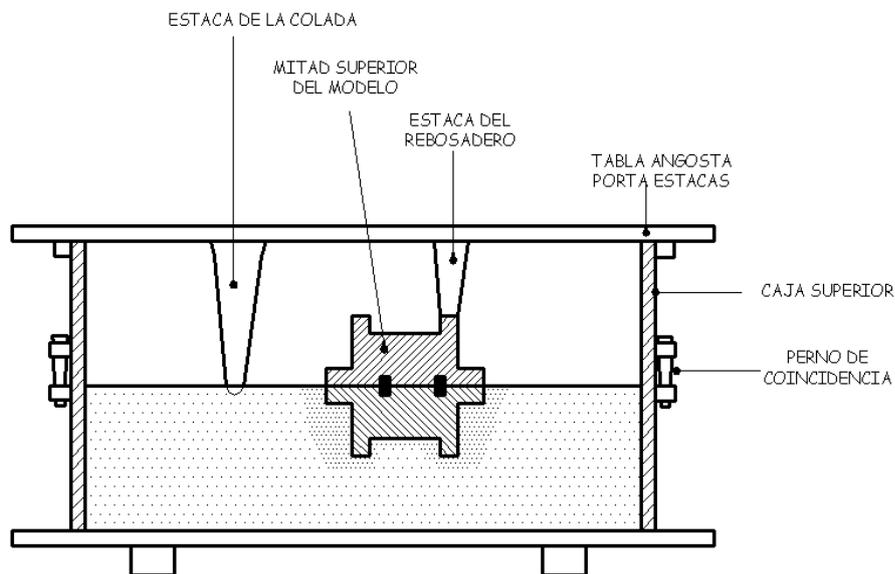


Figura 2.8 Se colocan la caja superior, la mitad del modelo y las estacas para formar los orificios de colada y el rebosadero.

- Se colocan estacas de madera o metal como se muestra en la Figura 2.9, para formar los orificios de colada (bebedero) y del rebosadero; se llena la caja superior igual que la inferior y después de compactar se extraen las estacas. Enseguida se coloca encima el tablero para el volteo.

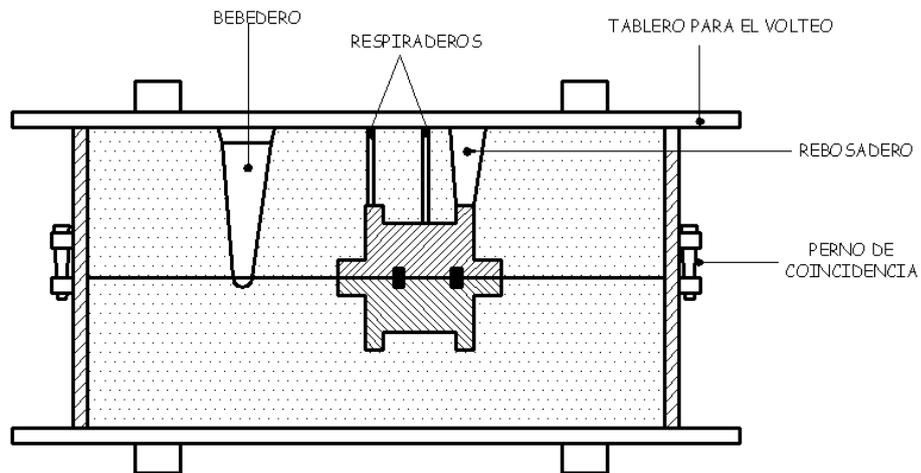


Figura 2.9 Son extraídas las estacas y perforados los orificios para los respiraderos y se coloca encima el tablero para el volteo de la caja superior.

- Se levanta la caja superior como se muestra en la Figura 2.10 a) y se voltea para sacar el modelo como se muestra en la Figura 2.10 b) y hacer en la caja inferior el conducto de colada que une al molde con el orificio de colada.

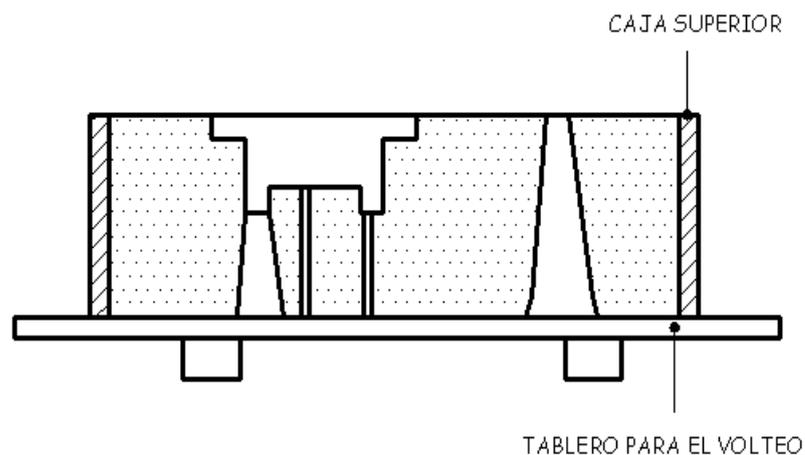


Figura 2.10 a) Se separan las dos cajas para extraer el modelo en la caja base se hace el conducto para la colada y se monta el corazón.

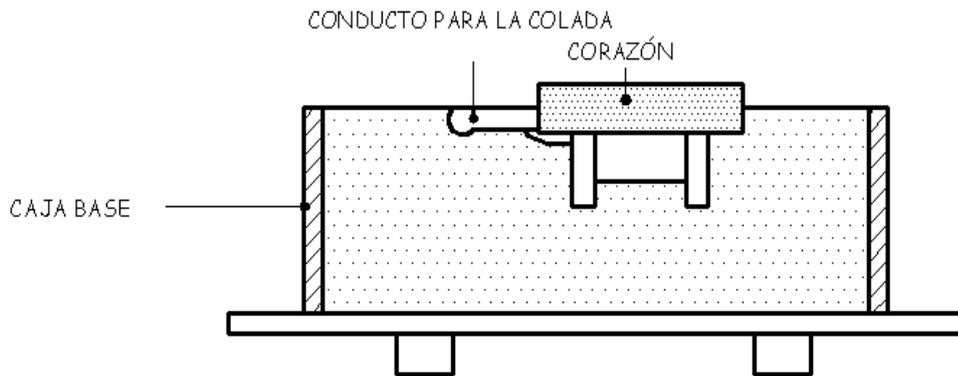


Figura 2.10 b) Se separan las dos cajas para extraer el modelo en la caja base se hace el conducto para la colada y se monta el corazón.

- Se vuelve a colocar la caja superior sobre la inferior, alineando cuidadosamente ambas mitades del molde por medio de pernos exteriores como se muestra en la Figura 2.11.

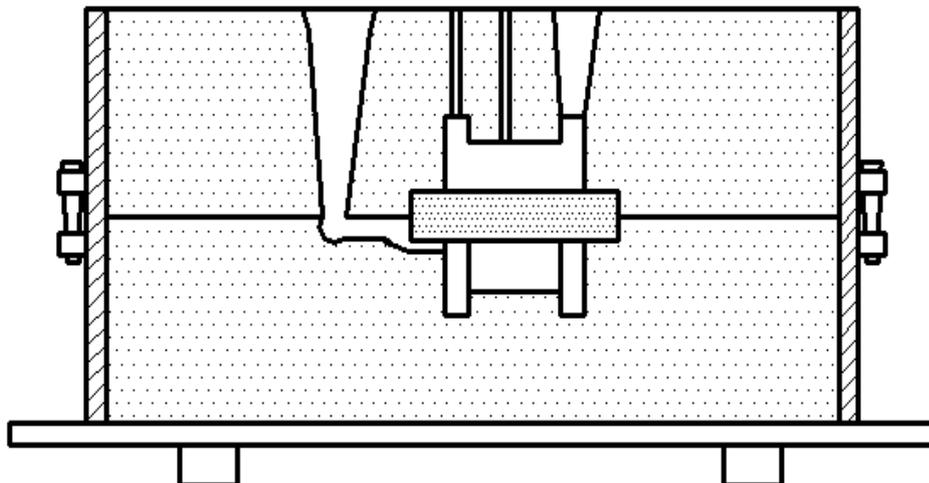


Figura 2.11 La caja superior se vuelve a colocar sobre la inferior. Al quitar el tablero de volteo se procede a vaciar el metal fundido.

- El molde está listo; si es muy profundo se colocan pesos sobre la caja superior para contrarrestar la presión del metal. Es común hacer las salidas de los gases (respiraderos) colocando una aguja en el molde, para que al colar no quede aire atrapado y tengan salida los gases que se forman al entrar en contacto el metal fundido y la arena húmeda.

2.2.4 CONSTRUCCIÓN DE CORAZONES

Un corazón es una pieza que se coloca en la cavidad de un molde, con el propósito de formar superficies internas en las piezas de fundición. Se pueden hacer de arena, yeso, metal o cerámica, dependiendo del uso que se les va a dar, de la forma del corazón y del costo que se desea obtener de los colados. La mayoría de los moldes se hacen de arena verde o seca.

Corazones de arena verde: Son formados por el modelo y se hacen de la misma arena que el resto del molde. En la Figura 2.12 se muestra un ejemplo de corazón de arena verde.

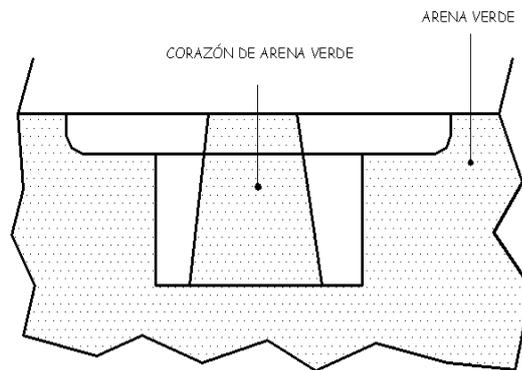


Figura 2.12 Corazón de arena verde.

Corazones de arena seca: Son formados separadamente en una caja de corazones y se insertan en el molde antes de cerrarlo. En la Figura 2.13 se muestra un ejemplo de corazón de arena seca.

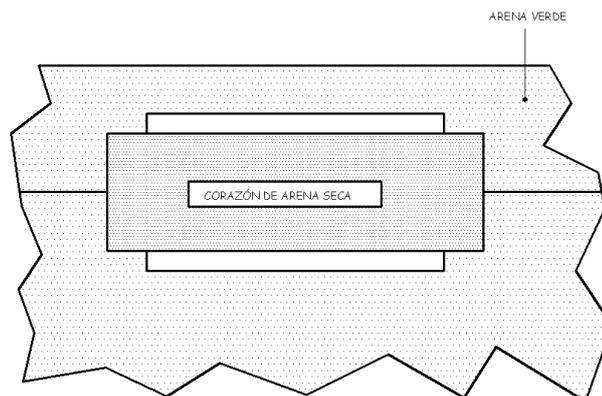


Figura 2.13 Corazón de arena seca.

Es preferible usar corazones de arena verde, ya que son más baratos por no tener caja y moldearse al mismo tiempo, sin embargo en la mayoría de los casos se hacen de arena seca, debido a que estos resisten mejor la erosión, son más precisos y soportan mejor el choque térmico. El método manual para construir corazones consiste en llenar la caja de corazones con arena (arena sílica con aglutinante), que se comprime de la misma forma que en moldeo manual, después se saca el corazón y se hornea sobre una placa metálica. Muchas veces se moldea y hornea el corazón en dos mitades y después se pegan ambas.

Los corazones algunas veces requieren de una armadura de alambre para que no se rompan, la cual se coloca dentro de la caja ahogándose en la arena. Cuando el metal fundido entra en contacto con la arena se producen gases, los cuales forman burbujas en el metal; para evitar el problema se hace una salida para los gases en los corazones, introduciendo una aguja antes de desmoldear el corazón. Una vez desmoldeados y hechas las salidas de gases, los corazones se hornean. Para seleccionar el tipo de horno a emplear es necesario tomar en cuenta el tamaño de los corazones, el tipo de aglutinante usado y las cantidades consideradas.

Básicamente hay tres métodos para hornear corazones:

- a) El primero caja de corazones caliente
- b) El segundo consiste en un horno calentado por carbón, diesel o petróleo que pueden tener diferentes formas y tamaños donde se introduce el corazón
- c) El tercero usa el principio de los hornos de microondas, que consiste en meter un material dieléctrico (como la arena) en un campo magnético para que oscile a alta frecuencia (20 MHz) causando que sus moléculas vibren y el material se caliente, debido a que en este proceso, no se puede usar una placa de horneado metálica, se utiliza una de asbesto o de madera en capas (triplay).

Una vez horneados los corazones se les pulen las salientes y se cepillan para quitar los granos de arena sueltos. A continuación se rectifican las dimensiones si así lo requieren, se les hace conductos de colada o salida de gases.

Por último, solo queda montar el corazón en las marcas que deja el modelo, cerrar el molde y colar.

2.2.5 FUNDICIÓN Y VACIADO

Fundición, para fundir un metal antes de vaciarlo, existen diferentes tipos de tipos de hornos que se dividen en: de combustible, eléctricos.

- a) Hornos de combustible: Los hay con el metal y el combustible en contacto, y con el metal y combustible separados que son los siguientes:
- Horno de crisol: es el más sencillo, consta de un crisol de grafito (en aleaciones de bajo punto de fusión puede ser de acero), montado sobre refractarios y rodeado de coke, actúa como combustible. El aire para la combustión se suministra mediante un soplador.
 - Hornos oscilantes y giratorios, consta de un hogar que oscila o gira de manera que la pared, alternativamente se calienta, mientras no esta en contacto con el metal y cede calor al entrar en contacto con él aumentando la eficiencia del proceso.
- b) Hornos eléctricos: Los hay de tres tipos de arco, resistencia e inducción.
- Hornos de arco: En los de arco directo, este se efectúa entre los electrodos y el metal; los hay monofásicos y trifásicos; en los de arco indirecto este se forma entre los dos electrodos y el calor es radiado al metal, estos últimos por lo regular son monofásicos.
 - Hornos de resistencia: Los hay de resistencia no metálica, esta va montada en soportes de metal enfriados por agua y atraviesa horizontalmente sobre la carga con corrientes de 2000 a 15000A, se eleva la temperatura del electrodo a unos 2000° C y la cámara a unos 1650° C generalmente el hogar oscila para pasar el calor de las paredes a la carga por conducción. También los hay de resistencia metálica, en los que cintas o alambres de cromo-níquel se suspenden en la bóveda y se calienta al paso de la corriente a través de ellos, su construcción es similar a la de los de resistencia no metálica. La temperatura de la resistencia no pasa de unos 1300° C, por lo que solo se usa para aleaciones con punto de fusión menor de 700° C.

- Hornos de inducción: Se dividen en hornos de baja frecuencia y de alta frecuencia:
 - Baja frecuencia: La cámara de fusión consta de una sección principal y de un anillo delgado que envuelve a un núcleo de hierro excitado por una bobina esto induce un voltaje en el metal contenido en el anillo y como éste se encuentra en corto circuito, circula una fuerte corriente que libera calor por Ley de Joule y funde el metal. Poco a poco este calor se transmite a la cámara principal por conducción y convección y toda la masa se funde.
 - Alta frecuencia: Estos hornos se basan en que al colocar un metal en un campo magnético de frecuencia y densidad altas, dicho metal se calienta por la rápida vibración de sus dipolos magnéticos. Constan de un grupo motor-generador de alta frecuencia, conectado a una bobina con condensadores.

Vaciado y colada: Para esta operación la caja puede estar en posición horizontal, inclinada (para que los gases o impurezas sean obligados a salir por los respiraderos).

Tanto en el moldeo mecánico como en el manual, es posible colar un solo molde, o bien agruparlos para ahorrar tiempo, espacio y cajas.

Por lo general el metal es transportado del horno al lugar de colada en crisoles, cuando se funden piezas pequeñas se usan crisoles sencillos que pueden contener de 15 a 18 Kg. Durante la colada se debe mantener limpia la superficie del metal líquido, esto se logra utilizando un espumador, con el que saca la capa de escoria. El espumador debe estar limpio, seco y precalentado antes de ser introducido al crisol para evitar la producción de chispas.

2.2.6 LIMPIADO DE LAS PIEZAS

La limpieza de las piezas fundidas se refiere a las operaciones de eliminación de arena pegada, bebederos, rebosaderos y demás adhesiones indeseables.

Eliminación de bebederos y rebosaderos: Si la fundición es quebradiza esta se hace por medio de un impacto o por vibración, la eliminación de por impacto se efectúa con martillo o marro.

Con este método existe el riesgo que se fracture la pieza. Otro método consiste en cortar los bebederos por medio de sierra cinta, sierra circular o disco abrasivo.

Eliminación de arena: Esta operación se hace generalmente después de haber quitado los bebederos y los rebosaderos, sin embargo cuando se cortan estos con sierra o soplete se puede facilitar la operación quitando la arena antes.

Limpieza en tambor: Este método consiste introducir las piezas a limpiar a un tambor giratorio haciendo que se golpeen y froten unas contra otras, desprendiéndose la arena y algunas rebabas.

Limpieza por chorro: Este método es el más rápido para quitar la arena y escamas, consiste en proyectar contra la pieza un chorro de partículas abrasivas. Los abrasivos utilizados son arena, granalla metálica.

2.3 TORNO

2.3.1 ANTECEDENTES DEL TORNO

El torno es una de las maquinas herramientas mas antiguas e importantes. Puede dar forma, taladrar, pulir y realizar otras operaciones. Los tornos para madera ya se utilizaban en la edad media. Por lo general, estos tornos se impulsaban mediante un pedal que actuaba como palanca y, al ser accionado, movía un mecanismo que hacia girar el torno. En el siglo XVI, los tornos ya se propulsaban de forma continua mediante manivelas o energía hidráulica, y estaban dotados de un soporte para la herramienta de corte que permitía un torneado mas preciso de la pieza. Al comenzar la Revolución Industrial en Inglaterra, durante el siglo XVII, se desarrollaron tornos capaces de dar forma a una pieza metálica. El desarrollo del torno pesado industrial para metales en el siglo XVIII hizo posible la producción en serie de piezas de precisión.

En la década de 1780 el inventor francés Jacques de Vaucanson construyo un torno industrial con un portaherramientas deslizante que se hacia avanzar mediante un tornillo manual. Hacia 1797 el inventor británico Henry Maudslay y el inventor estadounidense David Wilkinson mejoraron este torno conectando el porta herramientas deslizante con el husillo, que es la parte del torno que hace girar la pieza trabajadora. Esta mejora permitió hacer avanzar la

herramienta de corte a una velocidad constante. En 1820, el mecánico estadounidense Thomas Blanchard invento un torno en el que una rueda palpadora seguía el contorno de un patrón para una caja de fusil y guiaba a la herramienta cortante para torneear una caja idéntica al patrón. El torno revolver, desarrollado durante la década de 1840, incorpora un portaherramientas giratorio que soporta varias herramientas con solo girar el portaherramientas y fijarlo en posición deseada. Hacia finales del siglo XIX se desarrollaron tornos de revolver automáticos para cambiar las herramientas de forma automática. Los tornos pueden programarse para controlarse la secuencia de operaciones, la velocidad del giro del usillo, la profundidad y dimensiones del corte y el tipo de herramienta.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS

Todos los tornos desprenden viruta de piezas que giran sobre su eje de rotación, por lo que su trabajo se distinguirá por que la superficie generada será circular, teniendo como centro su eje de rotación. En el torno de manera regular se pueden realizar trabajos de desbastado o acabado de las siguientes superficies:

- Cilíndricas (exteriores e interiores).
- Cónicas (exteriores e interiores).
- Curvas o semiesféricas.
- Irregulares (pero de acuerdo a un centro de rotación).

Se pueden realizar trabajos especiales como:

- Tallado de roscas.
- Realización de barrenos.
- Realización de escariado.
- Moleteado de superficies.
- Corte o tronzado.

A continuación se describen las partes del torno. En la Figura 2.14 se observan estas partes.

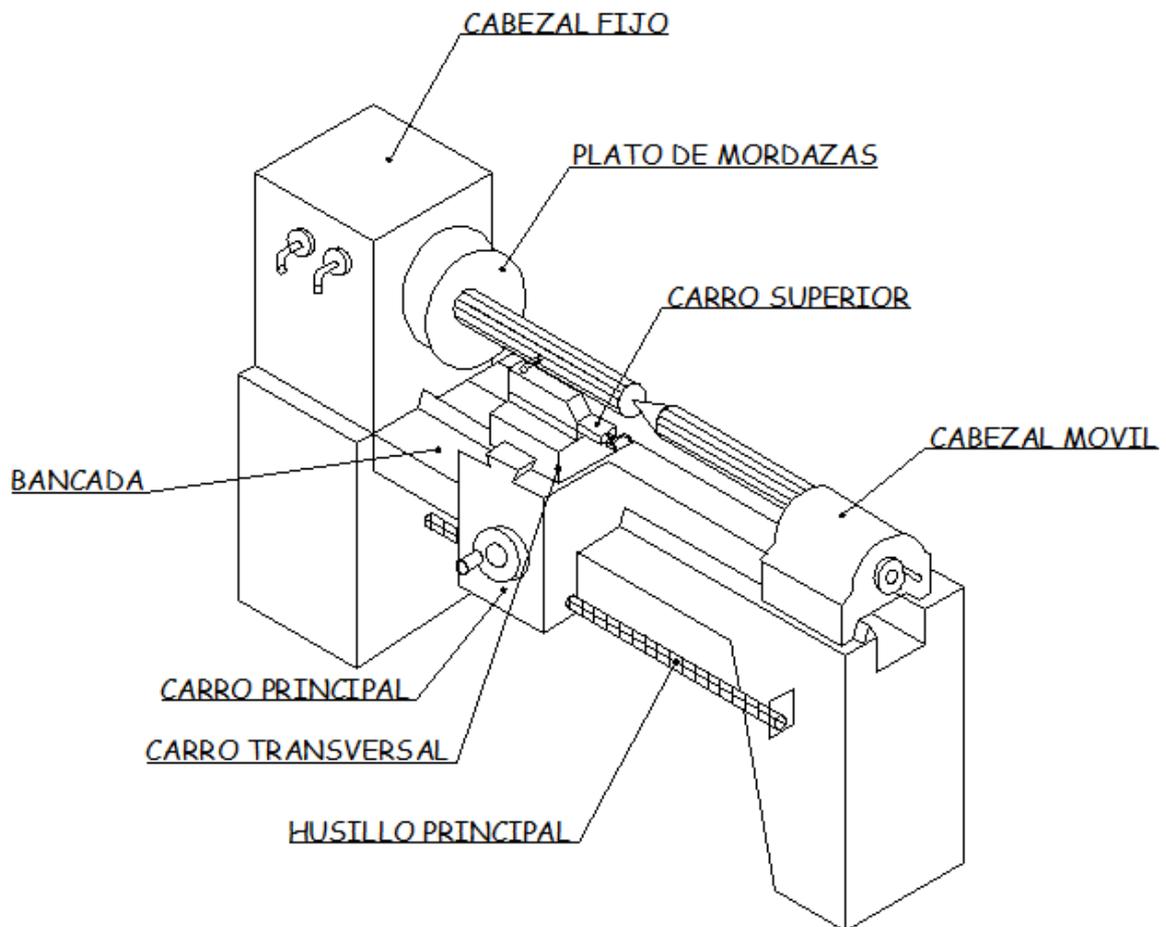


Figura 2.14 Partes del torno.

- Cabezal: Cavidad fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas o formando parte de la misma. En ella va alojado el eje principal. En su interior van alojados los diferentes mecanismos de velocidad avances roscados...etc. por medio de los mandos adecuados desde el exterior. Los sistemas mas utilizados son los engranajes.
- Inversor: Se utiliza cuando estas trabajando y quieres hacer una función de avance automático o roscado y quieres seleccionar el sentido de dicho trabajo, tanto si es transversalmente como longitudinalmente. Con lo cual en transversalmente será para delante o detrás y longitudinalmente hacia la izquierda o la derecha.
- Caja de avances: El mecanismo de avance hace posible el avance automático y regula su magnitud. Como el cambio de ruedas en la lira resulta una operación lenta y engorrosa, la mayoría de tornos tiene en la parte anterior una bancada, una caja de cambios, más o menos compleja, para obtener diversas velocidades a su salida, sin cambiar las ruedas de recambio.

- Bancada: Zócalo de fundición soportado por 1 o mas pies que sirve de apoyo y guía que sirve de las demás partes del torno. Normalmente es: fundición gris perlifica dura y frágil capaz de soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo sin experimentar deformaciones apreciables que pudieran falsear las medidas de las piezas mecanizadas.
- Eje de roscar: Su finalidad es accionar el avance longitudinal automático del carro, únicamente en el caso de tallado de roscas y cuando se trata de otro tipo de trabajos (por ejemplo, la construcción de muelles) que requieran un avance exacto).
- Eje de cilindrar: Tiene por objeto transmitir el movimiento desde la caja de avances al carro para efectuar las operaciones de cilindrado y refrentado. El avance de cilindrado es siempre menor que el del roscado, pero van relacionados entre si.
- Tablero de carro: Consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre las guías de la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y se desliza por la parte anterior de la bancada. Unas protecciones provistas de hendiduras, en los extremos anterior y posterior del carro, que sirven de alojamiento a unos filtros, tienen por finalidad que penetren las virutas y suciedad entre la superficie de desplazamiento y las guías.
- Contracabezal y contrapunto: El contracabezal con el cabezal fijo es el segundo soporte de la pieza cuando se trabaja entre puntos. Se desliza sobre la bancada; el eje de simetría del manguito o caña debe estar rigurosamente a la misma altura que el eje del cabezal y en línea con el. Se utiliza también para soportar útiles tales como porta brocas...etc. otras funciones son: taladrar, escariar, roscar, etc.
- Eje de contracabezal: Puede moverse transversalmente sobre la primera mediante 1 o 2 tornillos pueden fijarse en cualquier punto mediante una tuerca. Tiene un agujero en el interior donde permite el bloqueo de la caña, cuyo final acaba en cono morse para alojar el punto.
- Carro principal: Consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre las guías de la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y se desliza por la parte anterior de la bancada. Unas protecciones provistas de hendiduras, en los extremos anterior y posterior del carro, que sirven de alojamiento a unos filtros, tienen por finalidad que penetren las virutas y suciedad entre la superficie de desplazamiento y las guías.
- Carro transversal: El carro transversal se desplaza sobre el cuerpo del carro principal siguiendo al eje de rotación del carro principal. En la parte superior lleva una ranura

circular en forma de T que sirve para alojar las cabezas de los tornillos que servirán para el carro portaherramientas. Se puede desplazar a mano o automáticamente.

- Carro orientable: El carro orientable, llamado también carro portaherramientas esta apoyado en el carro transversal en una plataforma giratoria que puede girar sobre un eje central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos.
- Plataforma giratoria: Fijada al carro transversal graduada y movilidad absoluta aflojando diversos tornillos sirve para hacer conicidad e inclinaciones.
- Portaherramientas: El carro orientable esta provisto de un eje fijo sobre el que puede girar una torreta cuadrada que permite fijar 4 útiles a la vez y presentarlos en el momento preciso sobre la pieza. Para cambiar de útil solo es necesario aflojar la tuerca central y girar luego se aprieta otra vez y ya esta.
- Punto: Es el punto céntrico de la pieza que vamos a mecanizar cuan ya esta sujeta tanto sean piezas excéntricas como céntricas.
- Plato: Pieza normalmente metálica sujeta al eje principal donde se alberga y fija la pieza que nos disponemos a mecanizar. Hay diferentes tipos de platos como el plano, 3 garras, 4 garras... etc.
- Eje principal: Es el mecanismo que más esfuerzos soporta mientras se esta mecanizando, ya que esta sujeto a esfuerzos de torsión y axiales. Se fabrica de acero tratado al cromo, níquel, debe de ser robusto y estar perfectamente guiado por casquillos o rodamientos para que no haya desviaciones, la barra suele estar hueca. En la punta exterior tiene que llevar un sistema para la sujeción del plato.

2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

La herramienta utilizada en los tornos, llamada comúnmente buril, es monofilo porque posee una cabeza con un filo para corte y un cuerpo para sostenerlo en el portaherramientas. La Figura 2.15 muestra estas partes. La superficie y los ángulos de la cabeza del buril. Se muestran en las Figuras 2.16 y 2.17 y se definen de la siguiente manera:

- Superficie de ataque, es la cara sobre la cual se desliza la viruta al desprenderse de la pieza.
- Superficie de incidencia, es la cara de la cabeza del buril que va dirigida contra la superficie de corte de la pieza.

- Angulo de incidencia, (α) es el formado por la tangente a la superficie de corte y la superficie de incidencia.
- El ángulo de filo (β) también llamado ángulo de cuña esta formado por la superficie de incidencia y la superficie de ataque.
- El ángulo de ataque es el ángulo formado entre la normal a las superficies de corte y de ataque.

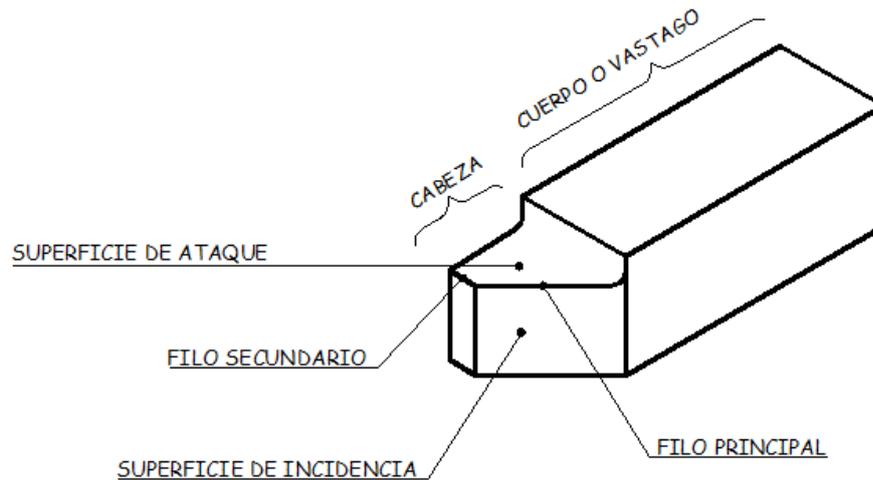


Figura 2.15 Herramienta monofil o buril.

Los ángulos de incidencia, filo y ataque sumados dan siempre 90° . El filo o cuchilla principal es la arista que esta dirigida en la misma dirección y sentido de avance. El filo secundario es el que va unido lateralmente al filo principal.

La magnitud de los ángulos de corte se rige por la dureza del material de la pieza que se maquinara, el ángulo de filo debe ser grande cuando el material es duro, pues si se utiliza un ángulo pequeño se corre el riesgo de que la cabeza se fracture, análogamente cuando el material es blando el ángulo de filo decrece. El de incidencia se hace de magnitud tal que no exista rozamiento entre la superficie de incidencia y la superficie de corte, evitando así el calentamiento por fricción.

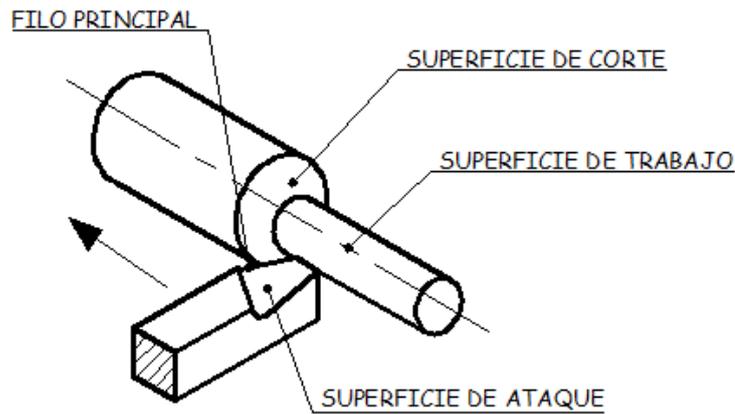


Figura 2.16 Superficies de la cabeza de buril.

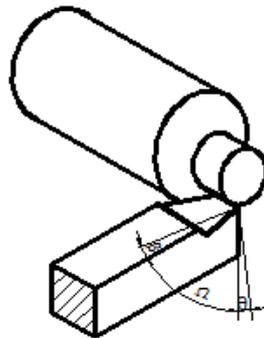


Figura 2.17 Ángulos que se forman durante la operación del torneado.

2.3.4 OPERACIONES QUE SE REALIZAN EN EL TORNO

Además del torneado, se puede realizar una gran variedad de operaciones de maquinado en un torno. A continuación se describen algunas operaciones.

- a) Careado: La herramienta se alimenta radialmente sobre el extremo del trabajo rotatorio para crear una superficie plana.
- b) Torneado ahusado o cónico: En lugar de que la herramienta avance paralelamente al eje de rotación de trabajo, lo hace en cierto ángulo creando una forma cónica.
- c) Torneado de contornos: En lugar de que la herramienta avance a lo largo de una línea recta al eje de rotación como en torneado sigue un contorno diferente a la línea recta, creando así una forma contorneada en la parte torneada.

- d) Torneado de formas: En esta operación llamada algunas veces formado, la herramienta tiene una forma que se imparte al trabajo y se hunde radialmente dentro del trabajo.
- e) Achaflanado: El borde cortante de la herramienta se usa para cortar un ángulo en la esquina del cilindro y forma lo que se llama un “chaflan”.
- f) Tronzado: La herramienta avanza radialmente dentro del trabajo de rotación, en algún punto a lo largo de su longitud, para trozar el extremo de la parte. A esta operación se le llama algunas veces partido.
- g) Roscado: La herramienta puntiaguda avanza linealmente a través de la superficie externa de la parte de trabajo en rotación y en dirección paralela al eje de rotación, a una velocidad de avance suficiente para crear cuerdas roscadas en el cilindro.
- h) Moleteado: Esta no es una operación de maquinado porque no involucra corte de material, es una operación de formado de metal que se usa para producir un rayado regular o un patrón en la superficie de trabajo.

2.4 FRESADORA

Es una de las máquinas herramienta más versátiles y útiles en los sistemas de manufactura. Las fresas son máquinas de gran precisión y se utilizan para la realización de desbastes, afinados y súper acabados. En la Figura 2.18 se observan las partes de la fresadora. Algunas de sus principales características son que su movimiento principal por lo regular lo tiene la herramienta y que la mesa de trabajo proporciona el avance y la profundidad de los cortes. Los trabajos que se pueden realizar por una fresadora son diversos, se pueden fabricar los dientes de un engrane, un cordón en una placa, un cuñero o formas determinadas sobre una superficie.

Las herramientas para las fresas pueden trabajar con su superficie periférica o con su superficie frontal, en el caso del trabajo con la superficie periférica este trabajo puede ser en paralelo o en contra dirección. Con el trabajo en contra dirección la pieza tiende a levantarse, por lo que hay que fijar fuertemente a la misma. Cuando el trabajo es en paralelo la fresa golpea cada vez que los dientes de la herramienta se entierran en la pieza.

Durante cada revolución los dientes de las fresas sólo están una parte de la revolución desprendiendo viruta el resto del tiempo giran en vacío y pueden refrigerarse.

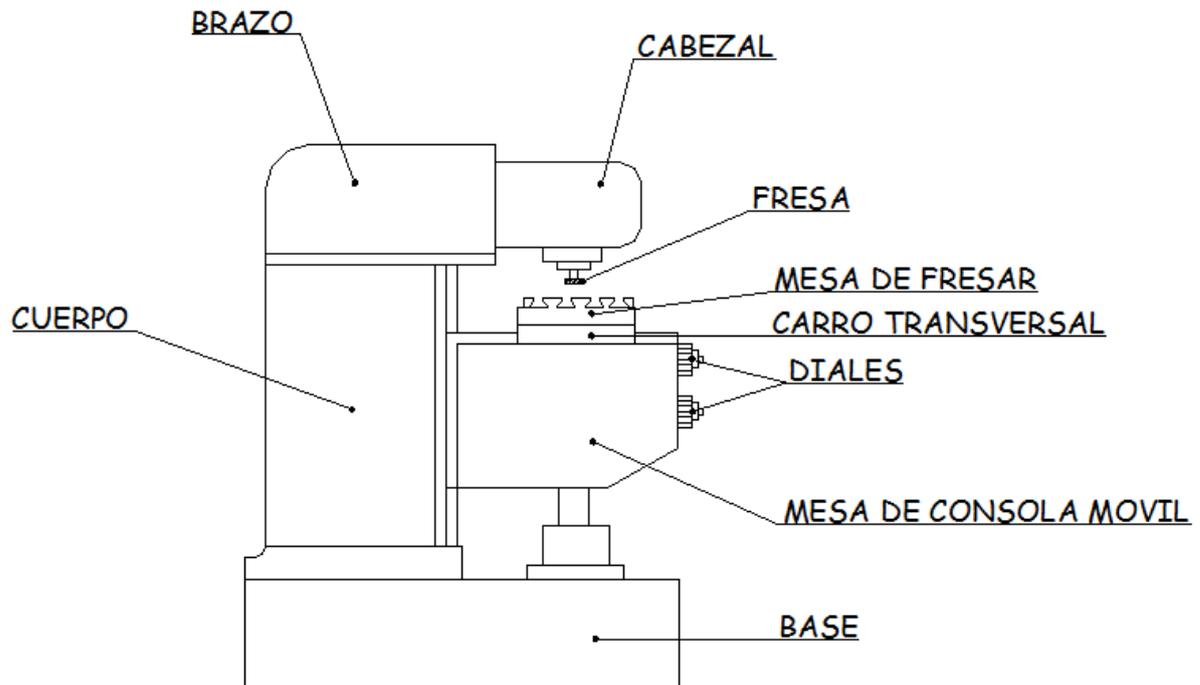


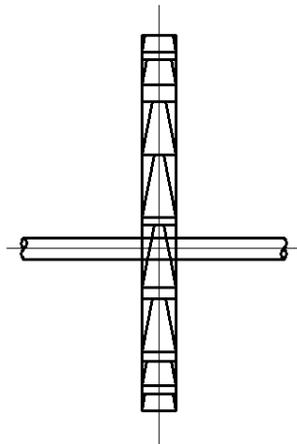
Figura 2.18 Partes de una fresadora.

2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

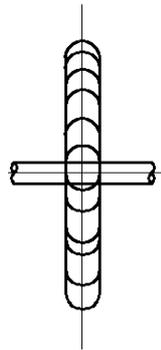
Las herramientas de corte más utilizadas en una fresadora se denominan fresas, aunque también pueden utilizarse otras herramientas para realizar operaciones diferentes al fresado, como brocas para taladrar. Las fresas son herramientas de corte de forma, material y dimensiones muy variadas de acuerdo con el tipo de fresado que se quiera realizar. Una fresa está determinada por su diámetro, su forma, material constituyente, números de labios o dientes que tenga y el sistema de sujeción a la máquina.

Se clasifican por su forma, y en ocasiones, de acuerdo al modo de montaje, el material de sus dientes, el método para afilarlos o el tipo de trabajo a realizar. No obstante es posible clasificarlos en tres tipos:

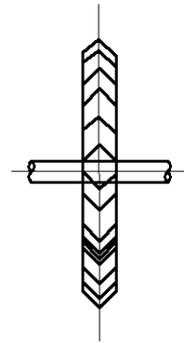
a) Fresas de árbol: Tienen un orificio en el centro para montarse en un árbol o flecha. En la Figura 2.19 se muestran algunos ejemplos.



Fresa tipo sierra
ángulo



Fresa convexa



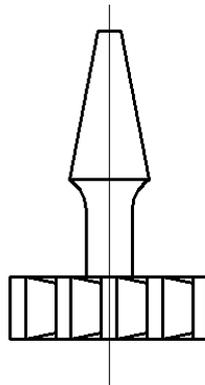
Fresa de doble

Figura 2.19 Fresas de árbol.

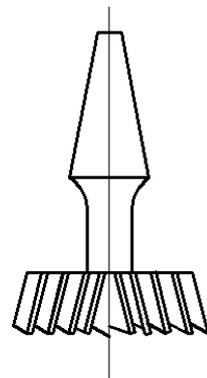
b) Fresas de vástago: Poseen un vástago recto o cónico. Se montan en la nariz del husillo o en un adaptador (boquilla) para el mismo. En la Figura 2.20 se muestran algunos ejemplos.



Fresa frontal cilíndrica
angular



Fresa para ranuras



Fresa frontal

Figura 2.20 Fresas de vástago.

c) Fresas con dientes removibles: Debido a que estos cortadores son bastante grandes, resulta económico insertar dientes intercambiables, el material de que se fabrican los insertos es más caro que el utilizado en el cuerpo de la fresa. Los filos en forma de

pastilla, se fijan en la corona o cuerpo mediante prisioneros. En la Figura 2.21 se muestran ejemplos de fresas con dientes removibles.

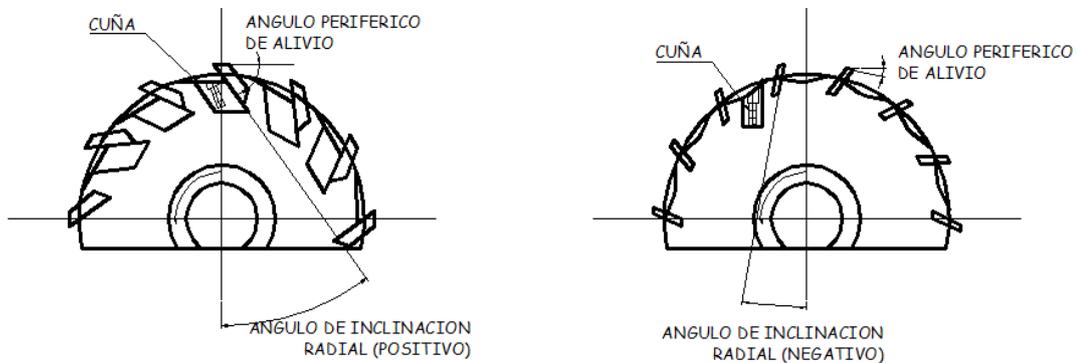


Figura 2.21 Fresas con dientes removibles.

2.4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FRESADO

Durante el proceso, las virutas son arrancadas por medio de la rotación del cortador, cuyos filos se encuentran distribuidos en la periferia, cada filo tiene forma de cuña. En el fresado un filo de la fresa corta solamente una parte de la revolución, el resto del cortador gira en vacío y puede refrigerarse. El movimiento de rotación de la fresa se llama movimiento de corte o principal. El espesor de la viruta se obtiene mediante la profundidad de corte.

Los tipos de fresado son:

- Fresado cilíndrico: El eje de la fresa se sitúa paralelamente a la superficie de trabajo el cortador es de forma cilíndrica.
- Fresado frontal: El eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo. En este caso la fresa corta con los dientes de su periferia y también con los frontales.

2.5 CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA (CNC)

En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles.

En una máquina CNC una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola.

El término "control numérico" se debe a que las órdenes dadas a la máquina son indicadas mediante códigos numéricos. Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en altorrelieve o bajorrelieve, un grabado artístico, un molde de inyección de una cuchara o una botella... lo que se quiera.

2.5.1 CONTROL NUMÉRICO EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Se considera control numérico a todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en el que las órdenes relativas a los desplazamientos del móvil son elaboradas en forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas definidas, bien manualmente o por medio de un programa.

Las cuatro variables fundamentales que inciden en la bondad de un automatismo son: productividad, rapidez, precisión y velocidad.

2.5.2 VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO

Las ventajas, dentro de los parámetros de producción explicados anteriormente son:

Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles. Gracias al control numérico se han podido obtener piezas muy complicadas como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.

Seguridad. El control numérico es especialmente recomendable para el trabajo con productos peligrosos.

Precisión. Esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.

Aumento de productividad de las máquinas. Esto se debe a la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.

Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsiguiente reducción de costos y tiempos de fabricación.

El **torno CNC** es un tipo de torno operado mediante control numérico por computadora. Se caracteriza por ser una máquina herramienta muy eficaz para mecanizar piezas de revolución. Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada a través del ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina ideal para el trabajo en serie y mecanizado de piezas complejas. La Figura 2.22 muestra un torno CNC.



Figura 2.22 Torno CNC.

Las herramientas van sujetas en un cabezal en número de seis u ocho mediante unos portaherramientas especialmente diseñados para cada máquina. Las herramientas entran en funcionamiento de forma programada, permitiendo a los carros horizontal y transversal trabajar de forma independiente y coordinada, con lo que es fácil mecanizar ejes cónicos o esféricos así como el mecanizado integral de piezas complejas. La velocidad de giro de cabezal portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina

2.5.3 FRESADORA CNC

Las fresadoras con control numérico por computadora (CNC) son un ejemplo de automatización programable. Se diseñaron para adaptar las variaciones en la configuración de productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios y bajos de piezas complejas, permitiendo realizar mecanizados de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otra mediante la inserción del programa correspondiente y de las nuevas herramientas que se tengan que utilizar así como el sistema de sujeción de las piezas. Utilizando el control numérico, el equipo de procesamiento se controla a través de un programa que utiliza números,

letras y otros símbolos, (por ejemplo los llamados códigos *G* y *M*). Estos números, letras y símbolos, los cuales llegan a incluir &, %, \$ y " (comillas), están codificados en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones para desarrollar una tarea concreta. Cuando la tarea en cuestión varía se cambia el programa de instrucciones. En las grandes producciones en serie, el control numérico resulta útil para la robotización de la alimentación y retirada de las piezas mecanizadas.

Las fresadoras universales modernas cuentan con dispositivos electrónicos donde se visualizan en forma más sofisticada en unas que en otras las posiciones de las herramientas, y así se facilita mejor la lectura de cotas en sus desplazamientos. La Figura 2.23 muestra una fresadora CNC. Asimismo, a muchas fresadoras se les incorpora un sistema de control numérico por computadora (CNC) que permite automatizar su trabajo. También pueden incorporar un mecanismo de copiado para diferentes perfiles de mecanizado.



Figura 2.23 Fresadora CNC.

2.5.4 CAMPO DE APLICACIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO

La aplicación de sistemas de control numérico por computadora en las máquinas-herramienta permite aumentar la productividad respecto a las máquinas convencionales y ha hecho posible efectuar operaciones de conformado que son imposibles de realizar con un elevado grado de precisión dimensional en máquinas convencionales, por ejemplo la realización de superficies esféricas. El uso del control numérico incide favorablemente en los costos de producción al propiciar la reducción del número de tipos de máquinas utilizadas en un taller de mecanizado, manteniendo o mejorando su calidad.

Los procesos que utilizan máquinas-herramienta de control numérico tienen un coste horario superior a los procesos que utilizan máquinas convencionales, pero inferior a los procesos que utilizan máquinas especiales con mecanismos de transferencia (*transfert*) que permiten la alimentación y retirada de piezas de forma automatizada. En el mismo sentido, los tiempos de preparación para un lote son mayores en una máquina de control numérico que en una máquina convencional, pues se necesita preparar la programación de control numérico de las operaciones del proceso. Sin embargo, los tiempos de operación son menores en una máquina de control numérico que en una máquina convencional, por lo cual, a partir de cierto número de piezas en un lote, el mecanizado es más económico utilizando el control numérico. Sin embargo, para lotes grandes, el proceso es más económico utilizando máquinas especializadas con mecanismos de transferencia.

CAPÍTULO 3

"DESARROLLO DEL MODELO EN COMPUTADORA"

3.1 DISEÑO

Como se vio en los capítulos anteriores, en el presente trabajo se diseñara, rediseñara y manufacturara un prototipo de modelo para molde de fundición en arena verde. En este capitulo se hará el diseño y rediseño de las piezas que conforman en prototipo, esto se hará con ayuda del software de CAD CATIA V5 (el cual fue detallado en el capítulo 1).

El prototipo original constaba de cinco piezas. En la Figura 3.1 se muestra el diseño original.

- SOPORTE DEL EJE (DOS PIEZAS)
- EJE
- PLACA SUPERIOR
- RUEDA

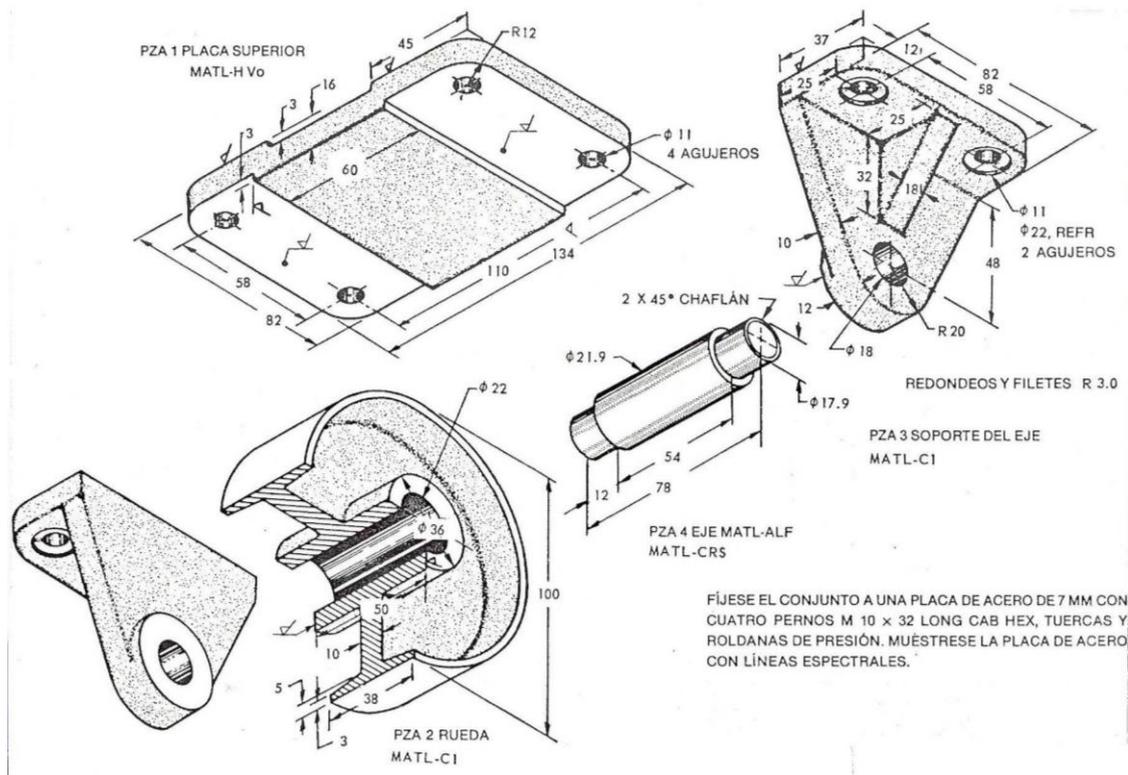


Figura 3.1 Diseño original con piezas ya maquinadas

Rueda con eje giratorio.

3.2 REDISEÑO

Para hacer el rediseño del modelo original se decidió modificar la geometría de la pieza 2 rueda, convirtiéndola en una polea tipo V. En la Figura 3.2 se muestra la polea. Ya que la pieza original no presentaba gran complejidad de diseño. El objetivo de este ejercicio fue para probar que tan útil es el Diseño Asistido por Computadora (CAD) para cambiar tan radicalmente un diseño, ayudando a reducir tiempo, y costos de los materiales invertidos y sobre todo verificar cuan factible sería un cambio así en la geometría del diseño original al momento de ser manufacturado. Quedando así como modelo a seguir un juego de cinco piezas. En la Figura 3.3 se muestra el modelo rediseñado.

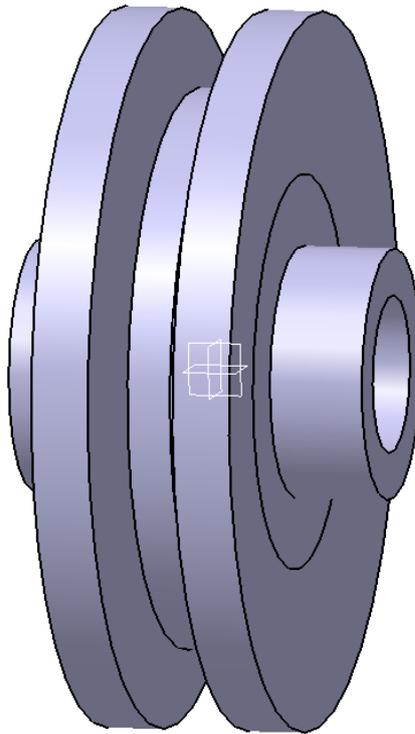


Figura 3.2 Polea tipo V.

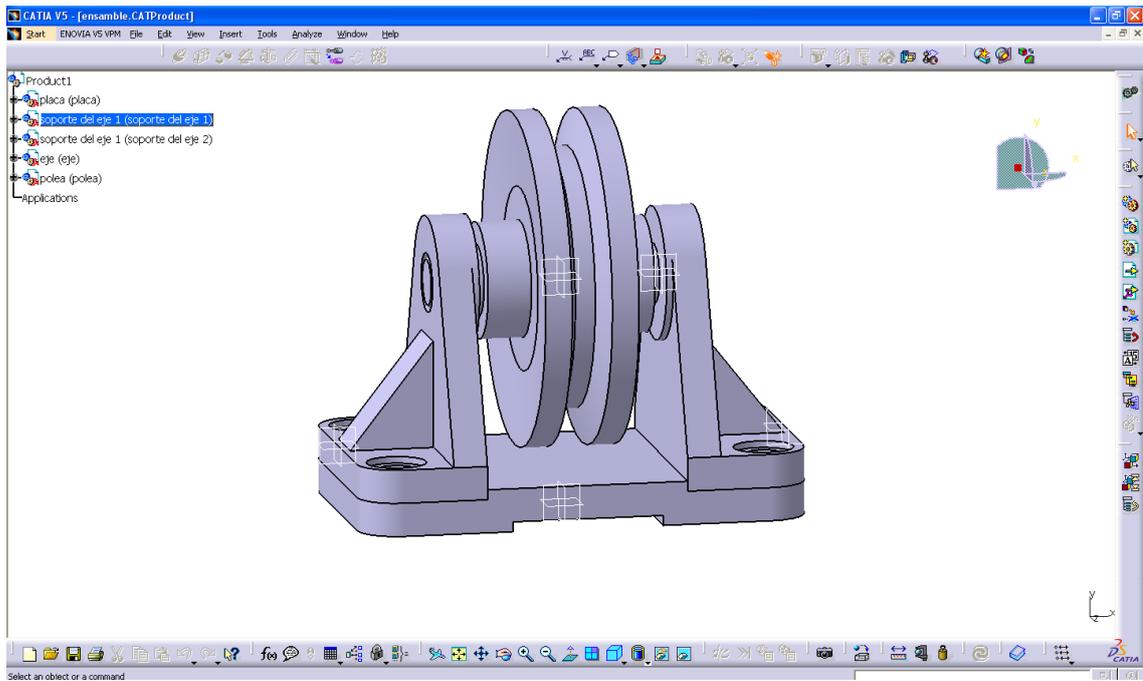


Figura 3.3 Modelo rediseñado.

3.3 DISEÑO EN CATIA V5

Cabe mencionar que los diseños (de prototipos de modelos para molde de fundición) que se elaborarán a continuación ya cuentan con las tolerancias de acabado y contracción volumétrica, esto es para su uso directo como modelo para molde de fundición

3.3.1 ACCESO Y CONSIDERACIONES PRINCIPALES PARA EL USO DE CATIA V5

La forma para hacer uso del programa CATIA V5 R18 es la siguiente:

- Desde la pantalla de inicio de la plataforma Windows XP (escritorio) se da DOBLE

click en el icono de CATIA V5 R18 . En la Figura 3.4 se muestra la vista.



Figura 3.4 Vista del escritorio.

- Otra forma de acceder a CATIA V5 R18 es dar **CBIM** en el botón INICIO del escritorio Windows XP . En la Figura 3.5 se muestra esta opción.



Figura 3.5 Vista del escritorio indicando el botón de inicio.

- Después dar **CBIM** en el icono  que se encuentra en el menú de inicio, tal y como se muestra en la Figura 3.6.

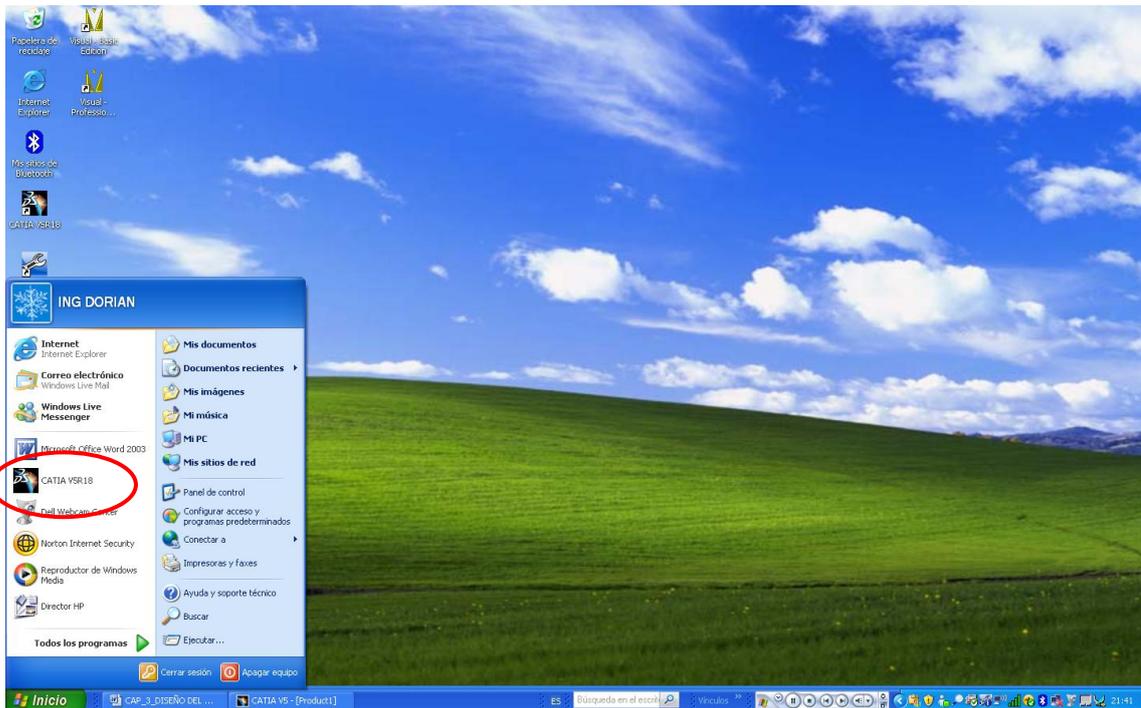


Figura 3.6 Escritorio desplegado indicando el icono CATIA V5 R18.

- Después de dar **CBIM** en el icono CATIA V5 R18, pasaran unos minutos en lo que el programa compila, unos segundos después aparece una ventana, esto se ve en la Figura 3.7.

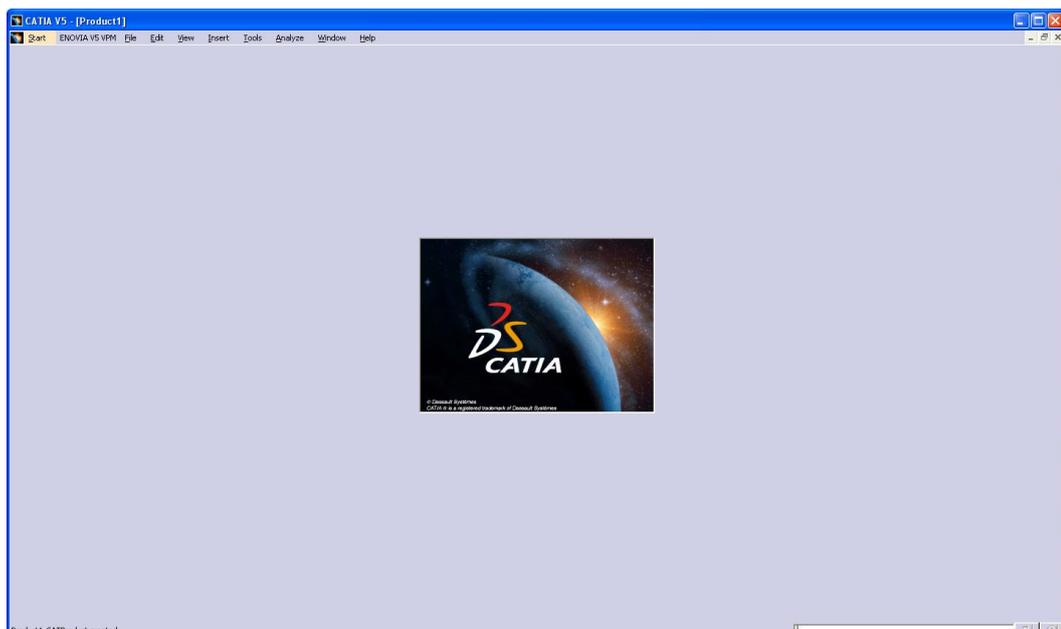


Figura 3.7 Pantalla inicial de CATIA V5.

- Después aparecerá la ventana PRODUCT 1 con el cuadro de diálogo *Welcome To Catia V5* (este cuadro aparece cuando se ha predeterminado anteriormente el acceso rápido, en el cual se puede entrar inmediatamente al **SKETCHER** o al **PART DESIGN**, solo con dar **CBIM** en el respectivo icono) ver Figura 3.8. En el que se tiene que dar **CBIM** el botón CLOSE, quedando así la ventana PRODUCT 1. En la Figura 3.9 se muestra la ventana. (En este paso se indica el procedimiento tradicional de acceso al **SKETCHER** y **PART DESIGN**).

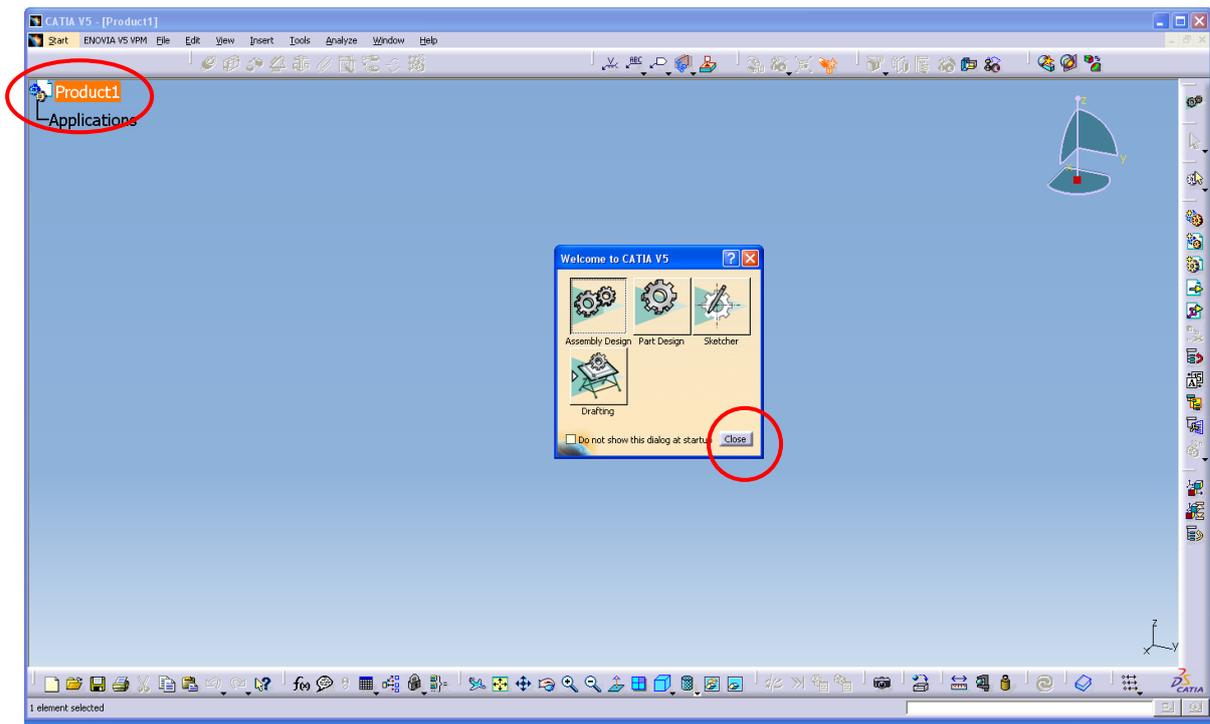


Figura 3.8 Ventana donde se indica el Product y el botón Close.

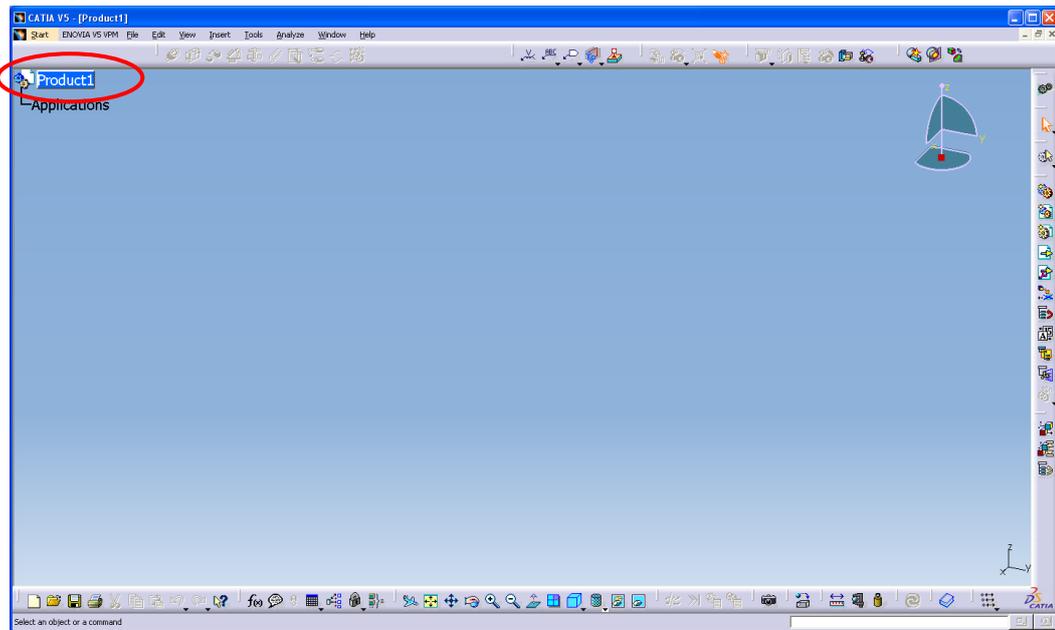


Figura 3.9 Ventana Product.

- Se da **CBIM** en el botón CERRAR de la ventana PRODUCT 1, como se muestra en la Figura 3.10.

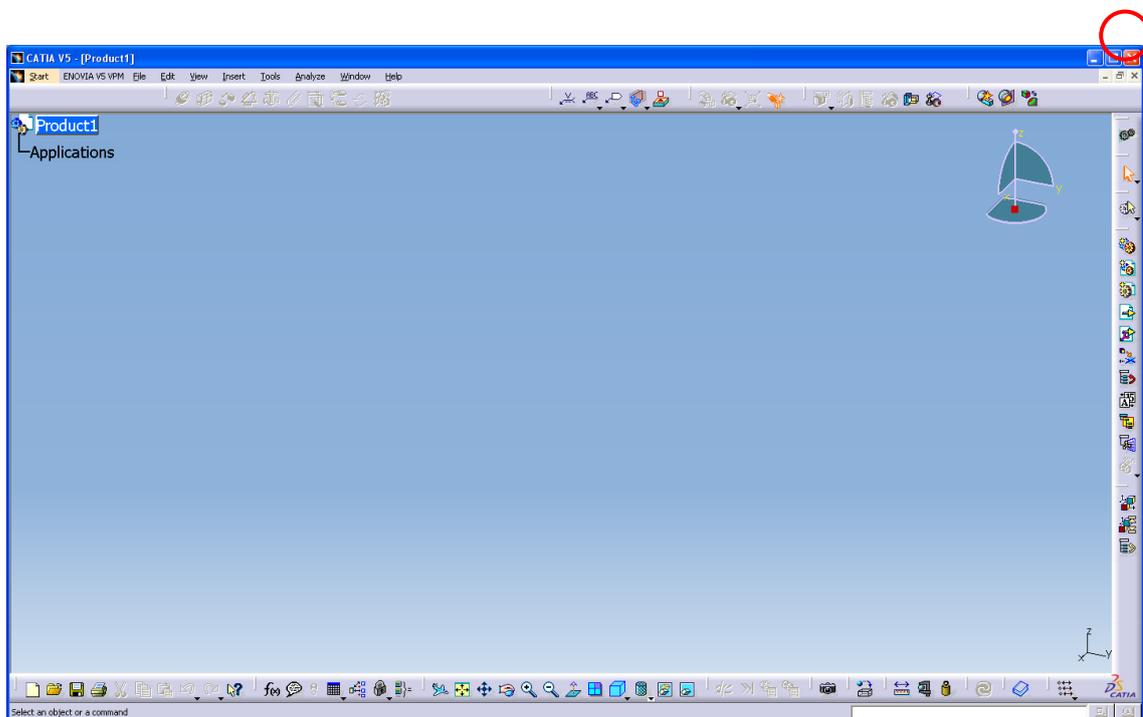


Figura 3.10 Ventana Product indicando el botón Cerrar.

- Esto genera que aparezca la ventana CATIA V5, como se muestra en la Figura 3.11.



Figura 3.11 Ventana CATIA V5.

- Después se da **CBIM** en el icono **New** , esto se observa en la Figura 3.12.



Figura 3.12 Ventana CATIA V5, donde se indica el comando New.

A continuación se genera el cuadro de diálogo *New* en el cual se debe dar **CBIM** en la opción Part y dar **CBIM** en el botón OK, esto se muestra en la Figura 3.13.

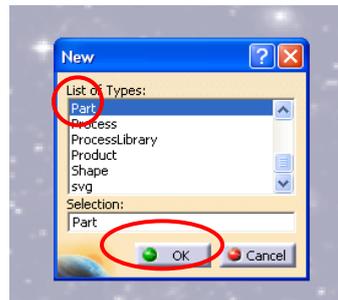


Figura 3.13 Cuadro de dialogo new.

- Esto origina que aparezca el cuadro de diálogo *New Part*, en el cual debe aparecer por default en la casilla Enter Part Name la leyenda Part1 y estar habilitada la casilla Enable Hybrid Design, después de esto dar **CBIM** en el botón OK. En la Figura 3.14 se muestra el cuadro de diálogo.

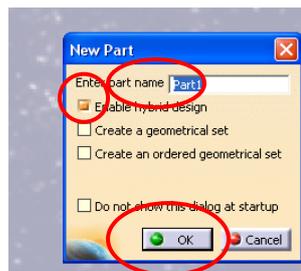


Figura 3.14 Cuadro de diálogo new part.

- Inmediatamente se genera la ventana CATIA V5 – [PART1], esto se observa en la Figura 3.15.

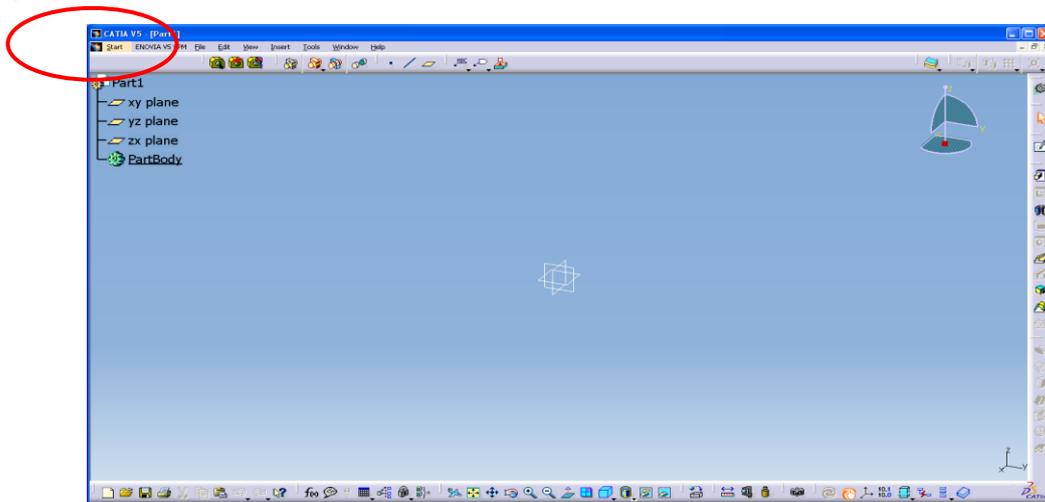


Figura 3.15 Ventana CATIA V5 - [PART1] (PART DESIGN).

- Posteriormente se da **CBIM** en el plano XY (XY plane). Esto se muestra en las Figuras 3.16 y 3.17.

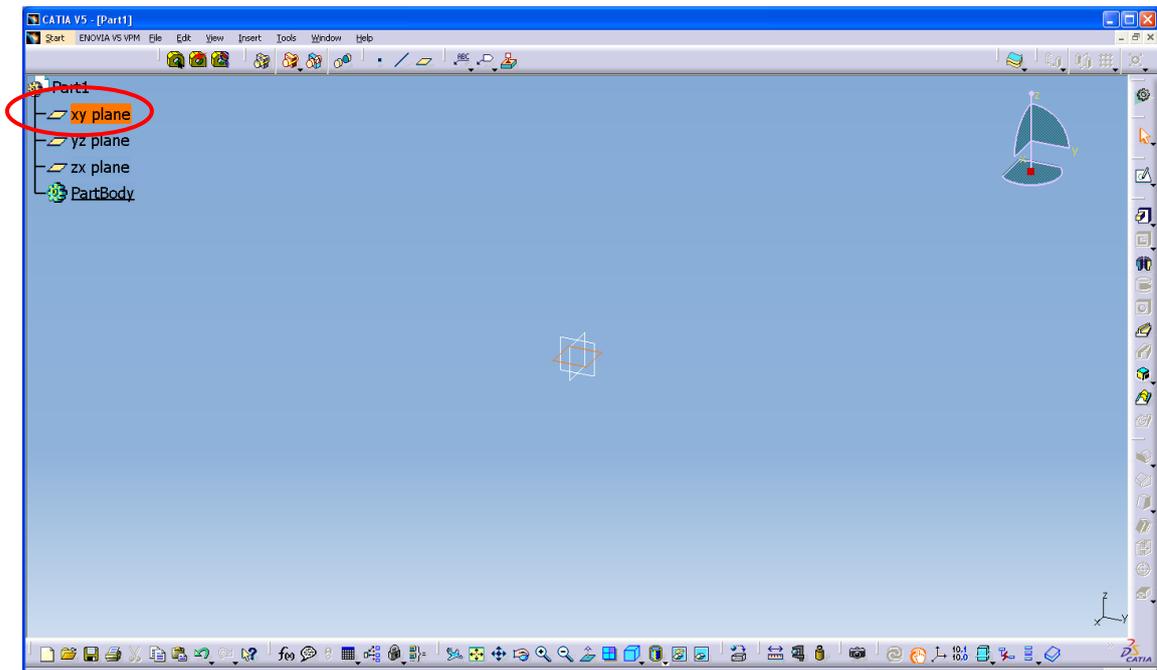


Figura 3.16 Se indica la elección del plano.

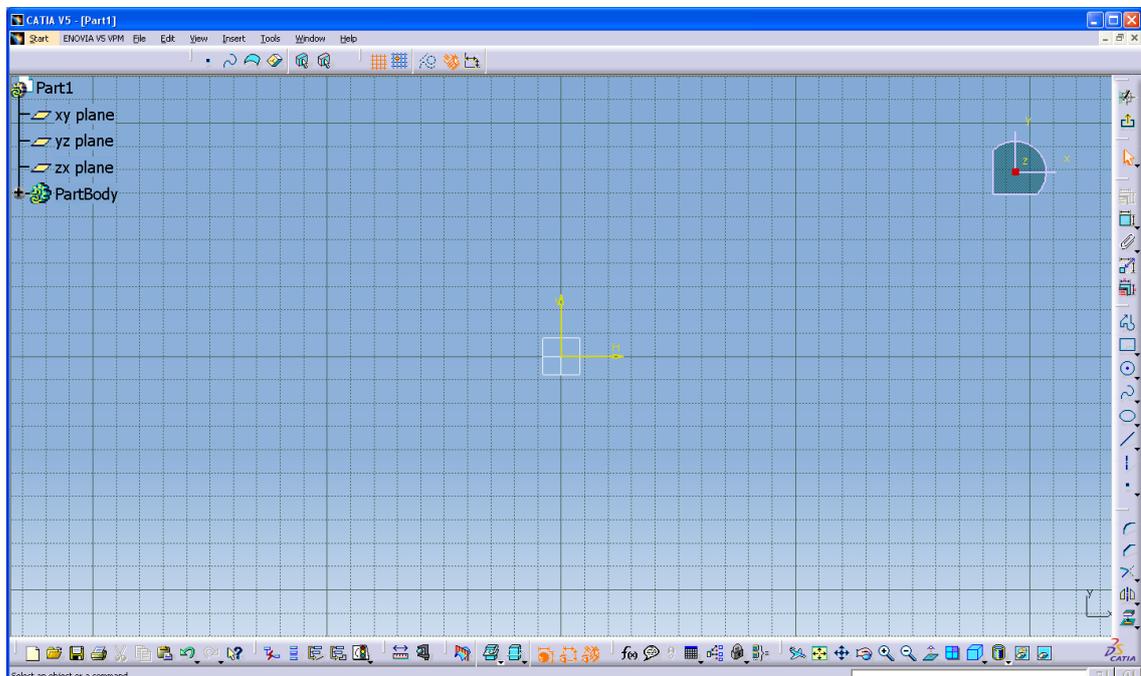


Figura 3.17 Aparece la ventana del **SKETCHER**.

- Se tienen que tener activados los comandos **Geometrical Constraints**  y **Grid**  (nota: cuando un comando se encuentra activado cambia su color a naranja, en caso de no

estar activados dar **CBIM** en cada uno) que se encuentran en la parte superior de la ventana. En la Figura 3.18 se muestran estos comandos.

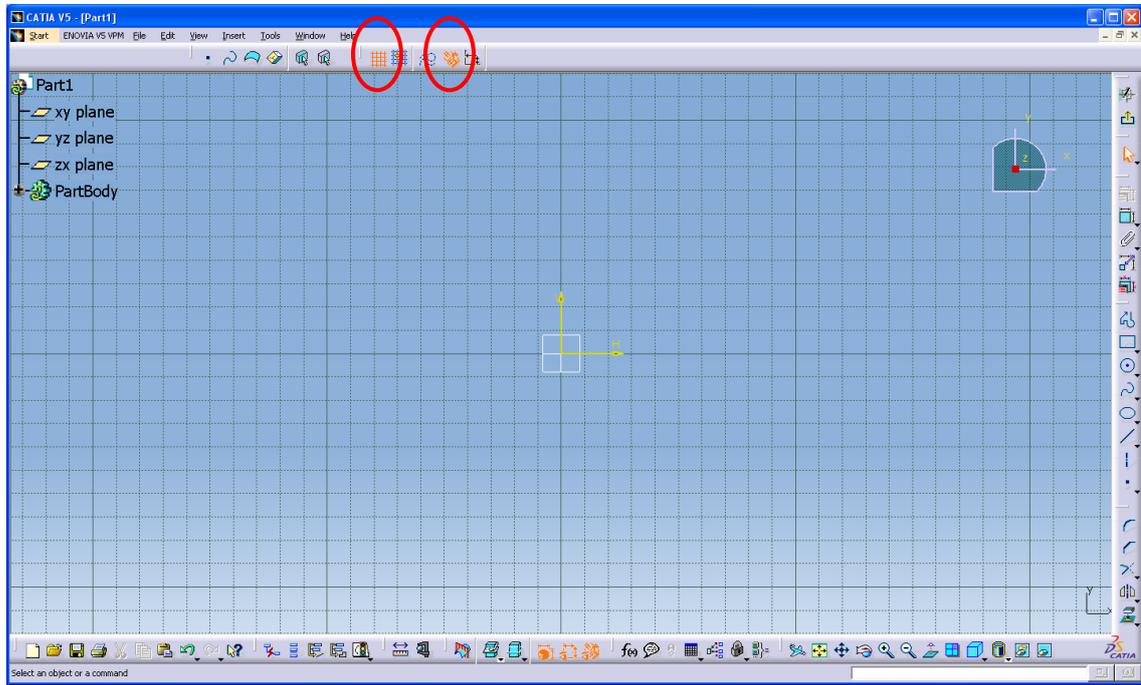


Figura 3.18 Comandos geometrical constraints y grid activados.

3.3.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA

“SOPORTE DEL EJE”

A partir de este momento comienza el diseño del prototipo del “SOPORTE DEL EJE”. En la Figura 3.19 se muestra el prototipo del eje.

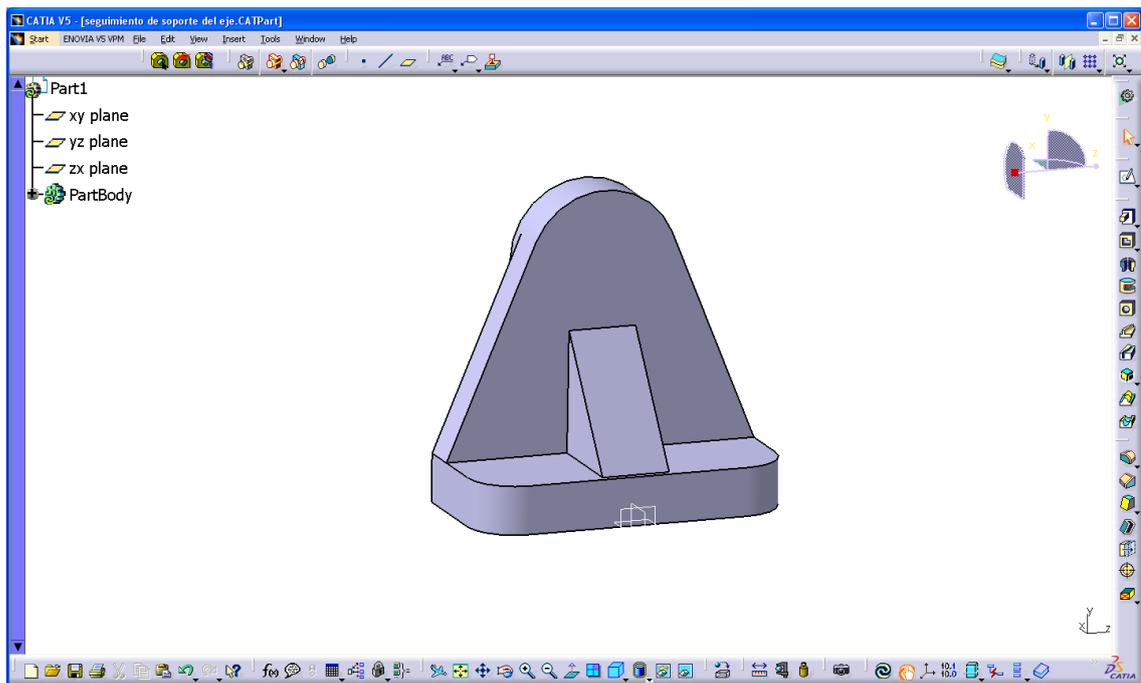


Figura 3.19 Soporte del eje.

- Se da **CBIM** en el icono **Rectangle**  y se posiciona el cursor en el punto (0,0). Tal y como se muestra en la Figura 3.20.

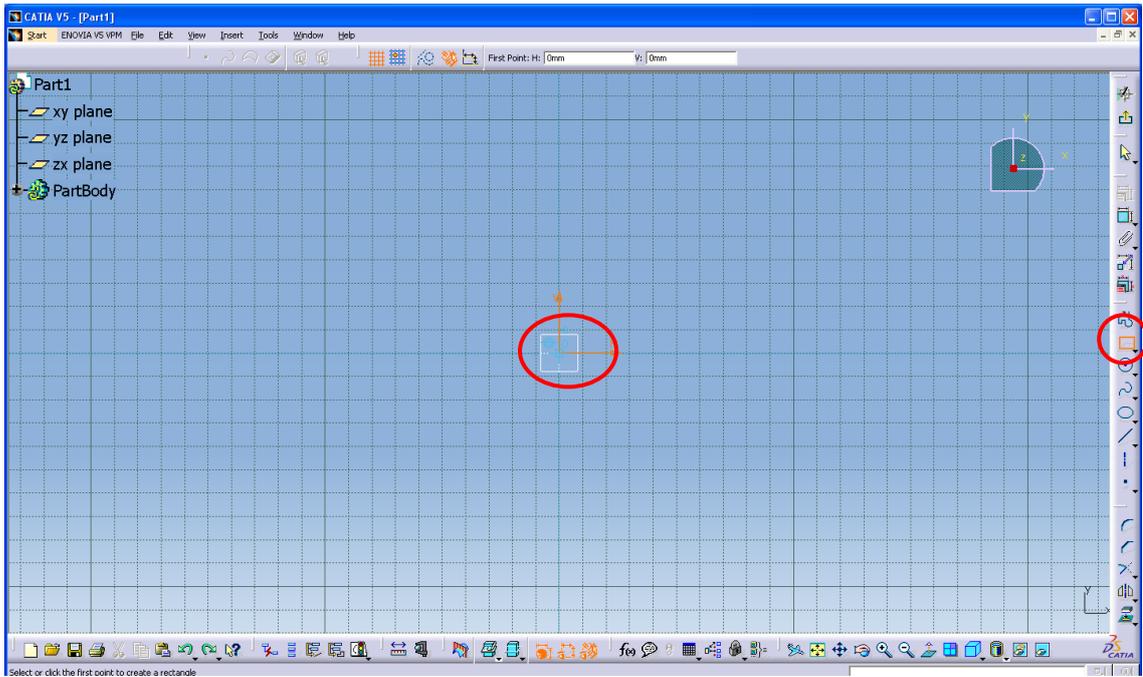


Figura 3.20 Indica el punto (0,0).

- Se da **CBIM** en el mismo punto (0,0) y comenzamos a alejar el cursor, de esta manera se forma un rectángulo, el cual crece en largo y altura cada vez que alejamos el cursor y finalmente damos **CBIM** hasta que se cree una figura que nos agrade en tamaño, el rectángulo queda en color rojo indicando que esta activado para la siguiente operación (no es necesario darle las dimensiones reales desde el inicio ya que resulta difícil, basta con una aproximación. En la Figura 3.21 se muestra el rectángulo).

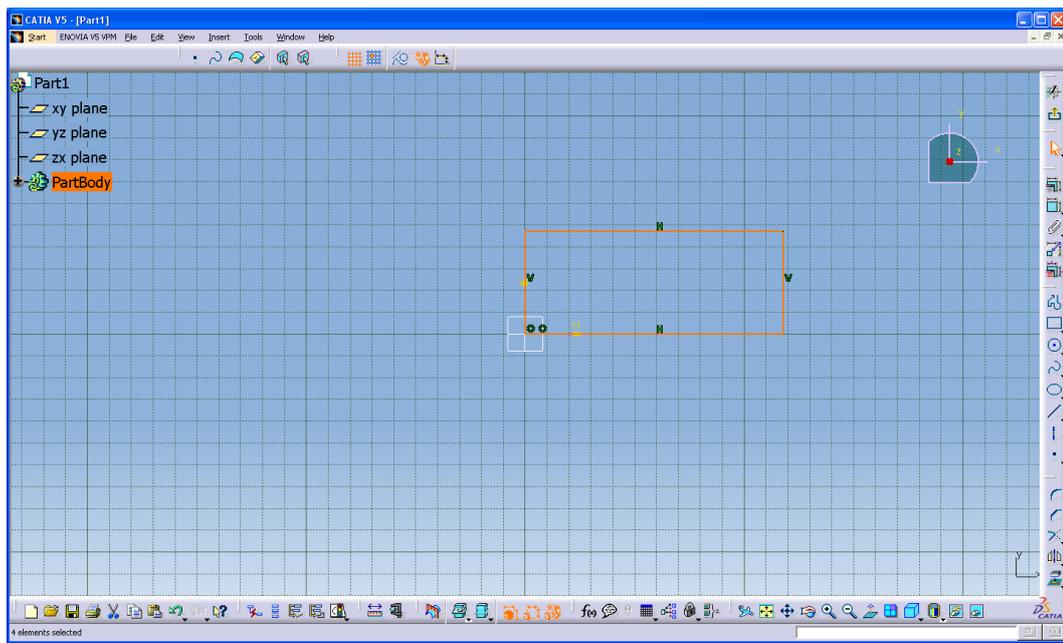


Figura 3.21 Rectángulo hecho

- Para dimensionar el rectángulo utilizamos el icono **Constraint** , y se da **CBIM** en el, automáticamente las líneas del rectángulo cambian de color a blanco y verde, la línea verde nos indica que esta lista para ser dimensionada, tal y como se muestra en la Figura 3.22.

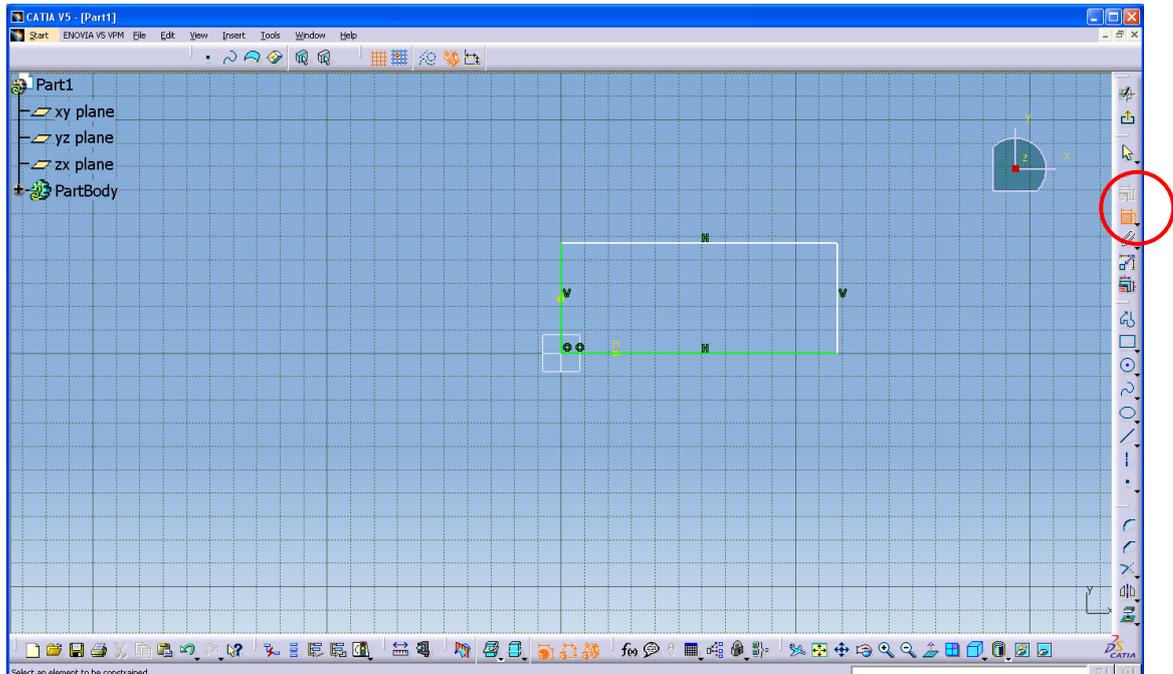


Figura 3.22 Indica el icono constraint.

- A continuación se da **CBIM** en la línea de color verde y aparecerá la cota, podemos desplazar la cota tanto arriba como abajo, es cuestión de gusto y facilidad. Para fijar la cota solo se da **CBIM**. En la Figura 3.23 se muestra la cota fija.

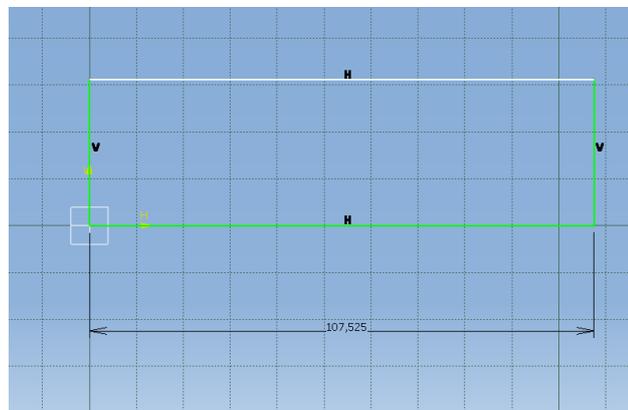


Figura 3.23 Cota fija.

- Dar **DOBLE CBIM** sobre el valor de la cota y esto genera el cuadro de diálogo *Constraint Definition*. En la Figura 3.24 se muestra el cuadro de diálogo.

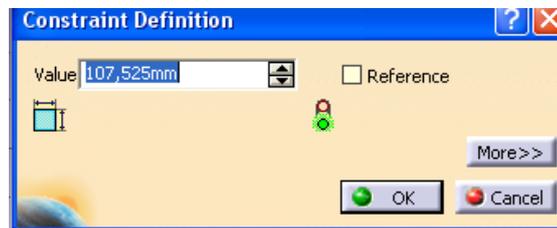


Figura 3.24 Cuadro de diálogo constraint definition.

En este cuadro de diálogo se modificará la dimensión de la línea en la casilla Value poniendo 37 mm (que es el ancho total de la base) dando **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.25 y 3.26 se muestran el valor y cota modificada respectivamente.

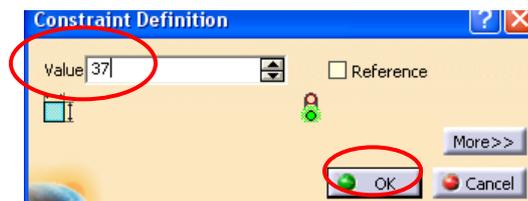


Figura 3.25 Valor modificado de la casilla value.

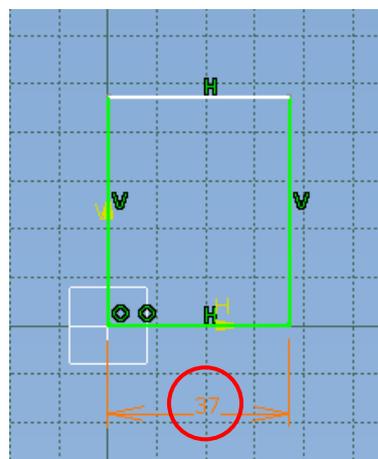


Figura 3.26 Cota modificada.

- Ahora hay que notar que el icono **Geometrical Constraints**  nos ayuda a mantener las líneas horizontales siempre horizontales y las verticales siempre verticales (se puede ver que están marcadas con las letras H y V respectivamente) aunque se modifique su dimensión, como ya se vio anteriormente. Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , Se puede apreciar que las líneas verticales se encuentran en color verde, se da **CBIM** sobre la línea vertical de la derecha, se da **CBIM** para fijar la cota (la cual se pone de color verde al fijarla). En la Figura 3.27 se muestra la cota fija.

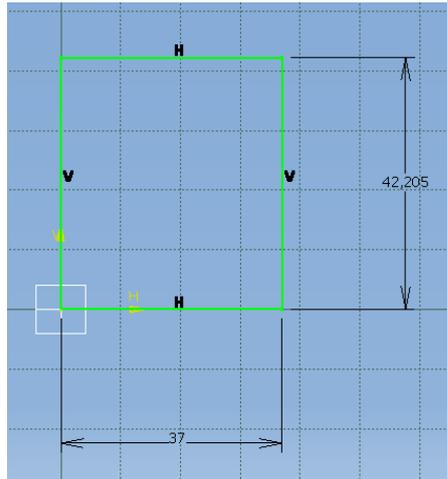


Figura 3.27 Imagen que muestra la cota fija.

- Se da **DOBLE CBIM** en la cota vertical y aparece el cuadro de diálogo **Constraint Definition**, tal y como se muestra en la Figura 3.28.

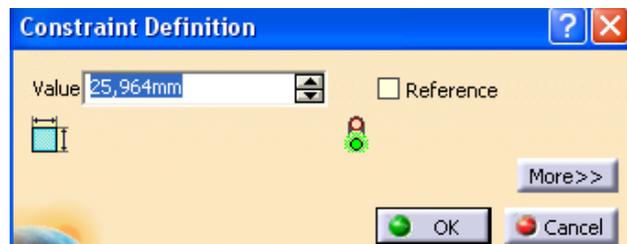


Figura 3.28 Cuadro de diálogo constraint definition.

- Se modifica la dimensión existente en la casilla Value a 12.75 mm y se da **CBIM** en botón OK, tal y como se muestra en la Figura 3.29.

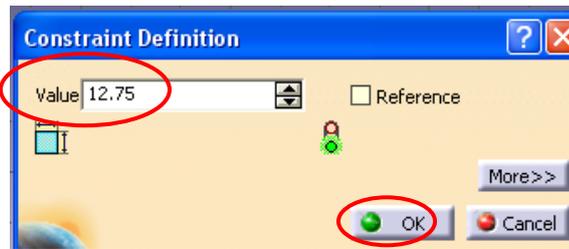


Figura 3.29 Valor modificado de la casilla value.

- A continuación, el rectángulo cambia a color verde, tal y como se muestra en la Figura 3.30, con las dimensiones deseadas (el color verde nos indica que esta completamente dimensionado).



Figura 3.30 Rectángulo con las dimensiones deseadas.

- Ahora se hará la extrusión del modelo, para eso, se pasara al escenario 3D. Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench** . En la Figura 3.31 se muestra este icono, al hacer esto con el rectángulo seleccionado automáticamente el escenario cambia a 3D (**PART DESIGN**) tal y como se muestra en la Figura 3.32.

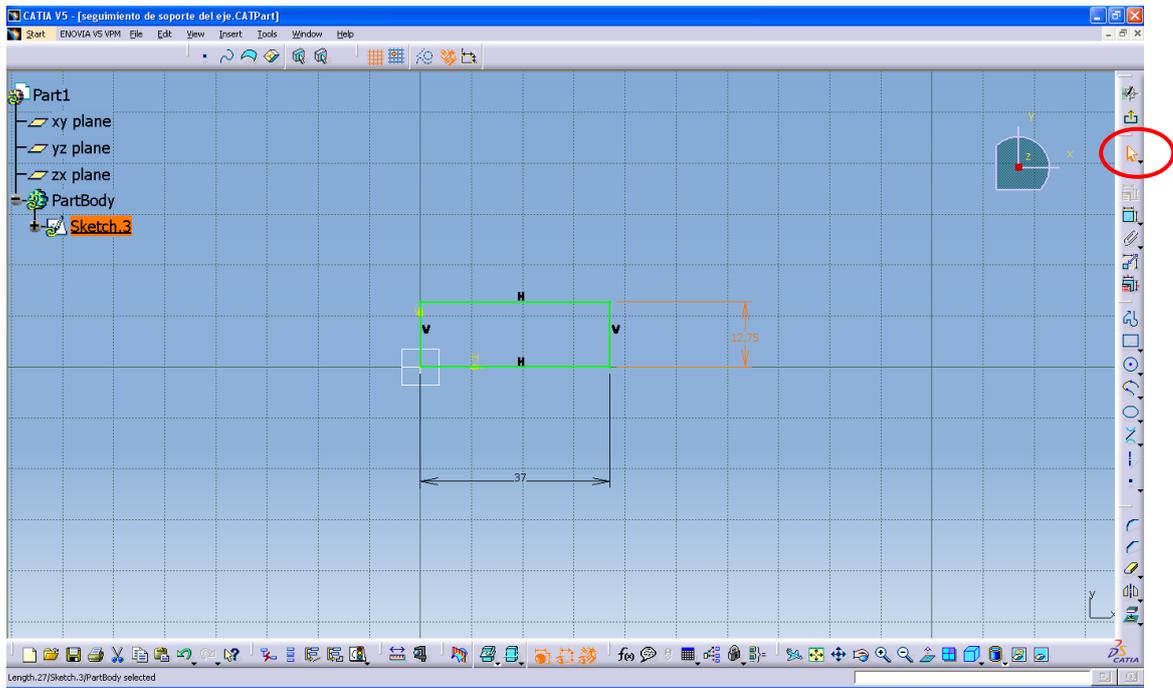


Figura 3.31 Indica el icono exit workbench.

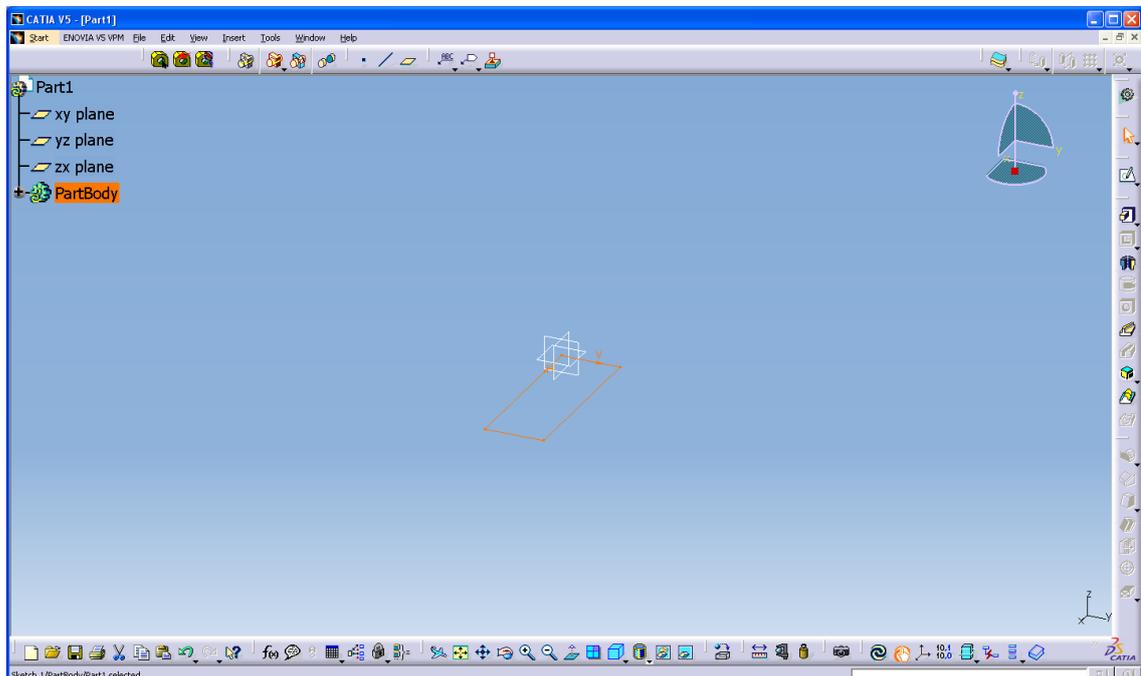


Figura 3.32 Escenario 3D (**PART DESIGN**).

- Una vez en el ambiente 3D (**PART DESIGN**), se procede a la extrusión del rectángulo, dando **CBIM** en el icono **Pad** . En la Figura 3.33 se muestra el comando Pad.

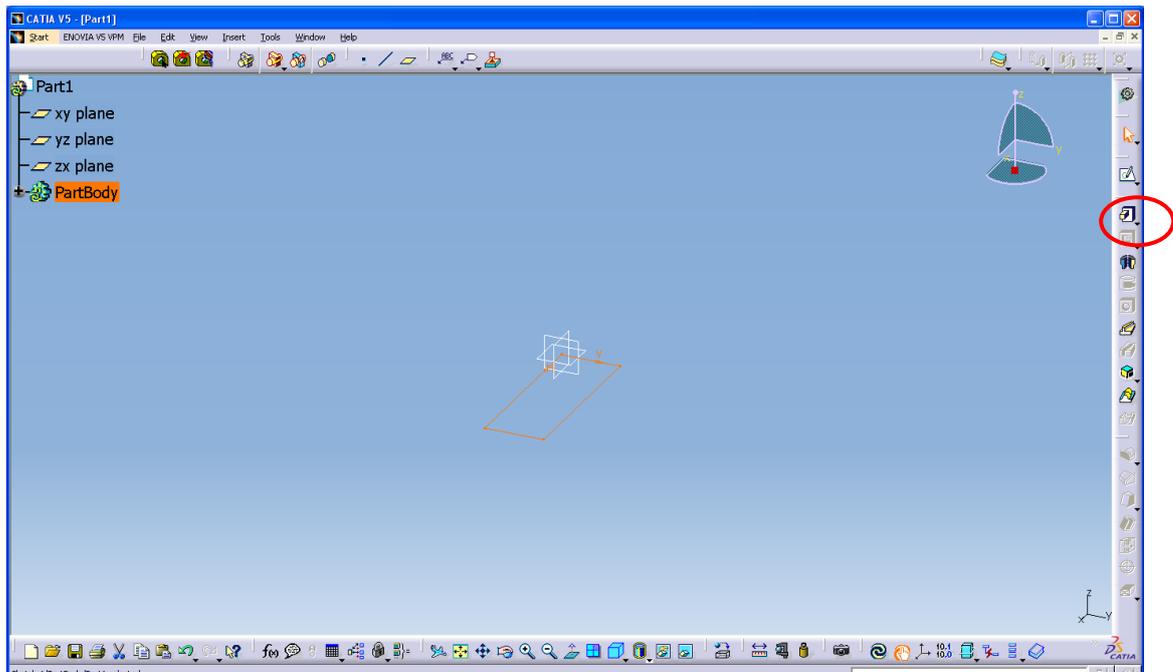


Figura 3.33 Indica el comando pad.

- Esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Pad Definition*. Esto se muestra en la Figura 3.34.

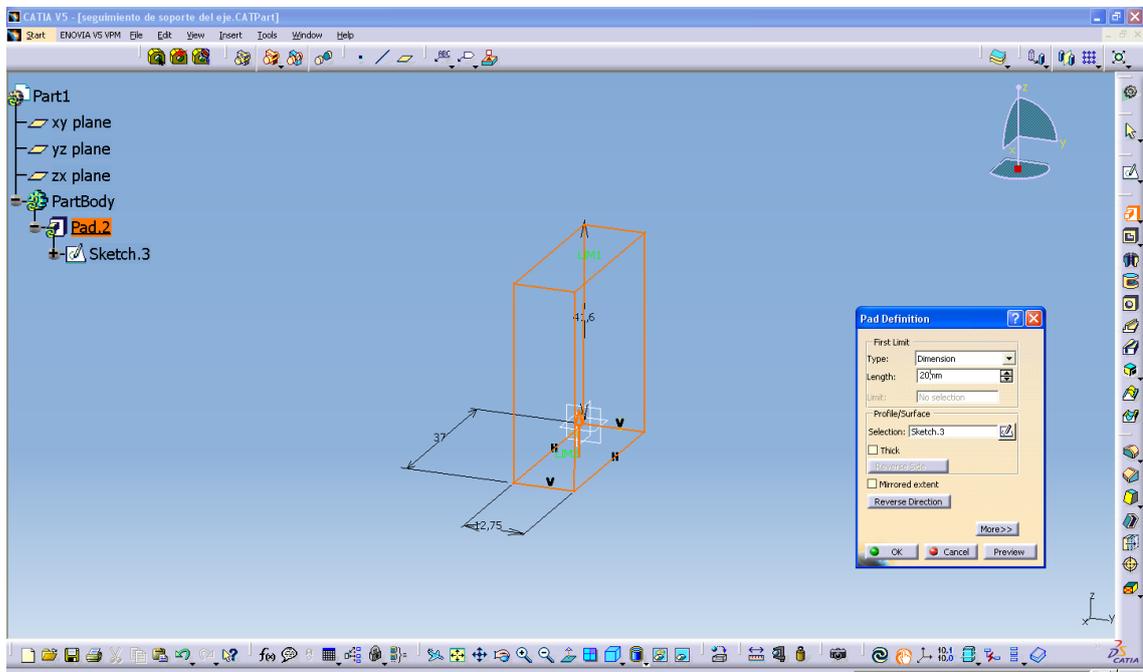


Figura 3.34 Cuadro de diálogo constraint definition.

- En el se modificará el valor de la longitud en la casilla Lenght a 41.6 mm, la casilla Type debe estar en la opción Dimension y se habilita la función Mirrored Extent. Esto se muestra en las Figuras 3.35 y 3.36.

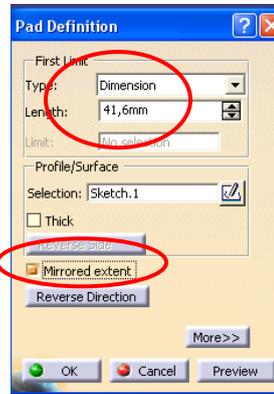


Figura 3.35 Indica las casillas habilitadas.

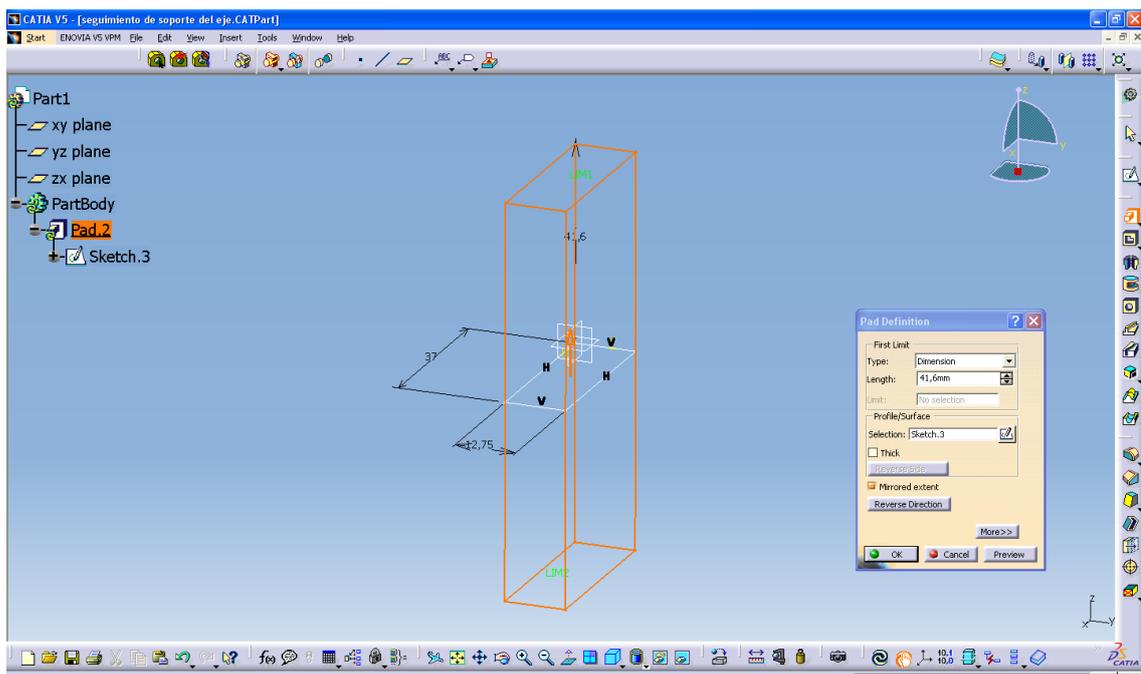


Figura 3.36 Primera vista de la figura.

- Se puede dar **CBIM** en el botón **PREVIEW** del cuadro de diálogo *Pad Definition*, que nos dará una muestra de cómo se ve el modelo 3D en sólido. En la Figura 3.37 se muestra la opción preview.

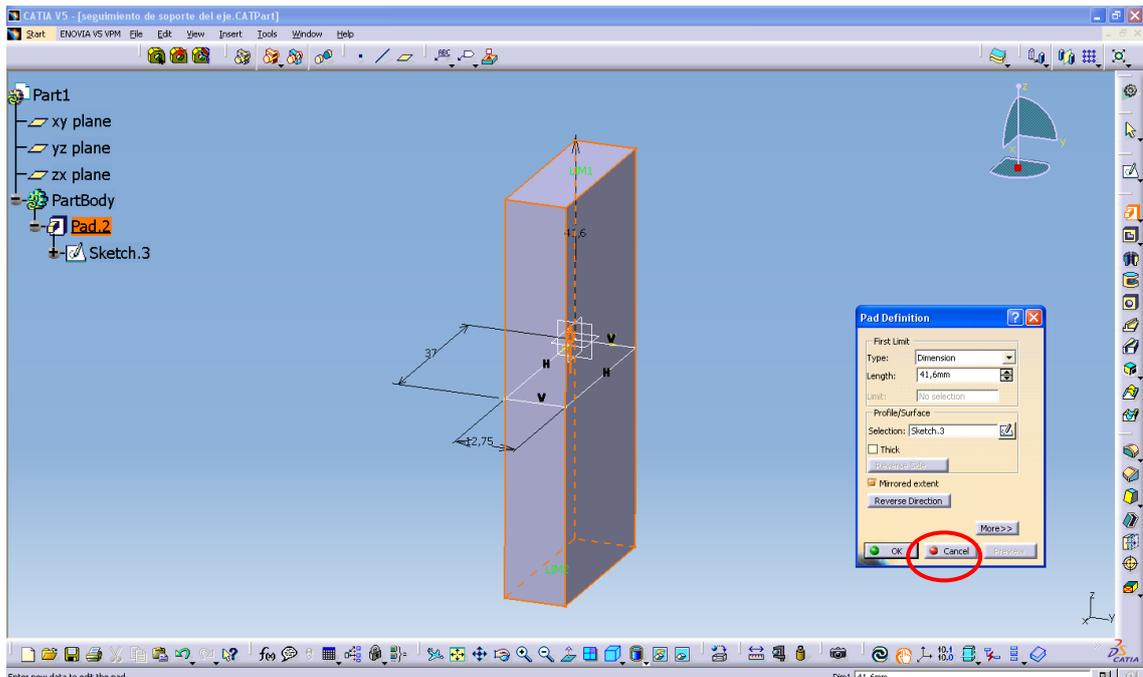


Figura 3.37 Indica la opción preview.

- Después se da **CBIM** en el botón OK, el modelo automáticamente cambiará a su forma sólida. En la Figura 3.38 se muestra la figura en sólido.

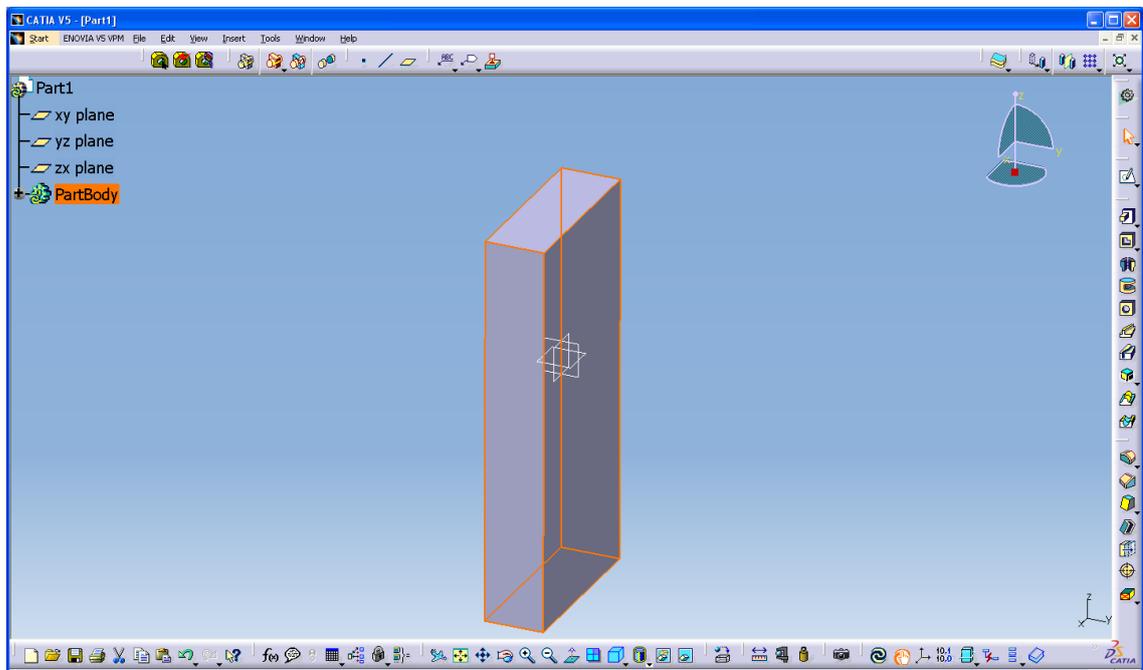


Figura 3.38 Sólido.

- Para tener una mejor visualización ó perspectiva de la figura, se da **CBIM** en la flecha que aparece en el icono **Shading (SHD)** , esto hace que aparezcan una serie de iconos, se da **CBIM** en el icono **Shading with edges** . En la Figura 3.39 se muestra este icono.

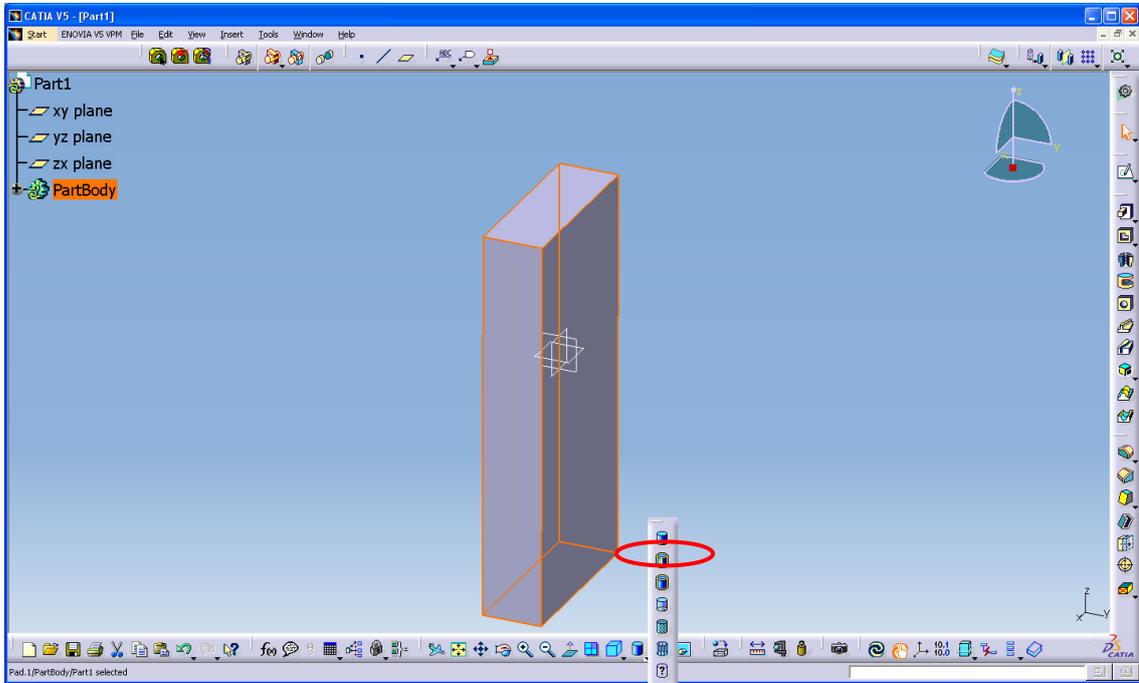


Figura 3.39 Icono shading with edges.

- Ahora se posiciona el cursor y se da **CBIM** en una de las caras menos anchas y con más longitud, esto se hace para seleccionarla y trabajar con ella como referencia (o plano de trabajo). En la Figura 3.40 se muestra el plano de trabajo. Después de dar **CBIM** en la cara, se da **CBIM** en el icono **Sketch** , y automáticamente nos lleva al escenario 2D (**SKETCHER**). En la Figura 3.41 se muestra el sketcher.

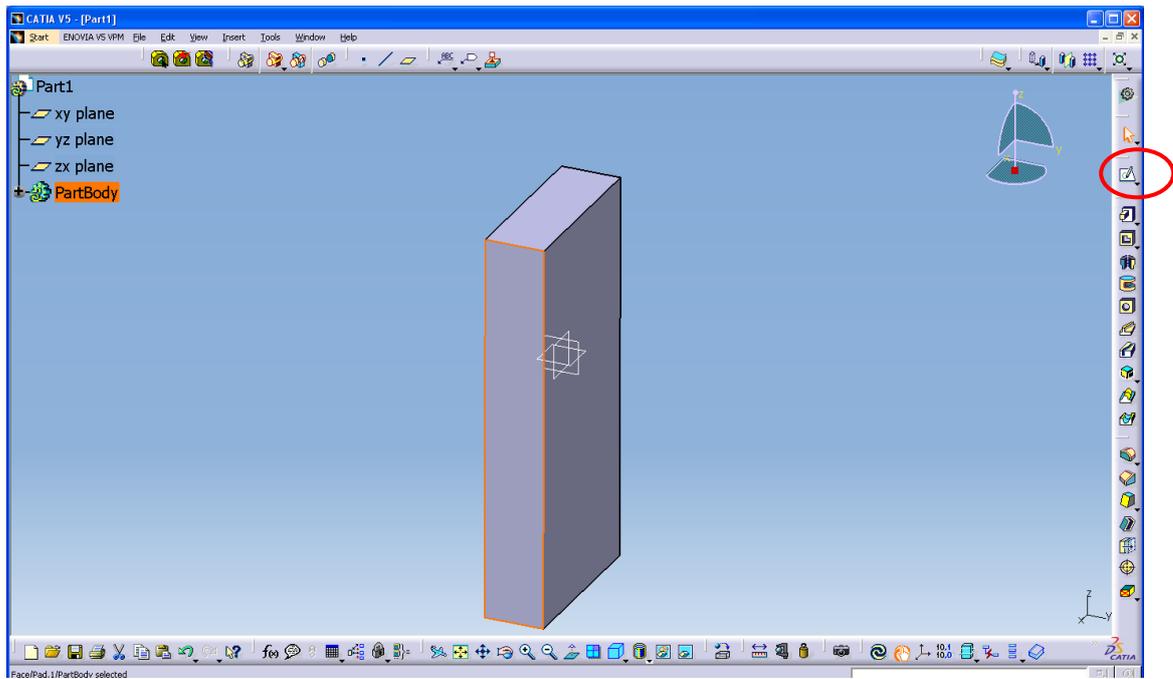


Figura 3.40 Cara escogida como referencia (plano de trabajo).

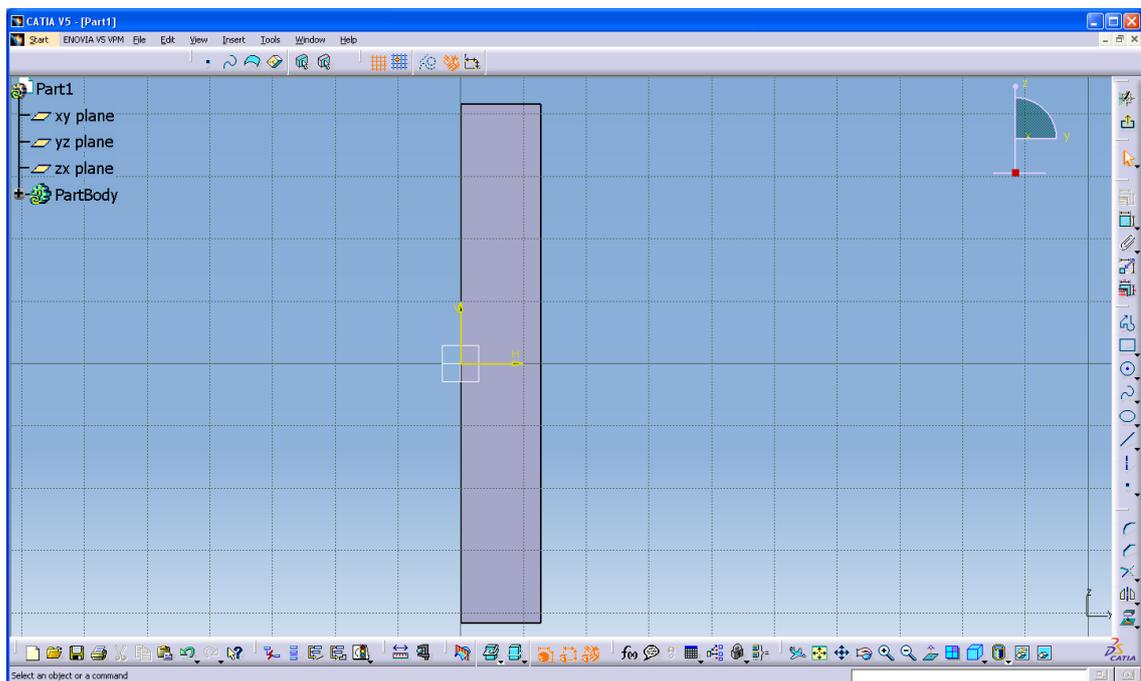


Figura 3.41 Escenario 2D (SKETCHER).

- Como la figura del modelo aparece fuera de pantalla, se disminuirá el zoom dando **CBIM** en el icono **Zoom Out** , hasta que la figura se haga manejable. En la Figura 3.42 se muestra el icono zoom out.

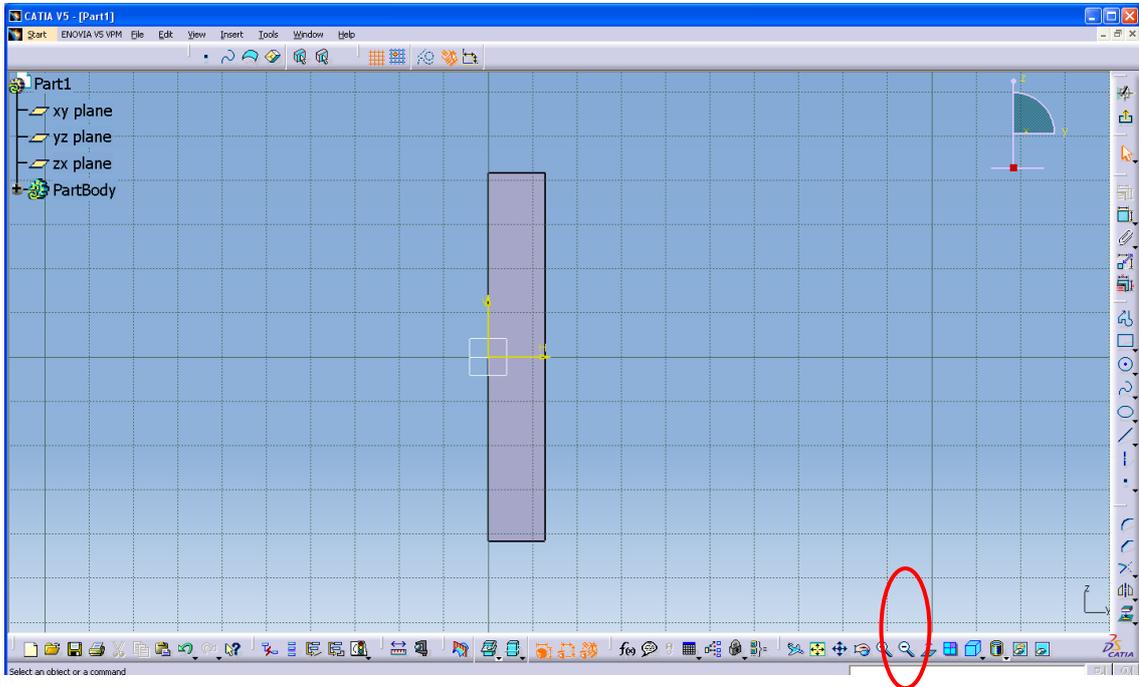


Figura 3.42 Comando zoom out, que muestra la figura en un estado manejable para el diseñador.

- Ahora se da **CBIM** en el icono **Line**  (para trazar una línea vertical de cualquier dimensión, ya que después se dimensionará adecuadamente) después se da **CBIM** en el punto que se quiera y para terminar la línea se vuelve a dar **CBIM** en otro punto cualquiera (se sabe que la línea esta ortogonal cuando se pone de color azul). Esto se observa mejor en las Figuras 3.43 y 3.44.

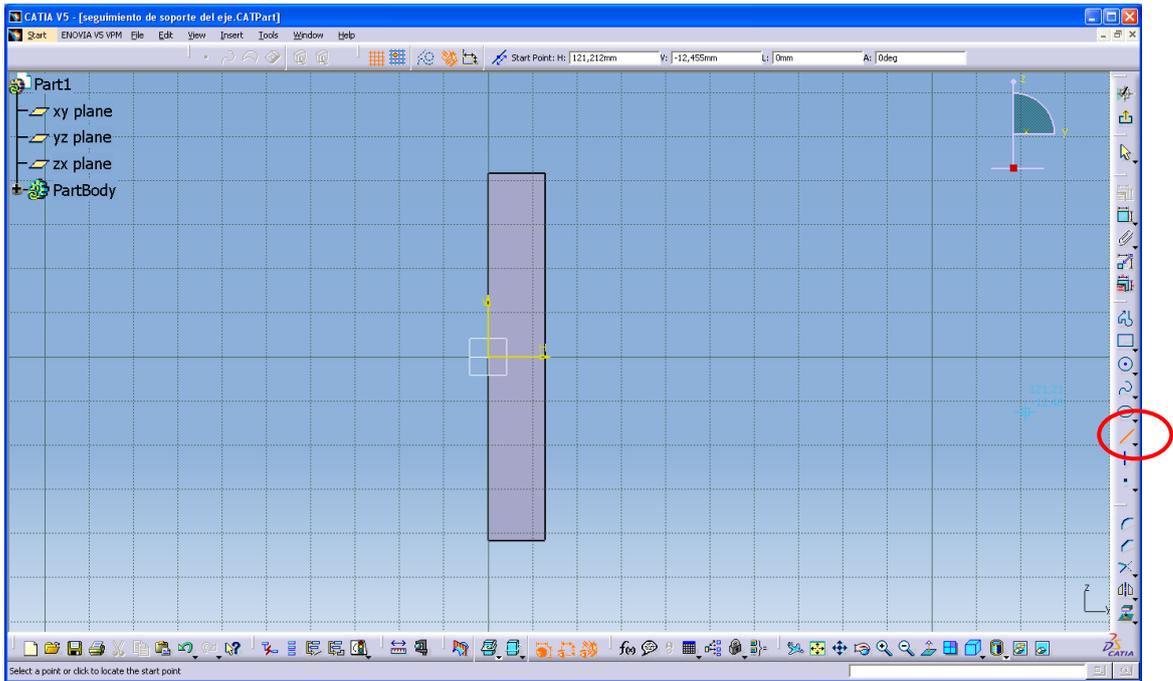


Figura 3.43 Comando line.

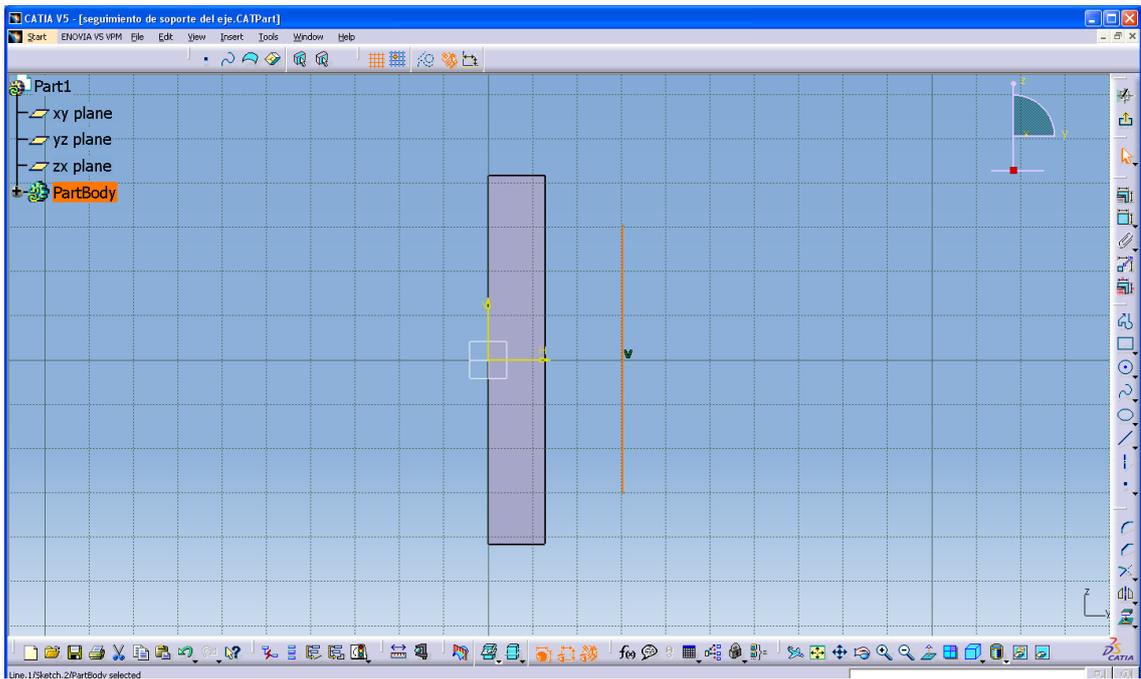


Figura 3.44 Línea terminada.

- Ahora se dimensionará la línea para que tenga la misma longitud de la base y que este también pegada a la base. Se da **CBIM** en el icono **Constraints** , se acota, se da

DOBLE CBIM en el valor de la cota y aparecerá el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el cual se modificará el valor de la casilla Value a 83.2 mm, y se da **CBIM** en OK. En las Figura 3.45 y 3.46 se observa mejor la explicación anterior.

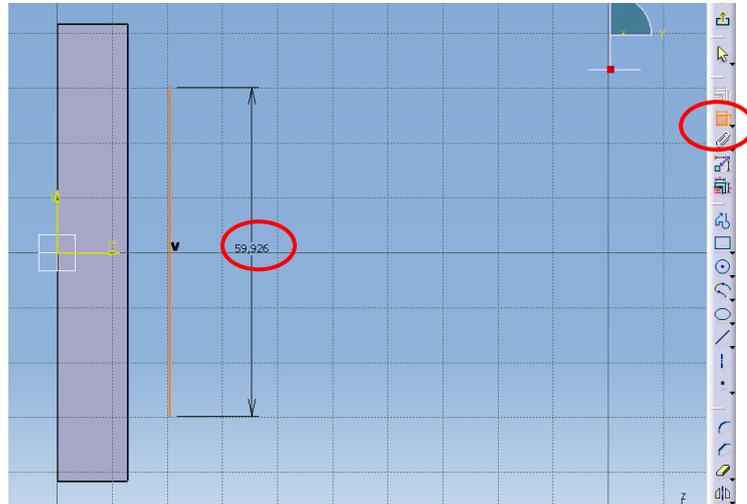


Figura 3.45 Comando constraint y la cota generada.



Figura 3.46 Cambio del valor de la cota.

- Ahora la línea se pondrá al parejo de la base, para esto se da **CBIM** en el icono **Constraints**  y se da **CBIM** en la punta inferior de la línea y en la línea inferior horizontal de la base, esto genera una cota la cual se modificará (dando **DOBLE CBIM**

en ella, para que aparezca en cuadro de diálogo *Constraint Definition*) dando valor de cero mm en la casilla Value, y dar **CBIM** en el botón OK, para que la línea quede a la misma altura de la base. En las Figuras 3.47, 3.48 y 3.49 se muestran el comando, el cuadro de diálogo y el valor de la cota respectivamente.

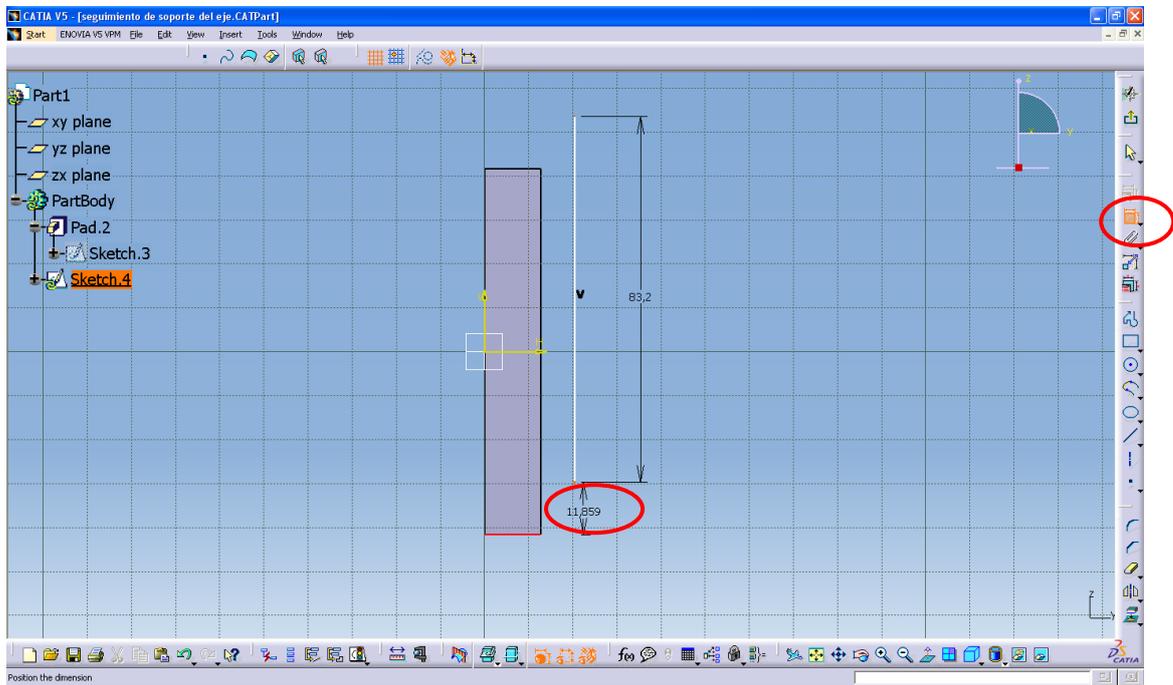


Figura 3.47 Comando constraint y la cota generada.

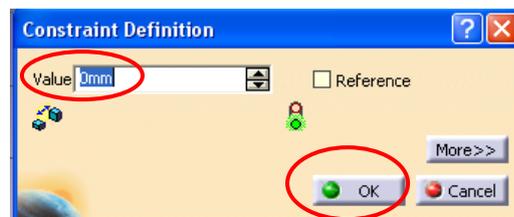


Figura 3.48 Cuadro de diálogo constraint definition.

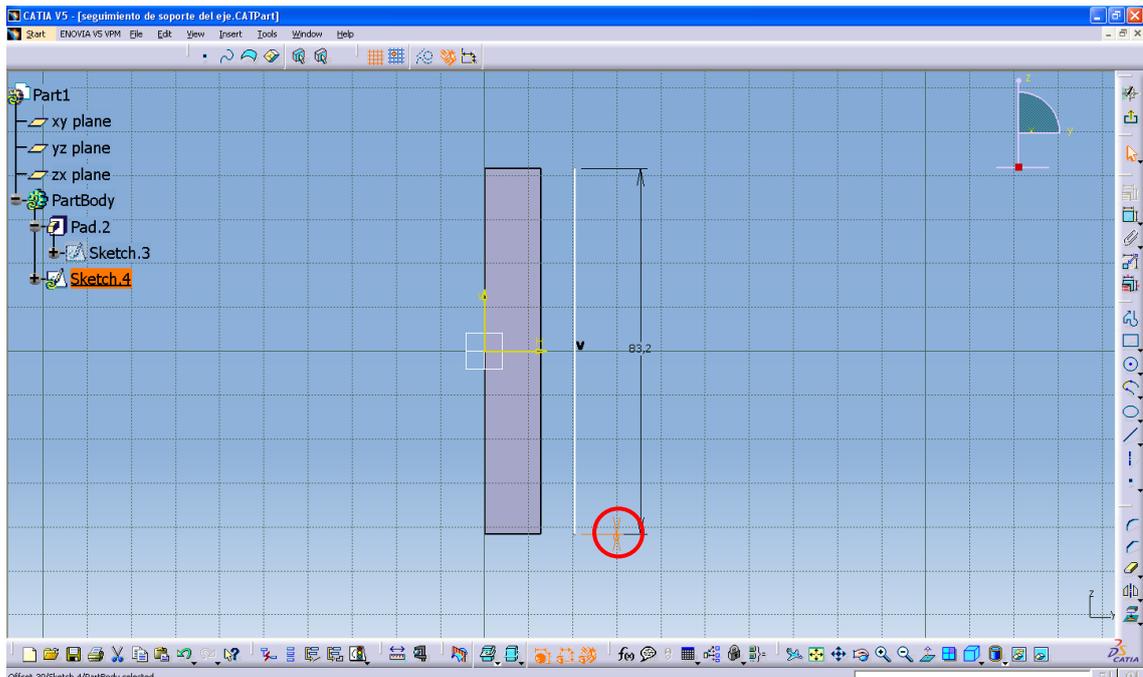


Figura 3.49 Indica el valor de la cota cero mm.

- Ahora se acercará la línea para que este pegada a la figura, se da **CBIM** en el icono **Constraints** , después se da **CBIM** en la línea y a continuación se da **CBIM** en la línea de contorno vertical de la base de la figura que este más próxima a la línea. En la Figura 3.50 se muestra la cota generada.

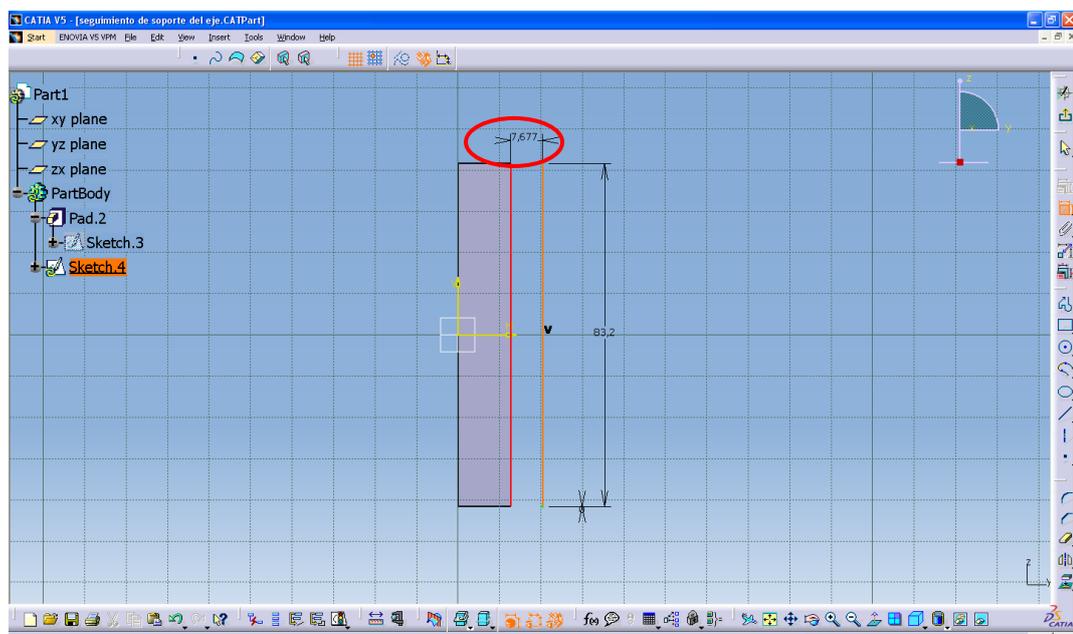


Figura 3.50 Cota generada entre la línea y la línea de contorno vertical de la base de la figura.

- Esto da como resultado una dimensión, la cual se modifica dando **DOBLE CBIM** en el valor de la cota, esto genera que se abra el cuadro de diálogo *Constraint Definition* en el se modificará el valor de la casilla Value a 0 mm. En las Figuras 3.51 y 3.52 se muestran el cuadro de diálogo y el valor de la casilla Value respectivamente.

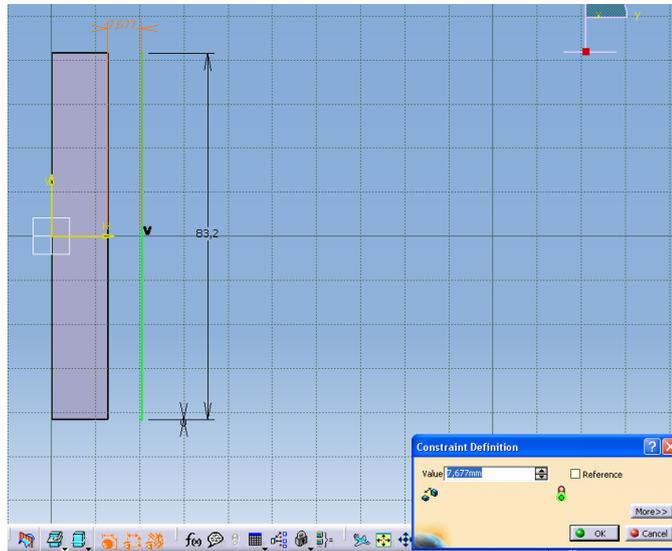


Figura 3.51 Cuadro de diálogo constraint definition.

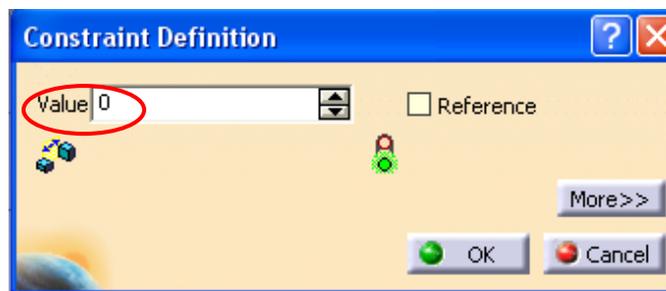


Figura 3.52 Se muestra el valor de la casilla value .

- Cuando se da **CBIM** en el botón OK y la línea automáticamente se pega a la línea de la figura. En la Figura 3.53 se observa que las líneas se han unido.

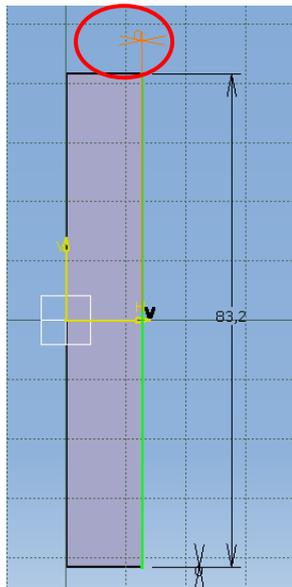


Figura 3.53 Líneas unidas.

- Ahora se hace un círculo dando **CBIM** en el icono **Circle** , se posiciona el cursor a cualquier distancia del origen, en el eje horizontal “H” (que se ve representado con una línea azul punteada. En la Figura 3.54 se muestra el centro del círculo) y se da **CBIM** en el punto que se desee.

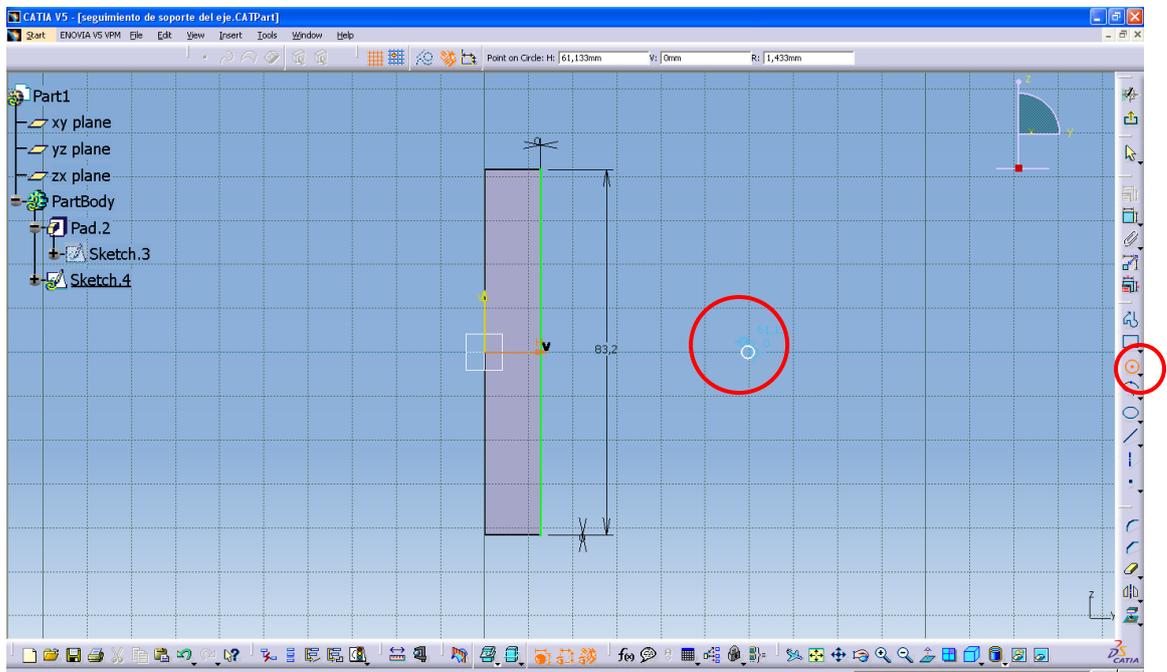


Figura 3.54 Centro del círculo.

- Y para fijar la dimensión del círculo (que aumenta o disminuye de acuerdo a como se mueva el cursor) se vuelve a dar **CBIM**, en este momento no importa que dimensión se le de al círculo, ya que se modificará posteriormente. En la Figura 3.55 se muestra el círculo.

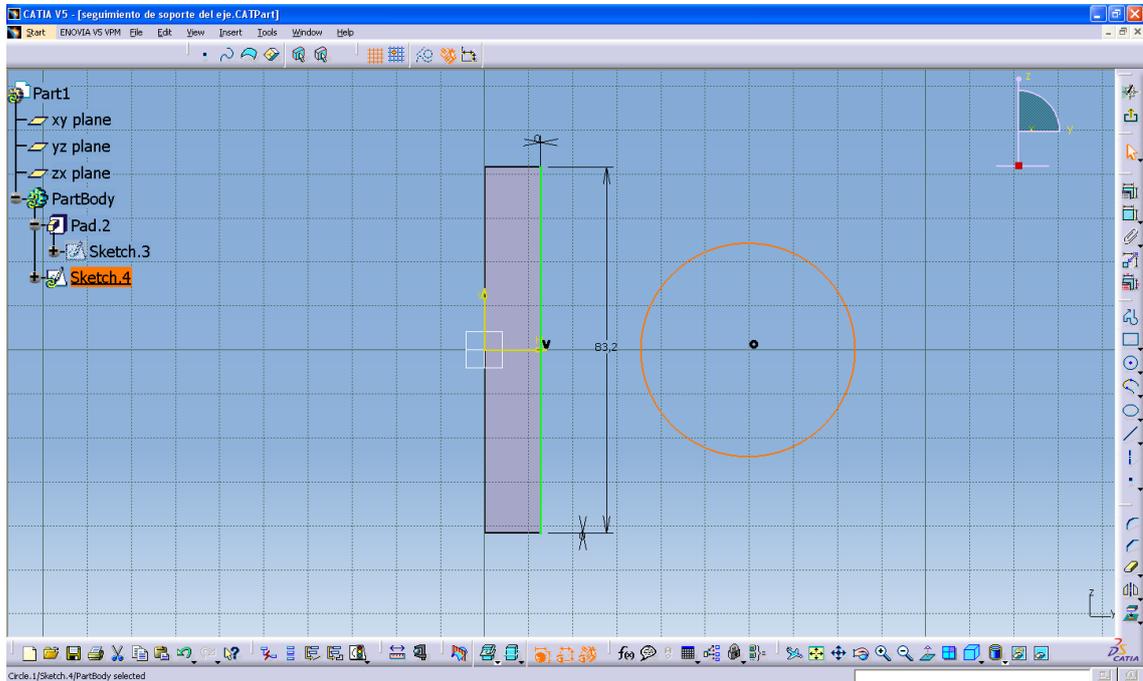


Figura 3.55 Círculo.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraints**  y aparece la cota, se da **CBIM** y se da **CBIM** para fijar la cota. En la Figura 3.56 se muestra la cota generada.

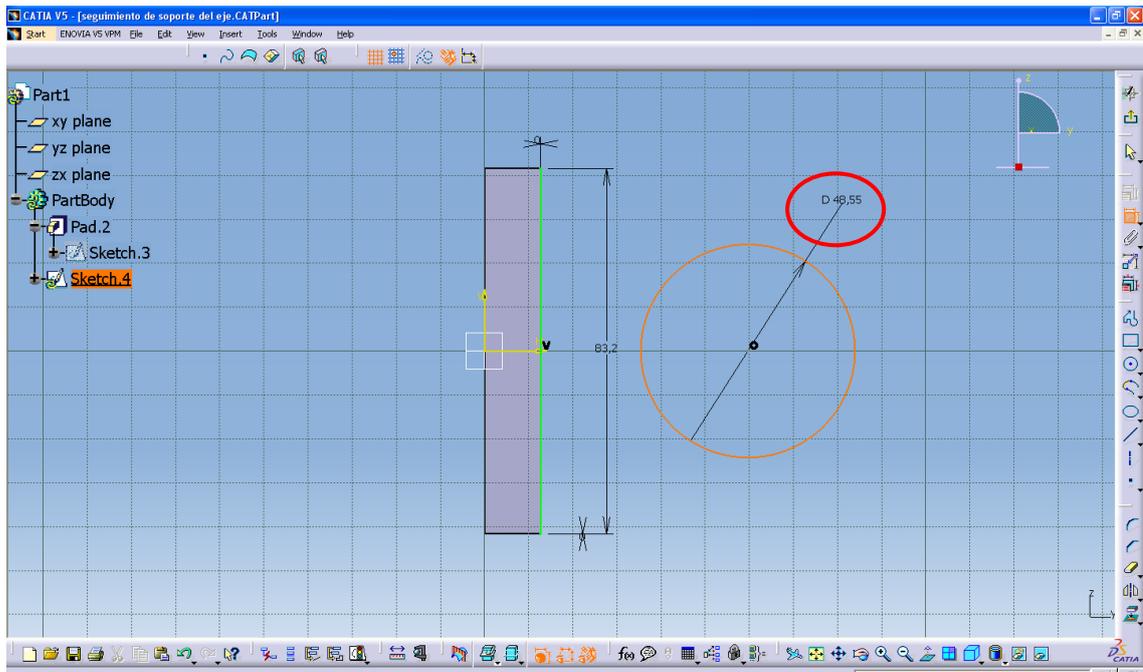


Figura 3.56 Cota generada en el círculo.

- Se modifica la cota dando **DOBLE CBIM** en el valor de ella, esto genera el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el cual se cambia el valor de la casilla Diameter a 40 mm, y después se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.57 y 3.58 se muestran el cuadro de diálogo y la dimensión modificada respectivamente.

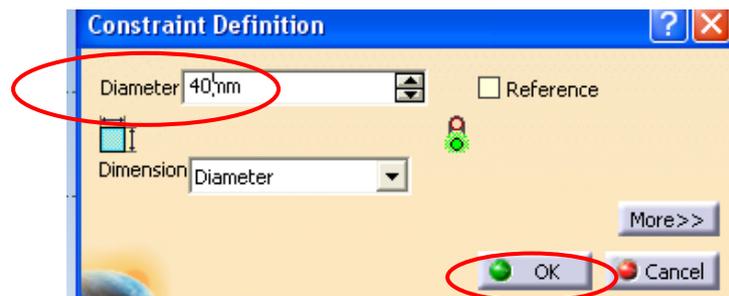


Figura 3.57 Cuadro de diálogo constraint definition.

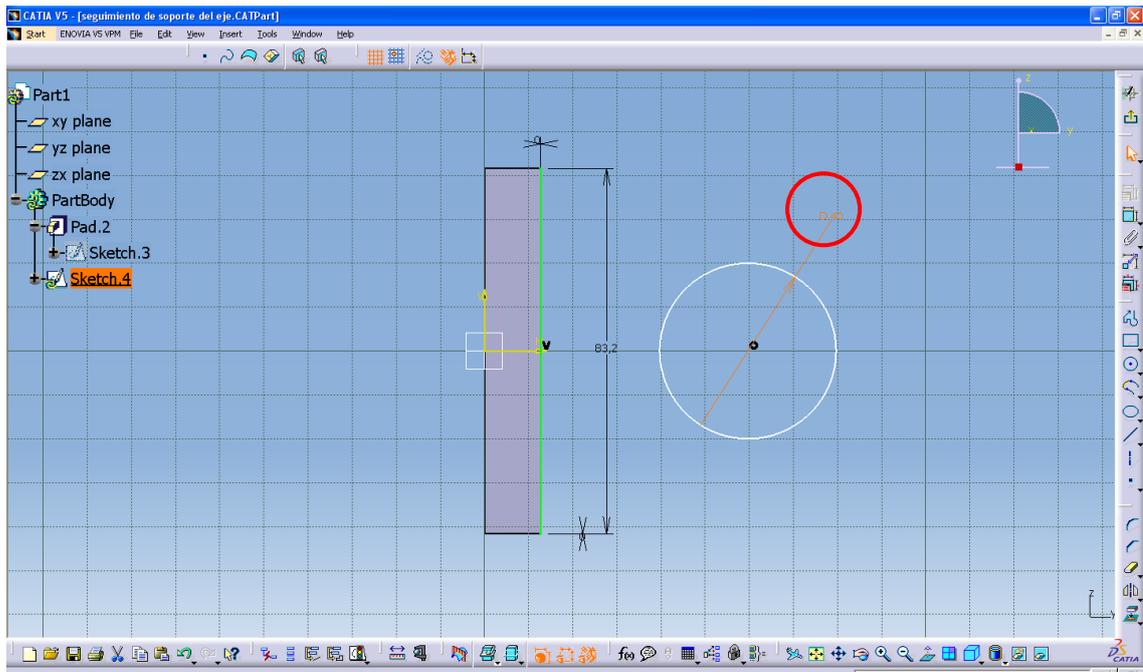


Figura 3.58 Dimensión modificada del círculo.

- Ahora se le da al círculo la distancia correcta hasta la base. Se da **CBIM** en el icono **Constraints**  y se posiciona el cursor en el centro del círculo. En la Figura 3.59 se muestra la posición del cursor.

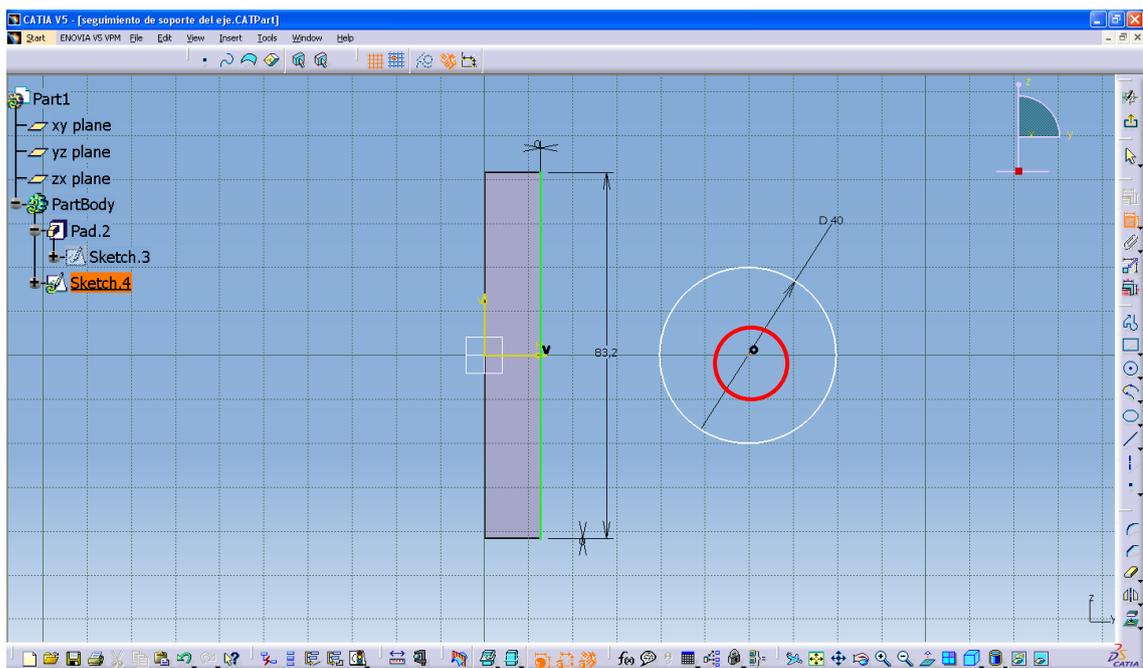


Figura 3.59 Cursor ubicado en el centro del círculo.

- Se da **CBIM** en el punto central del círculo, el cual se pone de color rojo una vez que es seleccionado. En la Figura 3.60 se muestra el centro del círculo seleccionado.

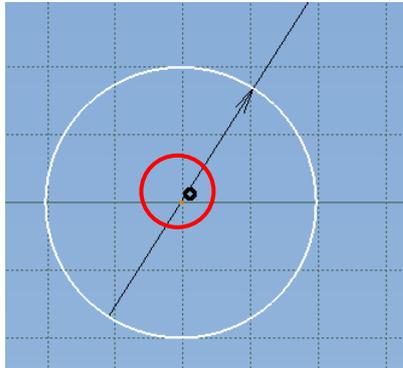


Figura 3.60 Centro del círculo seleccionado.

- Después se da **CBIM** en la línea de contorno vertical de la base más próxima al centro del círculo, esto genera una dimensión, la cual se fija cuando se da otro **CBIM** (esta dimensión será modificada posteriormente). En la Figura 3.61 se muestra la cota generada.

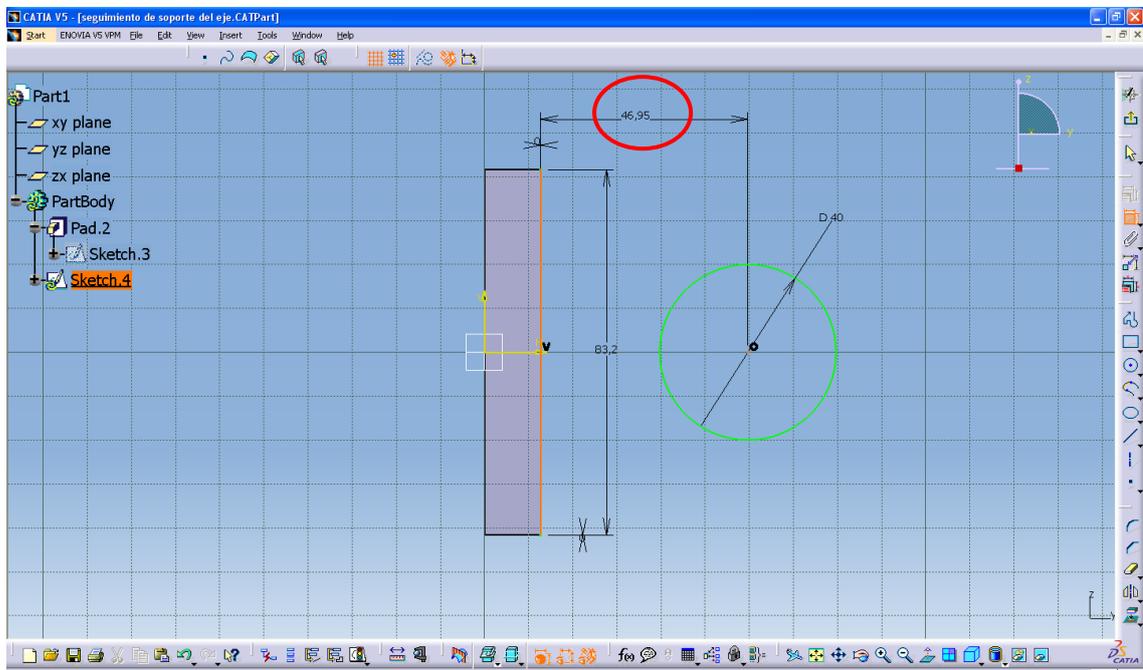


Figura 3.61 Cota generada entre la línea de contorno vertical de la base y el centro del círculo.

- Se da **DOBLE CBIM** sobre el valor de la cota, generando así el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el cual se cambiará el valor de la casilla Value a 48 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En la Figura 3.62 y 3.63 se muestra el cuadro de diálogo y la cota generada respectivamente.

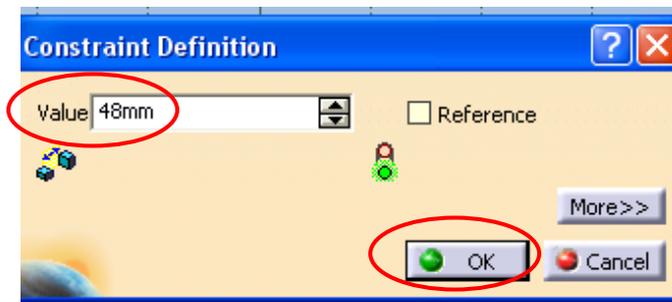


Figura 3.62 Cuadro de diálogo constraint definition.

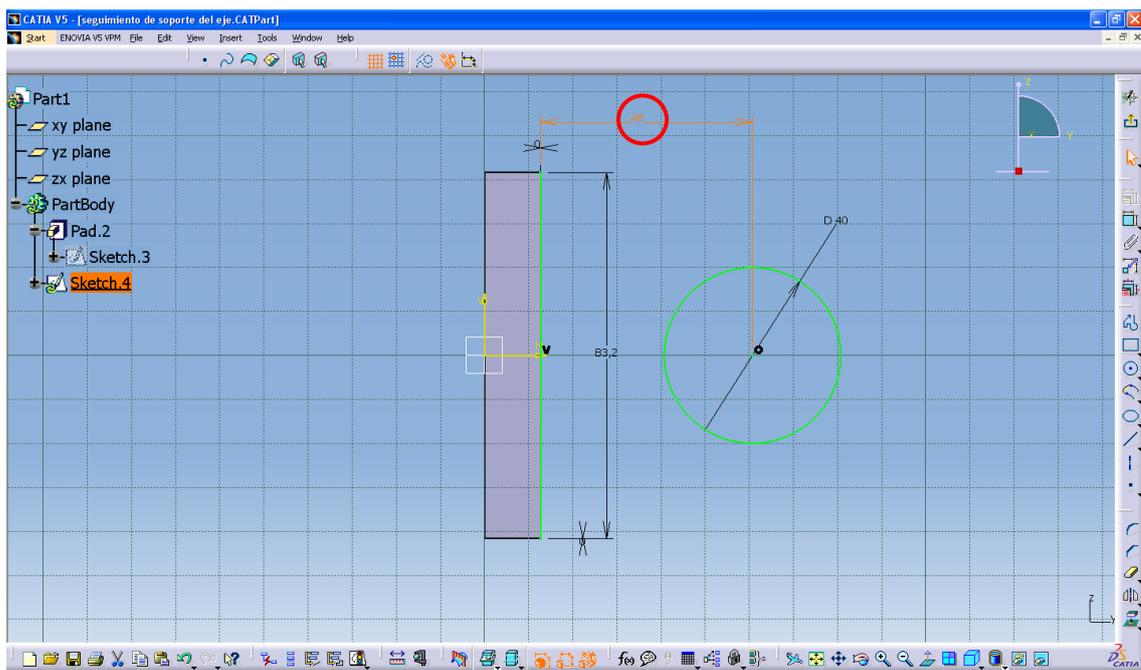


Figura 3.63 Cota generada con la dimensión requerida.

- Ahora se da **CBIM** en la flecha del icono **Line**  esto despliega una serie de iconos, se da **CBIM** en el icono **Bi-Tangent Line**  tal y como se muestra en la Figura 3.64.

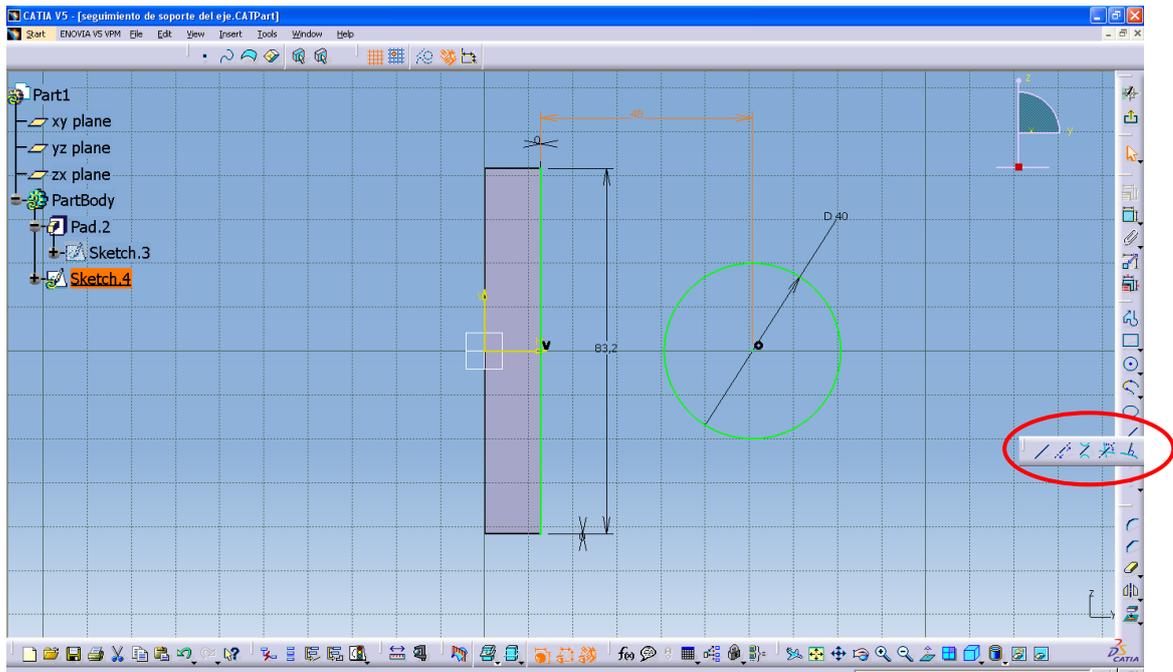


Figura 3.64 Icono bi-tangent line.

- Después se da **CBIM** en la esquina inferior derecha de la figura y a continuación se da **CBIM** en la circunferencia y esto genera una línea tangencial desde la base al círculo. En las Figuras 3.65, 3.66 y 3.67 se muestran la esquina seleccionada, la circunferencia y la línea bi-tangente respectivamente.

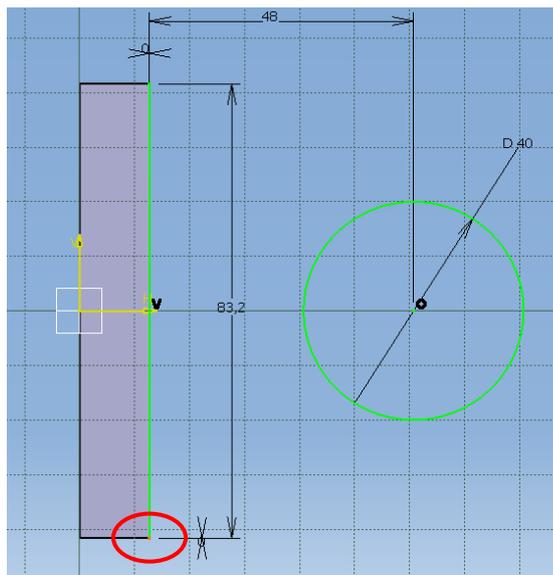


Figura 3.65 Esquina inferior derecha de la figura seleccionada.

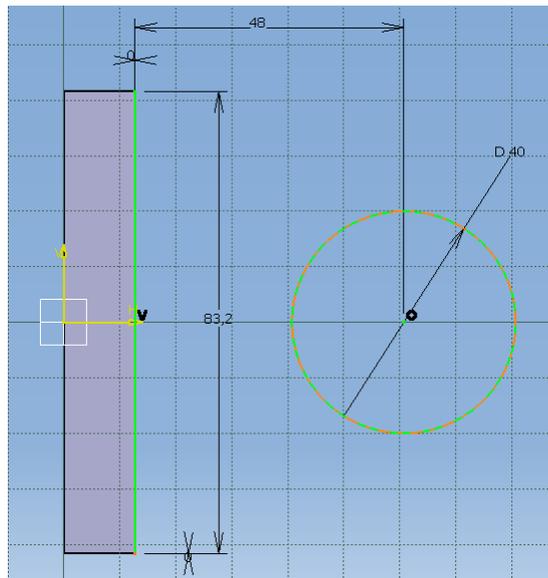


Figura 3.66 Circunferencia seleccionada.

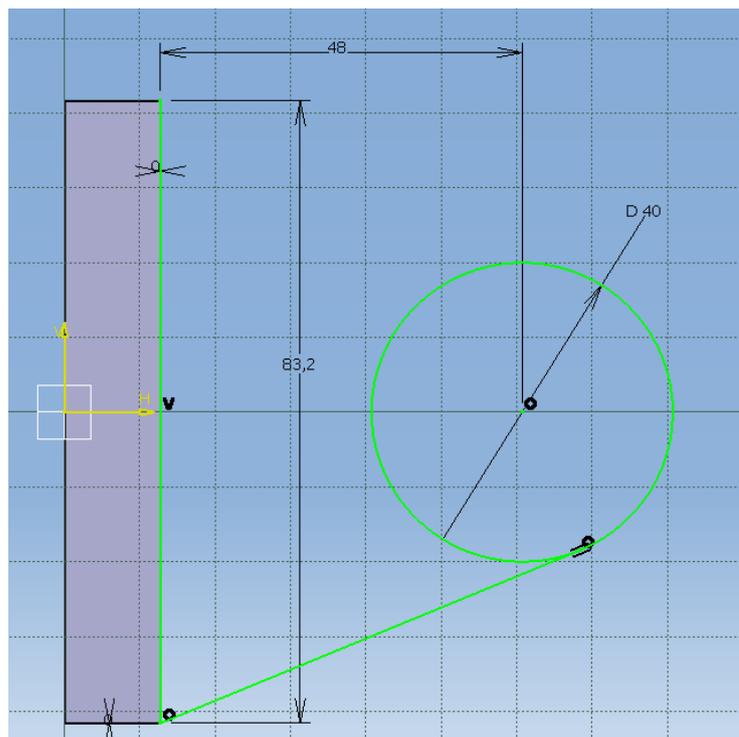


Figura 3.67 Línea bi-tangente .

- Se repite la misma operación del paso 45, pero con la esquina superior derecha de la figura; tal y como se muestra en la secuencia de Figuras 3.68, 3.69, 3.70 y 3.71.

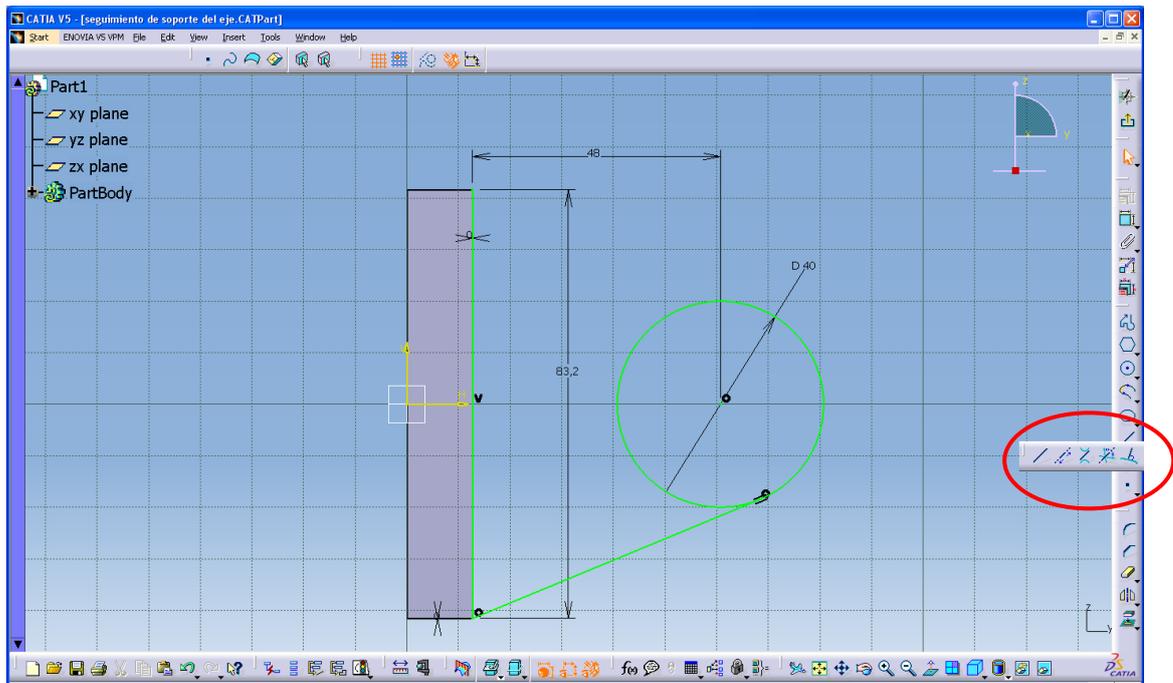


Figura 3.68 Selección del icono bi-tangent line.

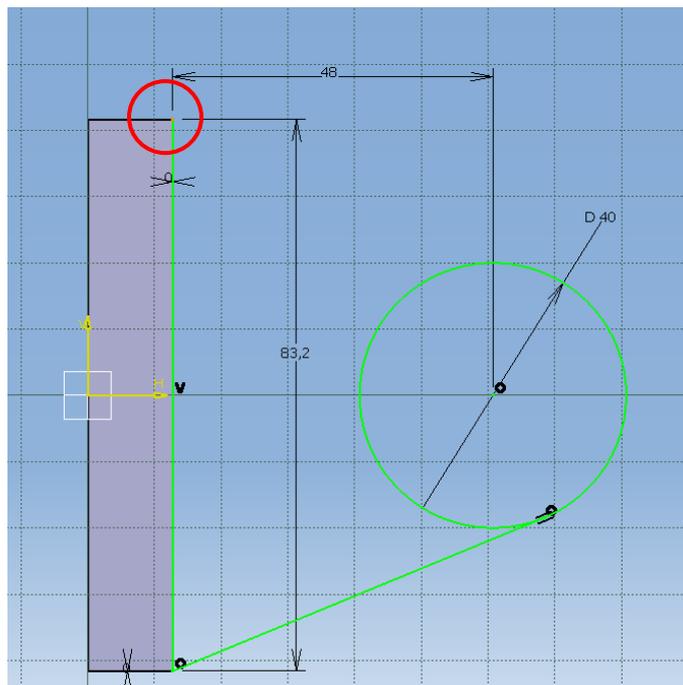


Figura 3.69 Esquina superior de la figura seleccionada.

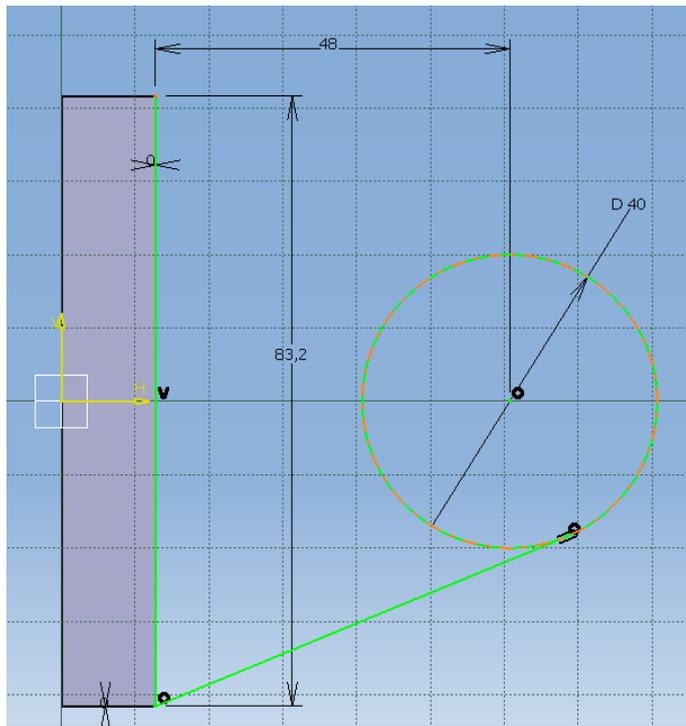


Figura 3.70 Circunferencia seleccionada.

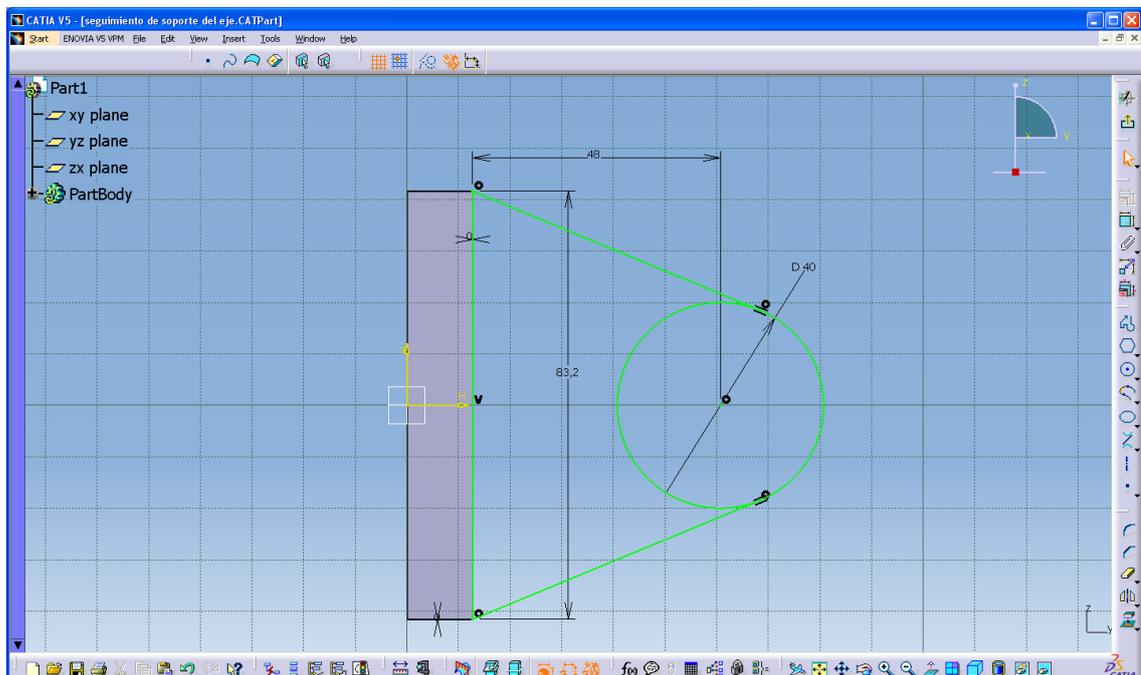


Figura 3.71 Línea bi-tangente hecha.

- Ahora se corta el excedente del círculo con el uso de la barra de herramientas **Operation**, se da **CBIM** en la familia **Trim**  de la barra y se despliegan las opciones y se da **CBIM** en la opción de **Quick Trim**  tal y como se muestra en la Figura 3.72.

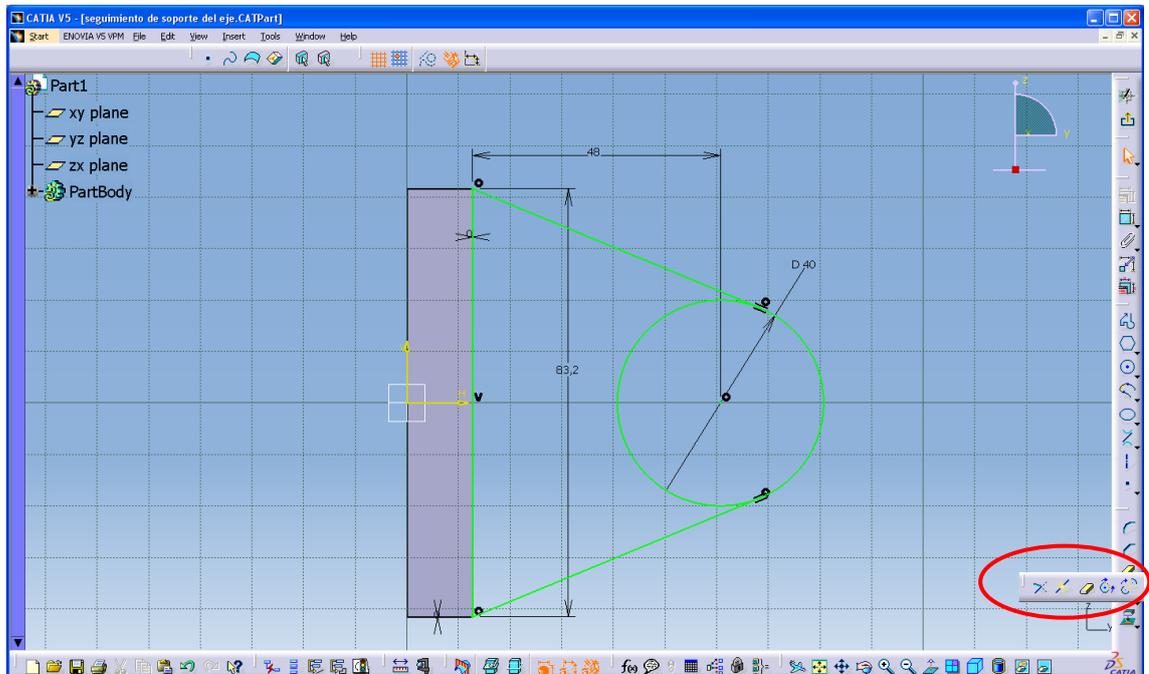


Figura 3.72 Icono quick trim seleccionado.

- Después se da **CBIM** en la circunferencia, quitando así la parte que no se necesita. En la Figura 3.73 se muestra el círculo cortado.

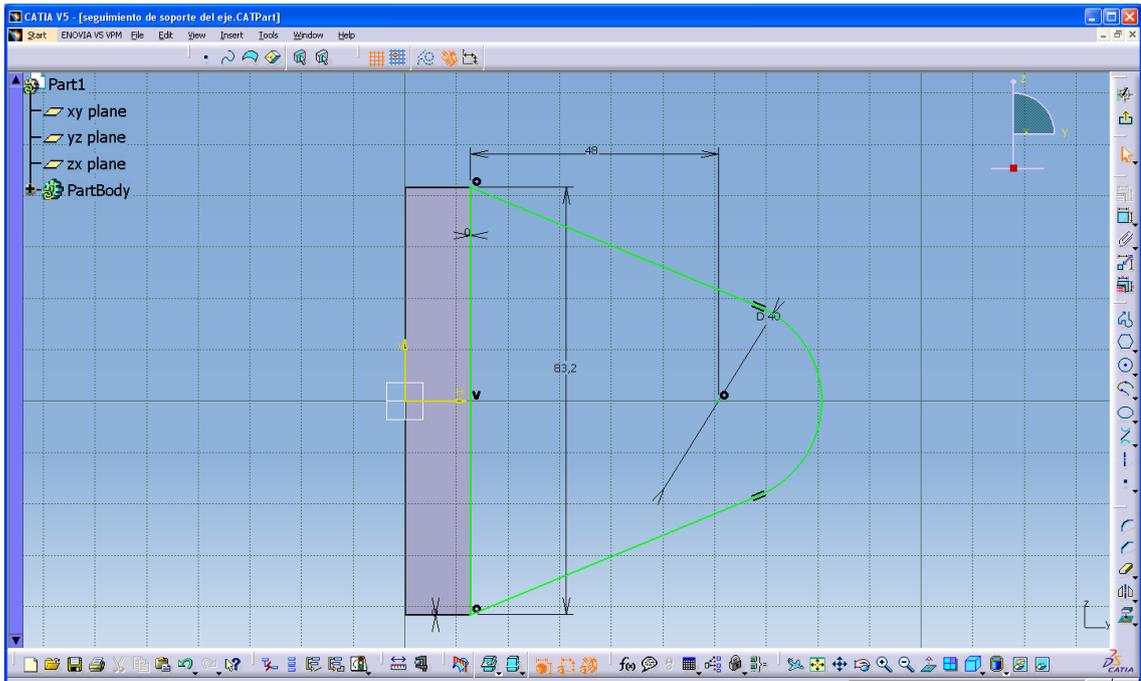


Figura 3.73 Círculo cortado.

- Ahora se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench** , para ir al escenario 3D (**PART DESIGN**). En las Figuras 3.74 Y 3.75 se muestran el icono y el escenario 3D.

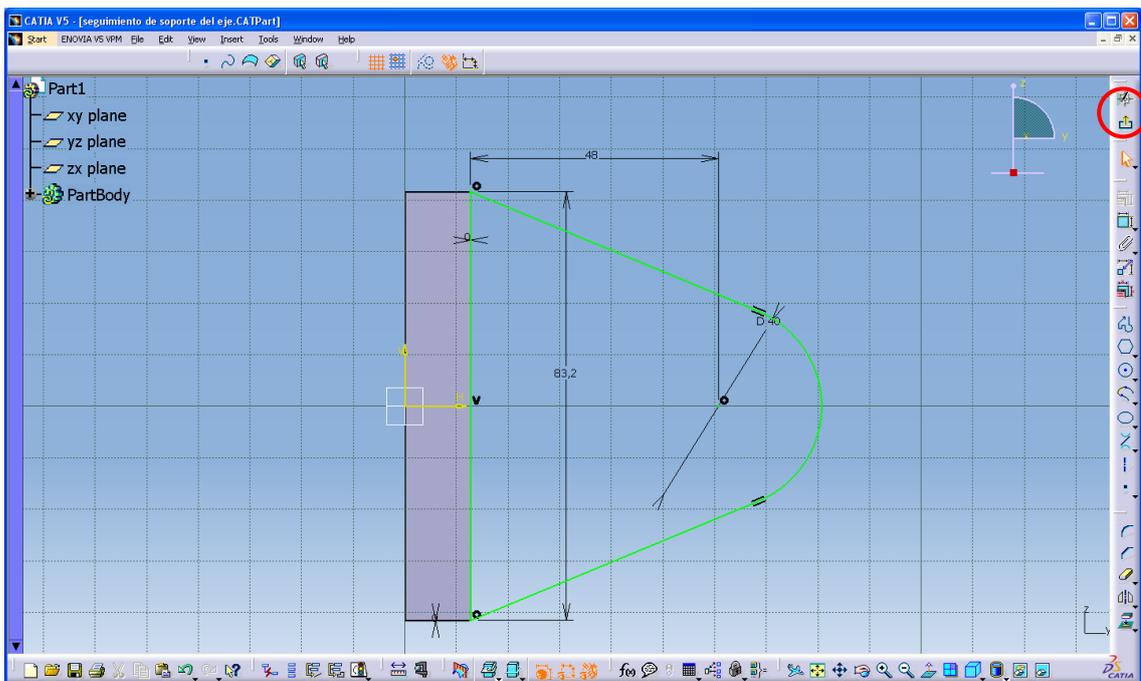


Figura 3.74 Icono exit workbench.

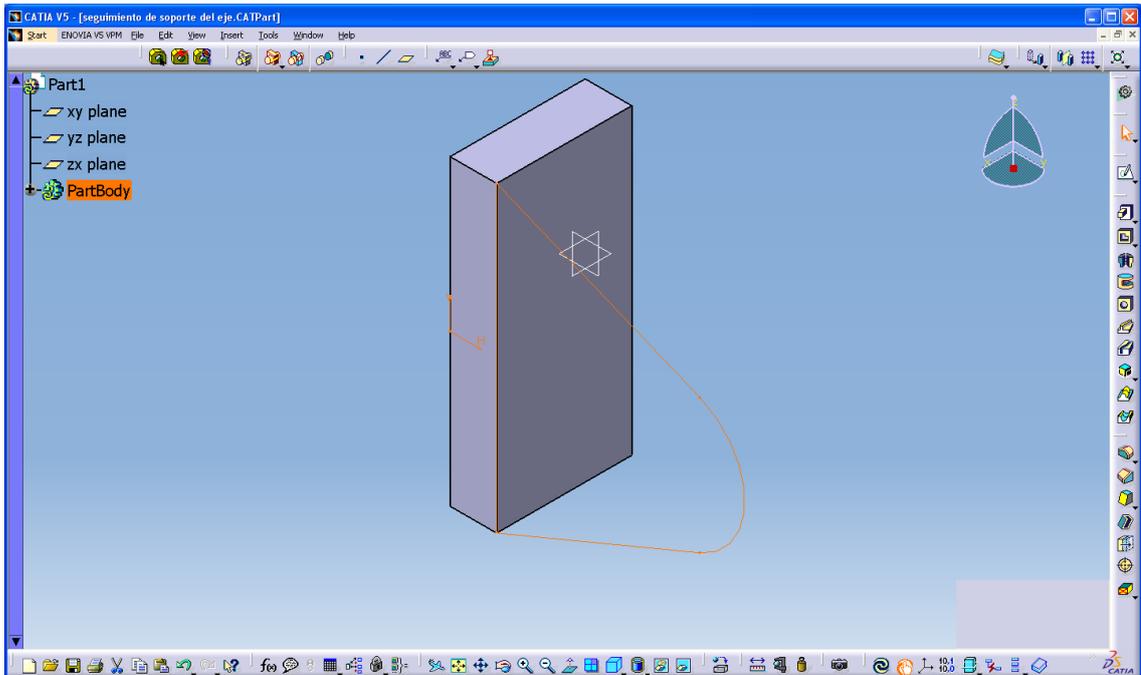


Figura 3.75 Escenario 3D (PART DESIGN) y el contorno trazado anteriormente.

- Ubicar la barra de herramientas **Sketch-Based Features** y después se da **CBIM** en el icono **Pad** . En la Figura 3.76 se muestra el icono.

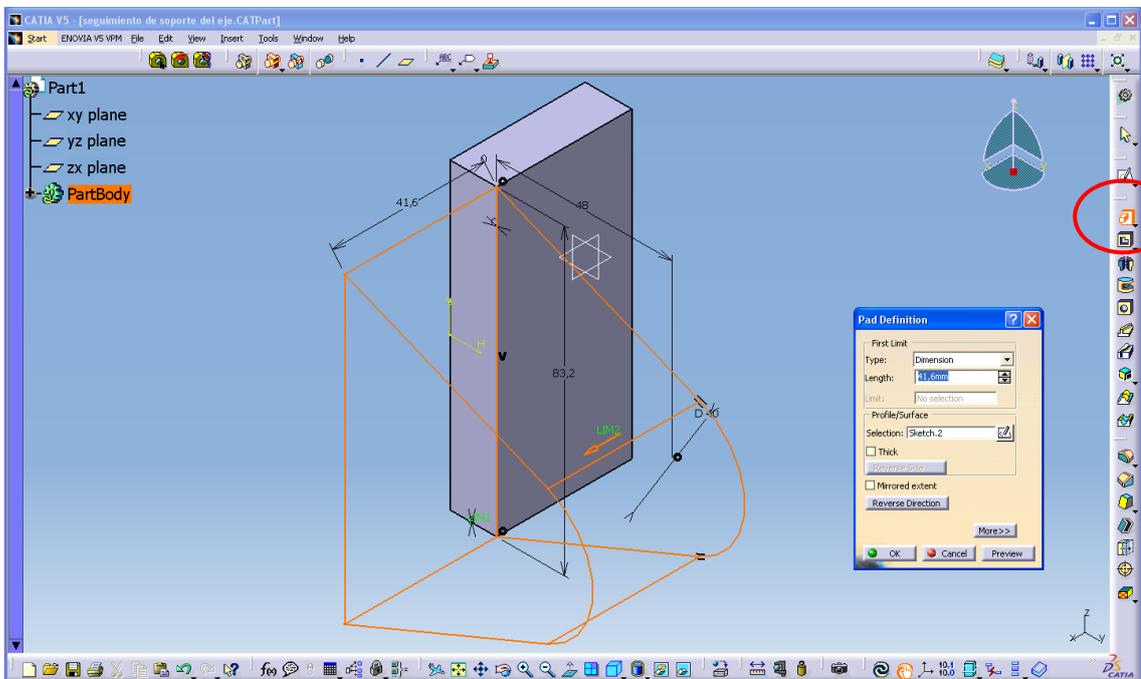


Figura 3.76 Icono pad.

- Esto genera que aparezca el cuadro de diálogo **Pad Definition** en el cual se modifica el valor en la casilla **Length** a 10 mm y también se da **CBIM** en el botón REVERSE DIRECTION. En las Figuras 3.77 y 3.78 se muestra el cuadro de diálogo y una primera vista de la pieza; y se da **CBIM**. En la Figura 3.79 se muestra el sólido.

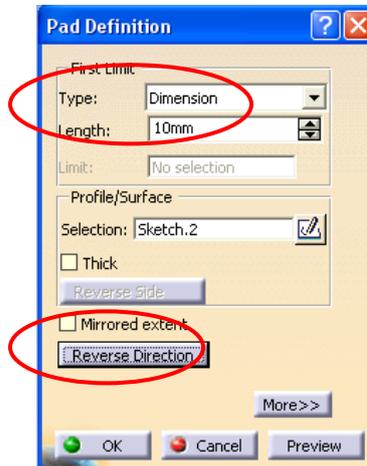


Figura 3.77 Cuadro de diálogo pad definition y los parámetros adecuados.

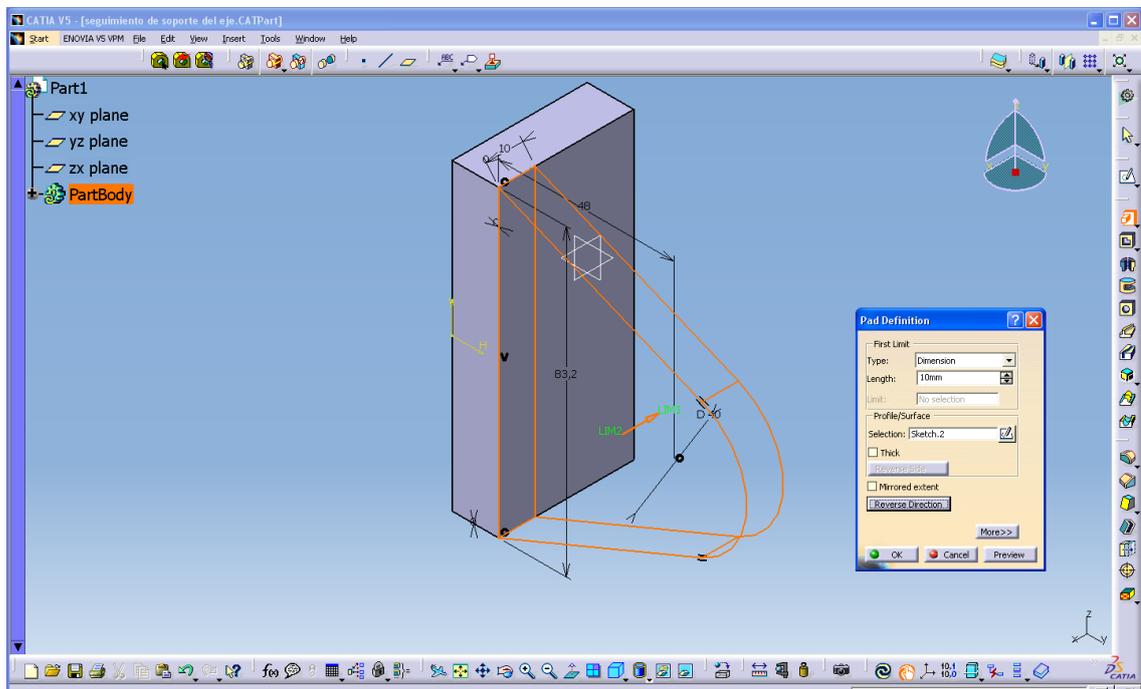


Figura 3.78 Primera vista de la pieza ya con los parámetros establecidos.

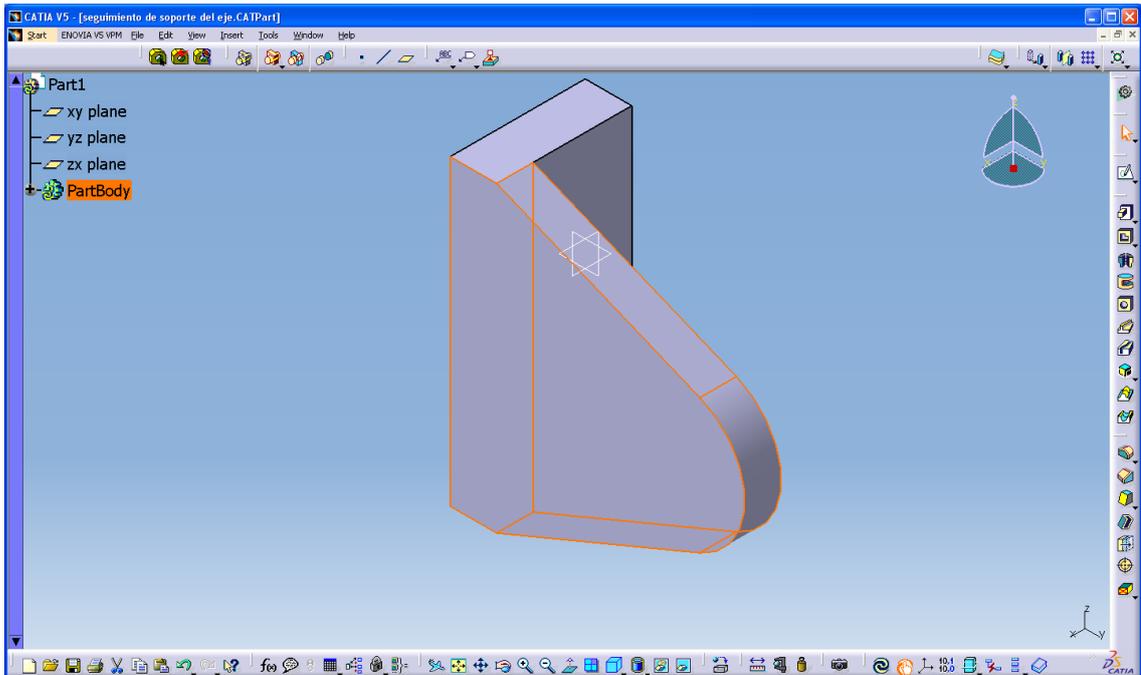


Figura 3.79 Pieza en sólido.

- Dar **CBIM** en la cara posterior de la figura. En la Figura 3.80 se muestra la cara seleccionada.

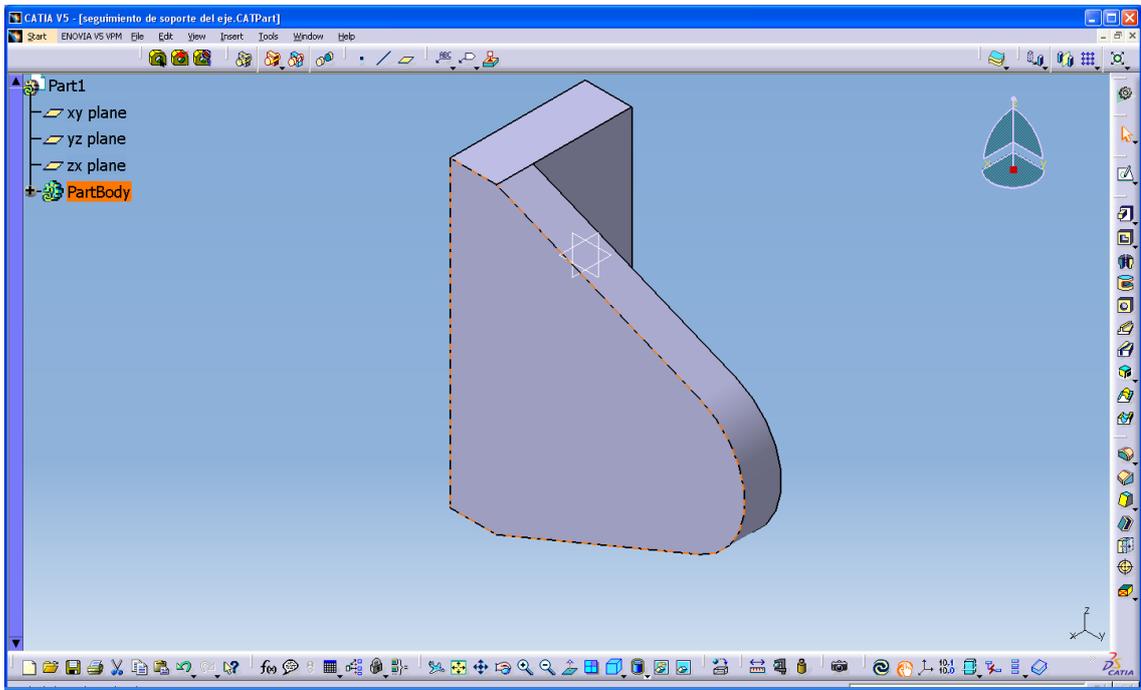


Figura 3.80 Cara seleccionada de la figura.

- Dar **CBIM** en el icono **Sketch** , eso posiciona la figura en el escenario 2D (**SKETCHER**). En la Figura 3.81 se muestra el escenario en 2D.

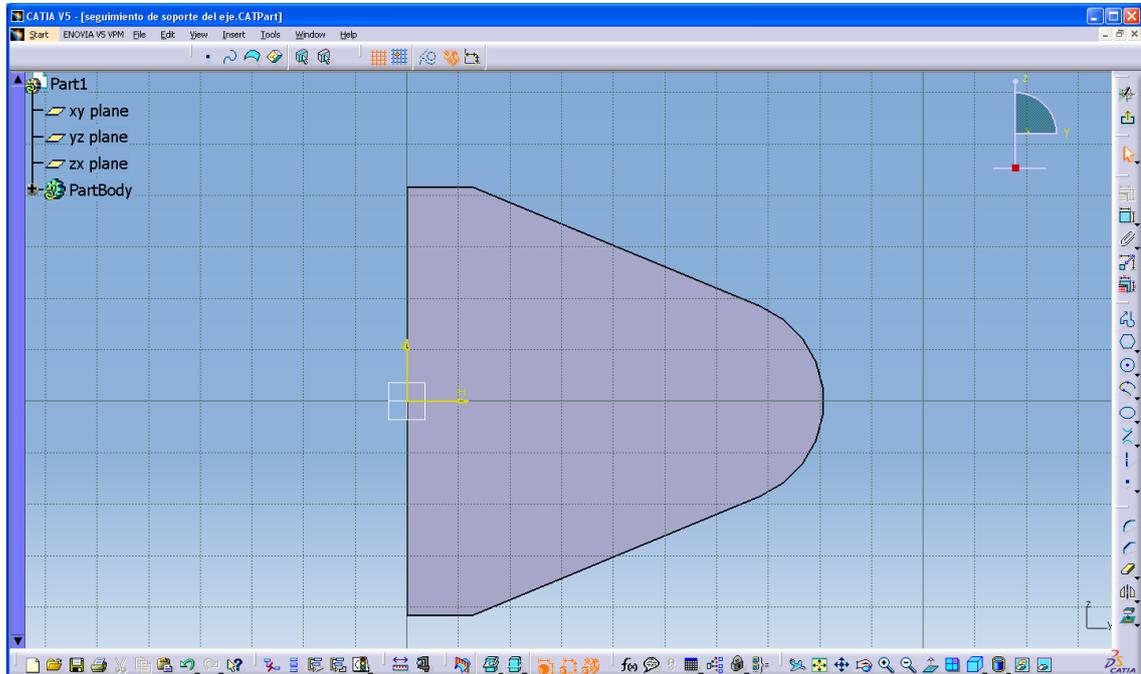


Figura 3.81 Escenario 2D (**SKETCHER**).

- Después se da **CBIM** en el icono **Circle**  y se da **CBIM** sobre la figura a manera que se vea la línea del eje H (horizontal) a lo largo de la pantalla, esto es para centrar el círculo, y dar **CBIM** en la figura cuando aparezca el eje de color azul. En las Figuras 3.82 y 3.83 se muestran el eje y el círculo respectivamente.

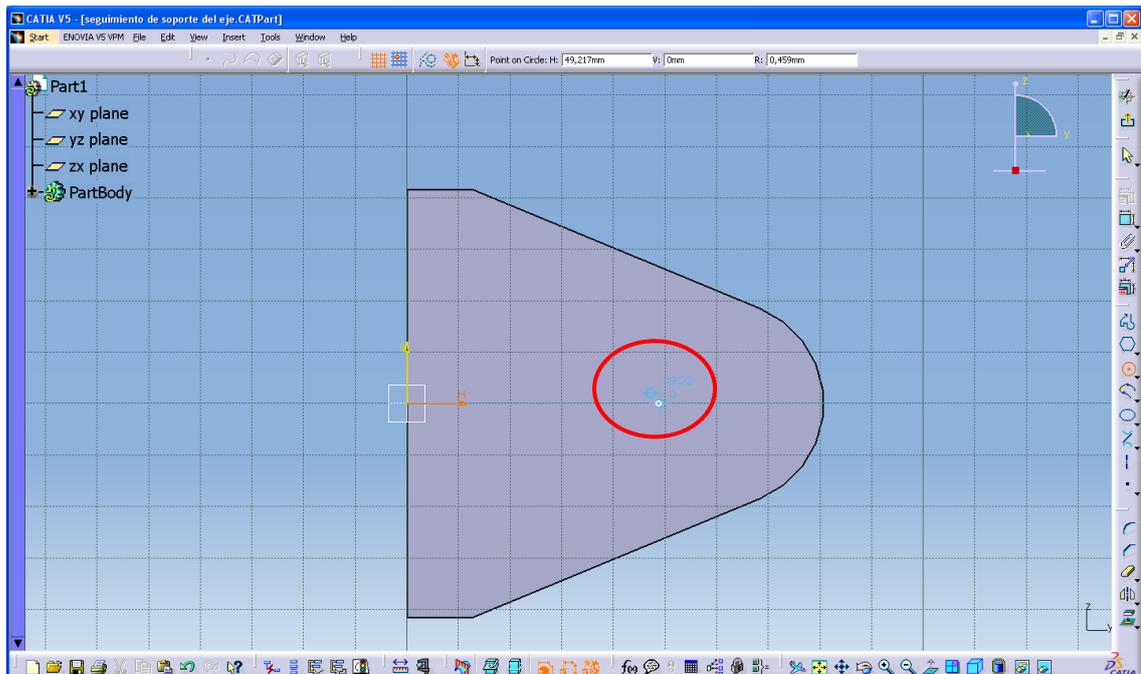


Figura 3.82 Eje horizontal azul.

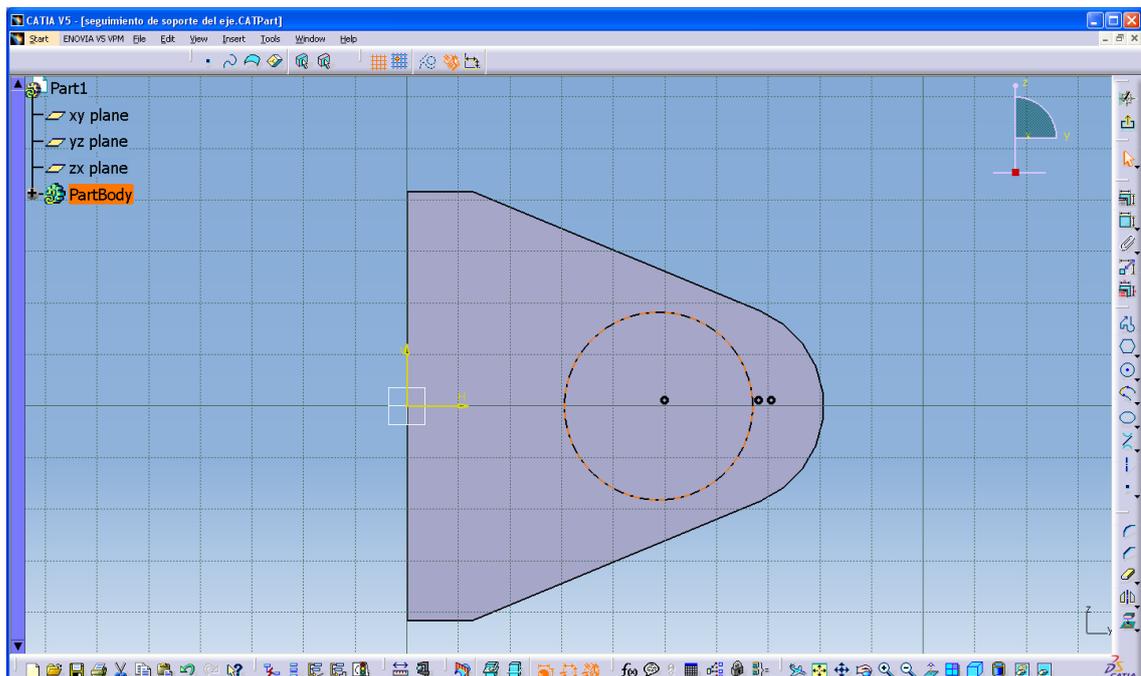


Figura 3.83 Círculo.

- Dar **CBIM** en el icono **Constraints**  y aparecerá la cota, después de elegir un lugar para colocarla, dar nuevamente **CBIM**. En la Figura 3.84 se muestra la cota.

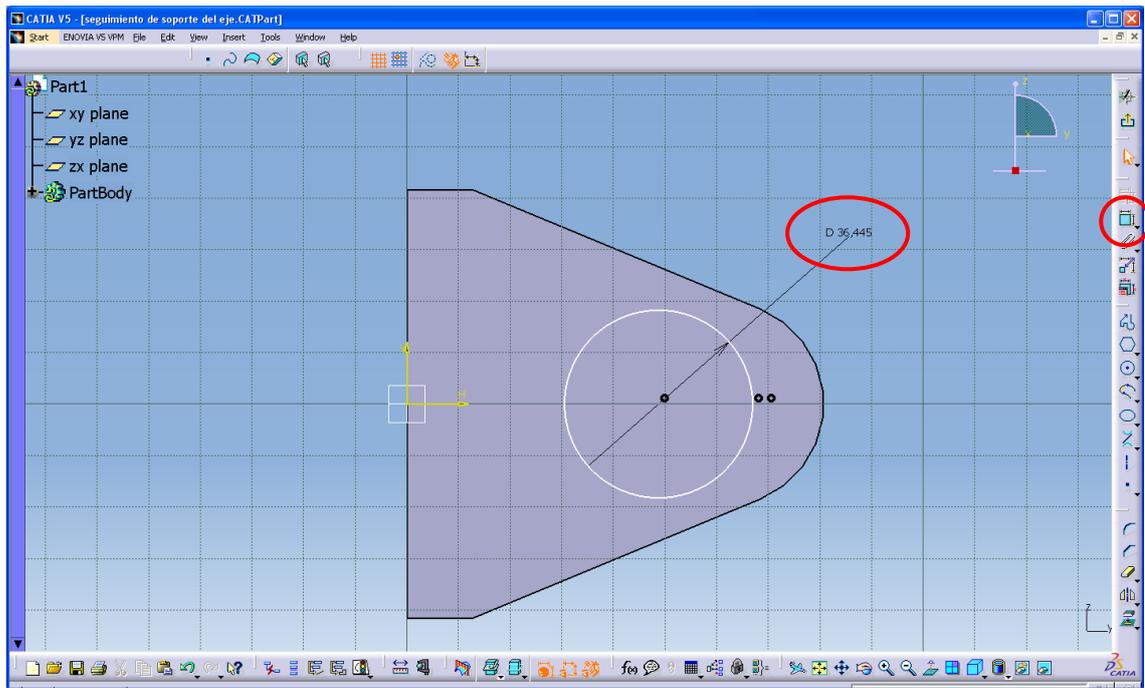


Figura 3.84 Cota generada y el icono constraints.

- Ahora se modifica el valor de la cota dando **DOBLE CBIM** en el valor de la cota, esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el cual se cambiará el valor que haya en la casilla Diameter a 40 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.85 y 3.86 se muestran el cuadro de diálogo y la cota correcta respectivamente.

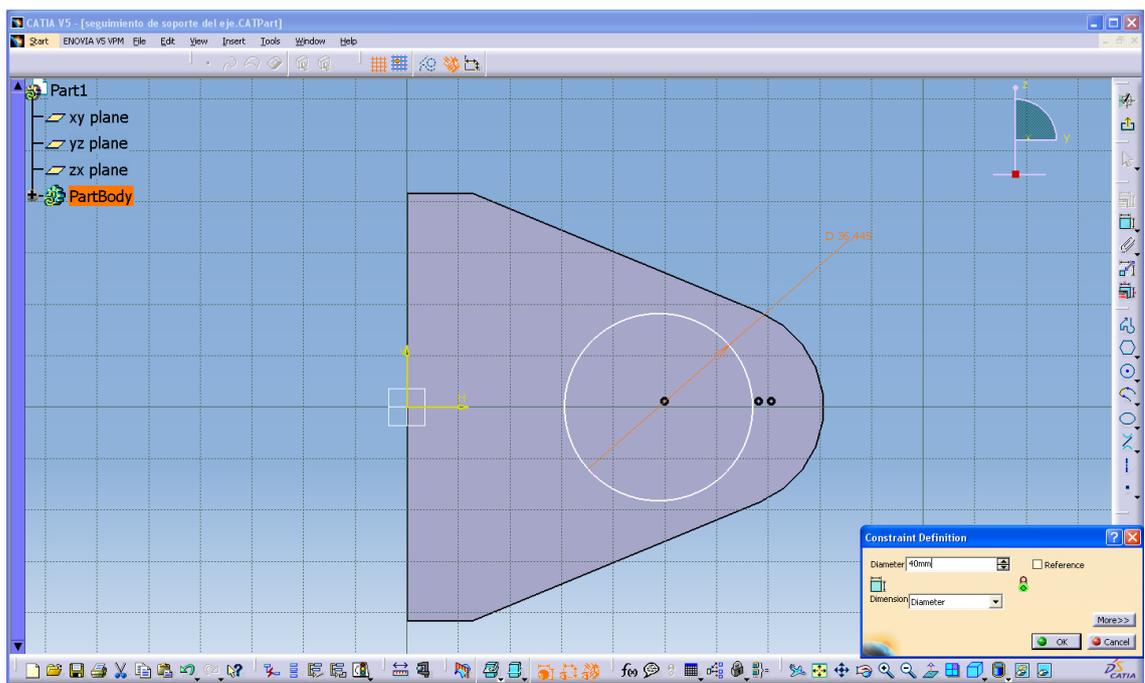


Figura 3.85 Cuadro de diálogo constraint definition.

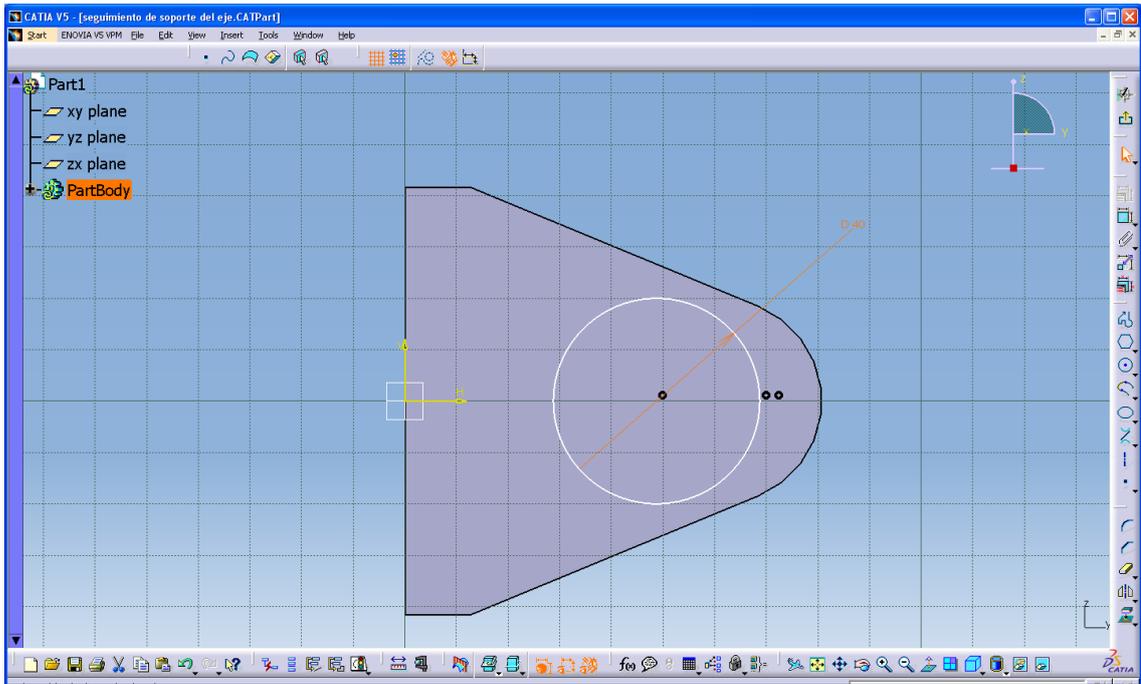


Figura 3.86 Dimensión correcta del círculo.

- Después se da **CBIM** en el icono **Constraint**  (para poner el círculo a la distancia deseada). En la Figura 3.87 se muestra el icono.

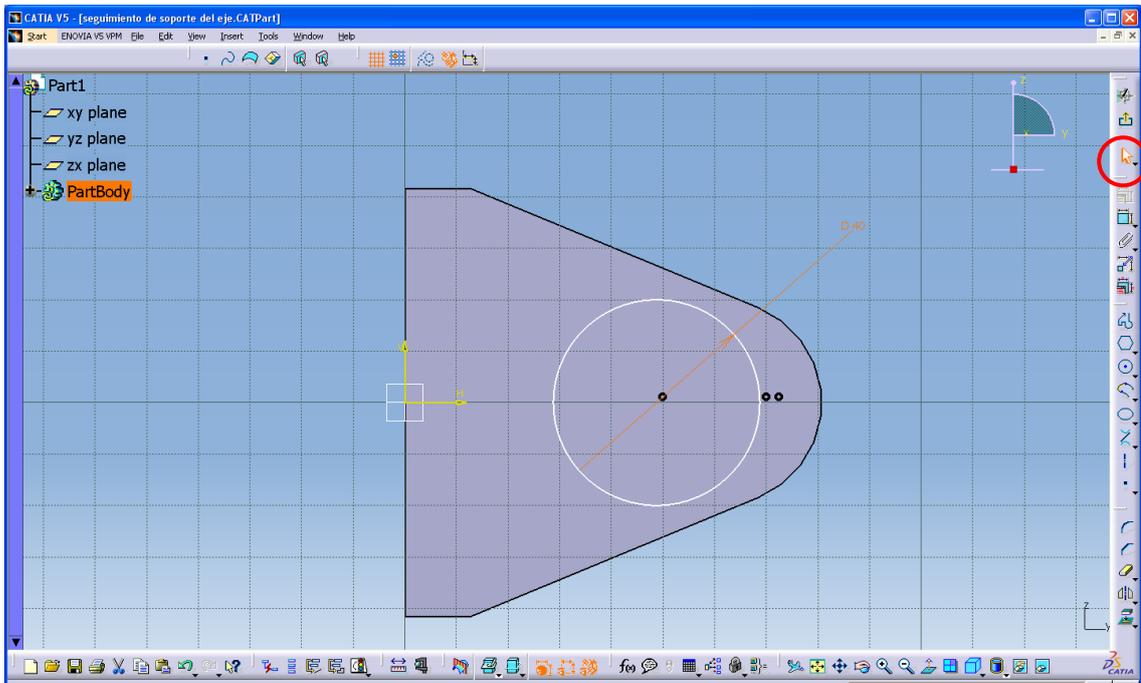


Figura 3.87 Icono constraint.

- Se selecciona el centro del círculo. Se da **CBIM**, en la Figura 3.88 se muestra el centro del círculo.

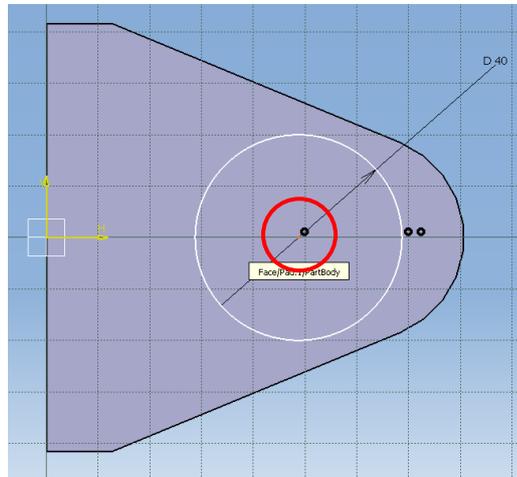


Figura 3.88 Centro del círculo seleccionado.

- Se da **CBIM** en la línea de contorno vertical de la figura y aparecerá la cota (la cual se fija dando **CBIM** en el sitio que convenga). En la Figura 3.89 se muestra la cota.

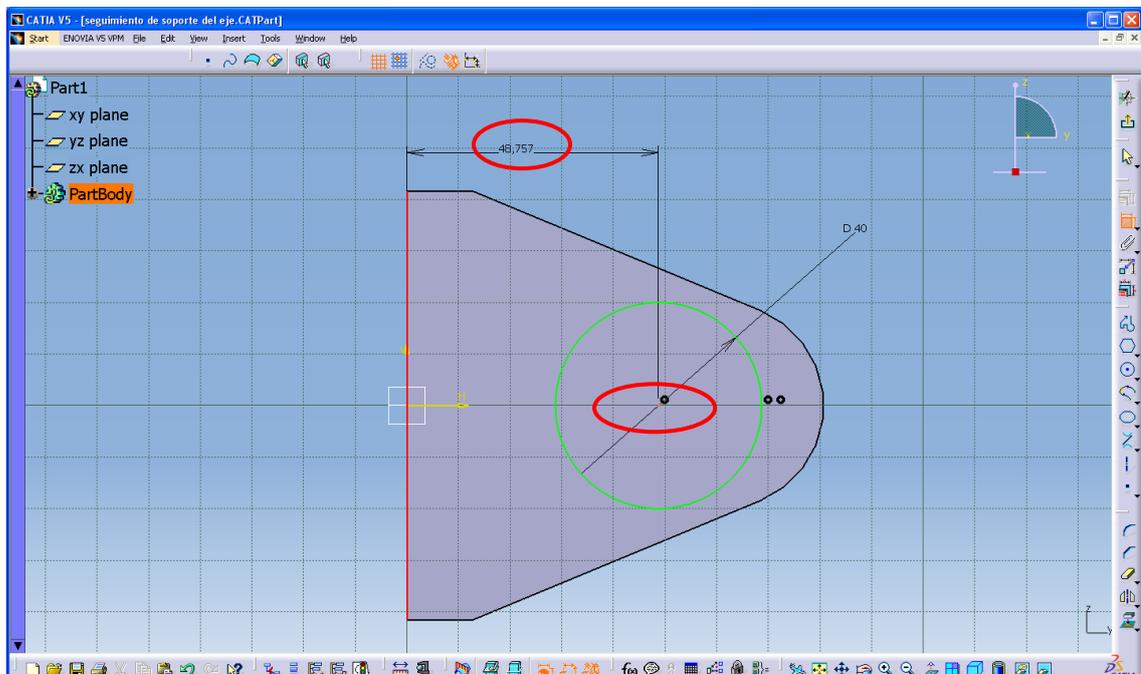


Figura 3.89 Cota desde la línea de base hasta el centro del círculo.

- Se modifica el valor de la cota dando **DOBLE CBIM** en el valor de la cota, esto permite que aparezca el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en él se cambia el valor existente de la casilla Value a 60.75 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.90 y 3.91 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada.

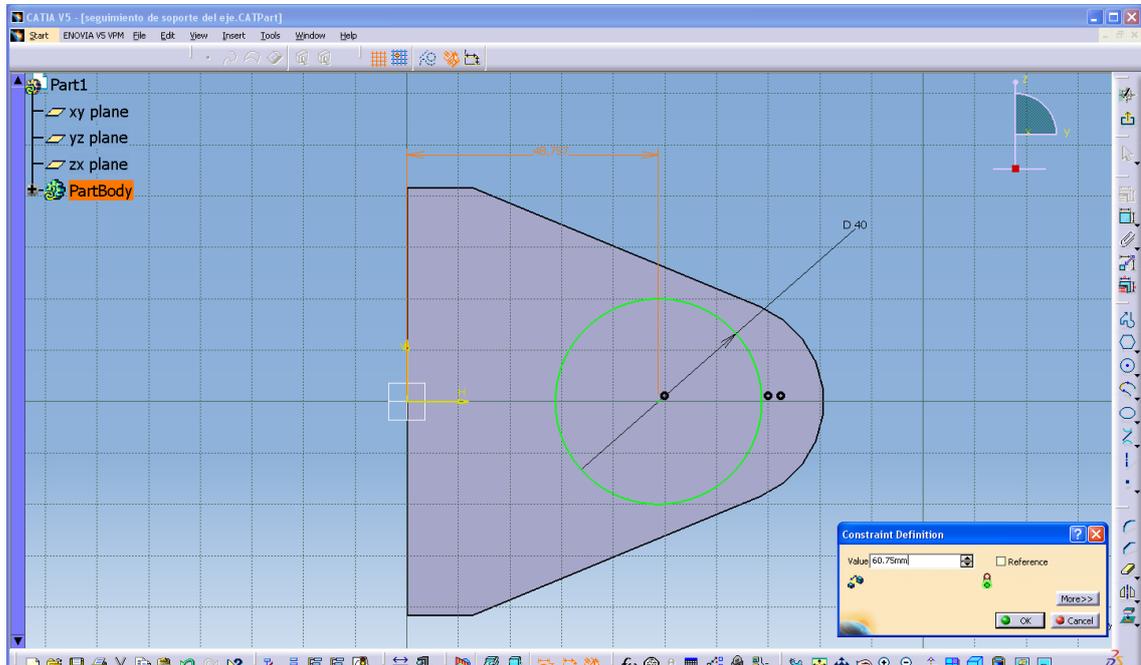


Figura 3.90 Cuadro de diálogo constraint definition.

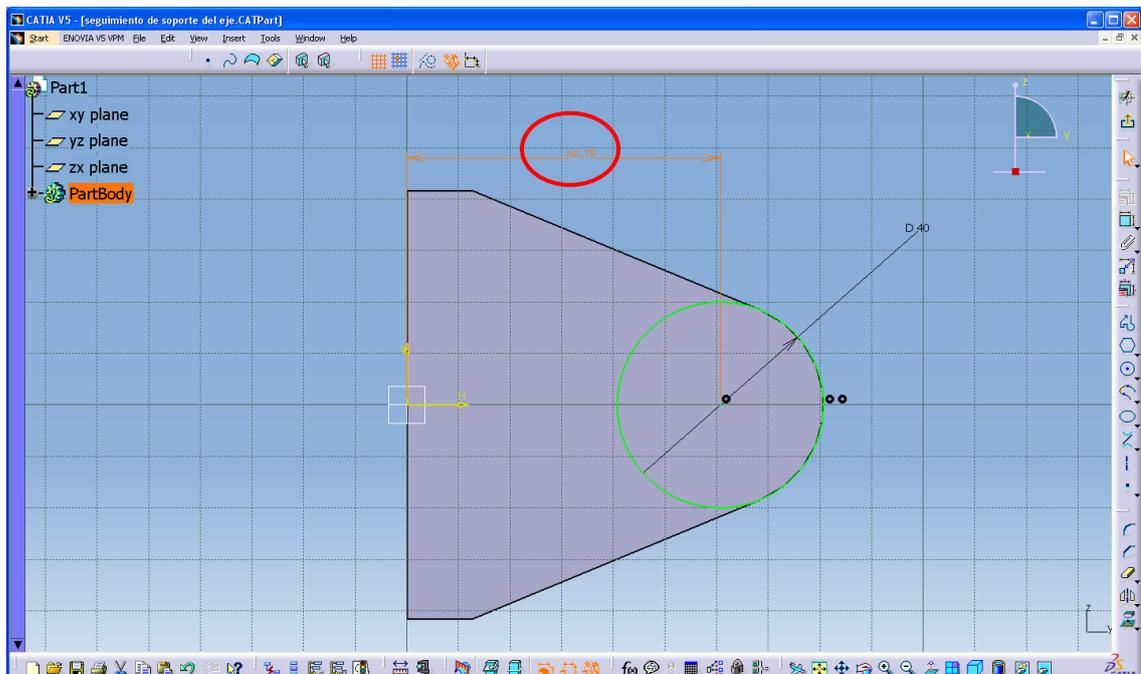


Figura 3.91 Cota generada.

- Ahora que el círculo creado se encuentra centrado con la figura, se da **CBIM** en el icono **Workbench** , para ir al escenario 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.92 se muestra el escenario en 3D.

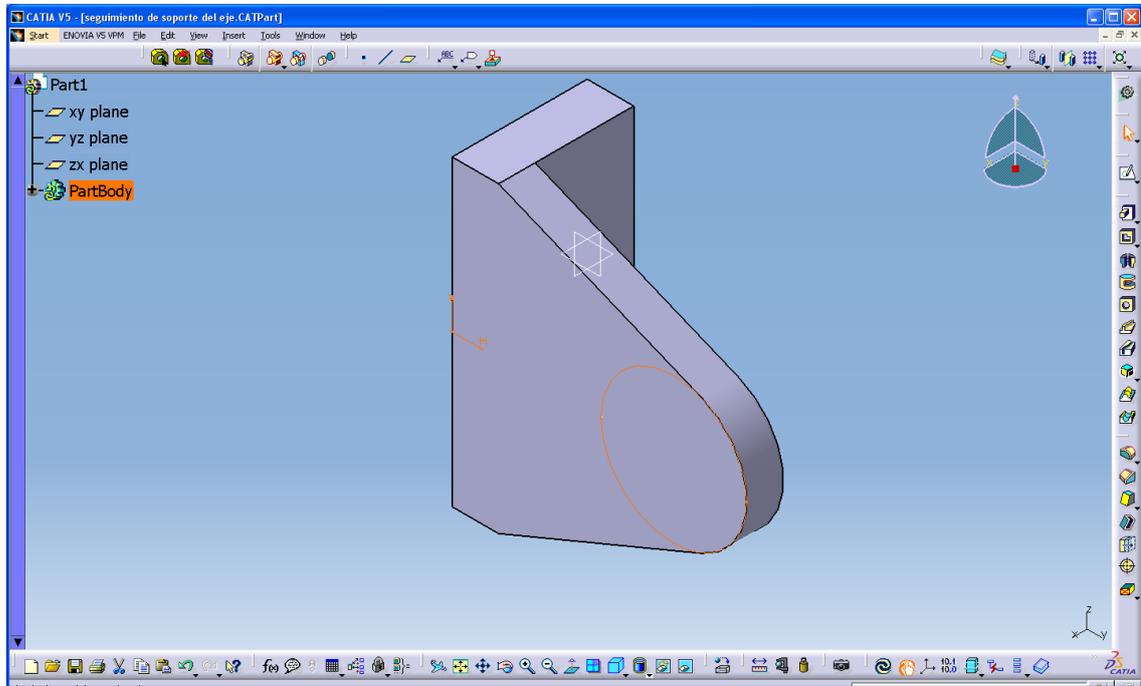


Figura 3.92 Escenario 3D (**PART DESIGN**).

- Después se da **CBIM** en el icono **Pad**  y se abrirá el cuadro de diálogo **Pad Definition**. En la Figura 3.93 se muestra el cuadro de diálogo.

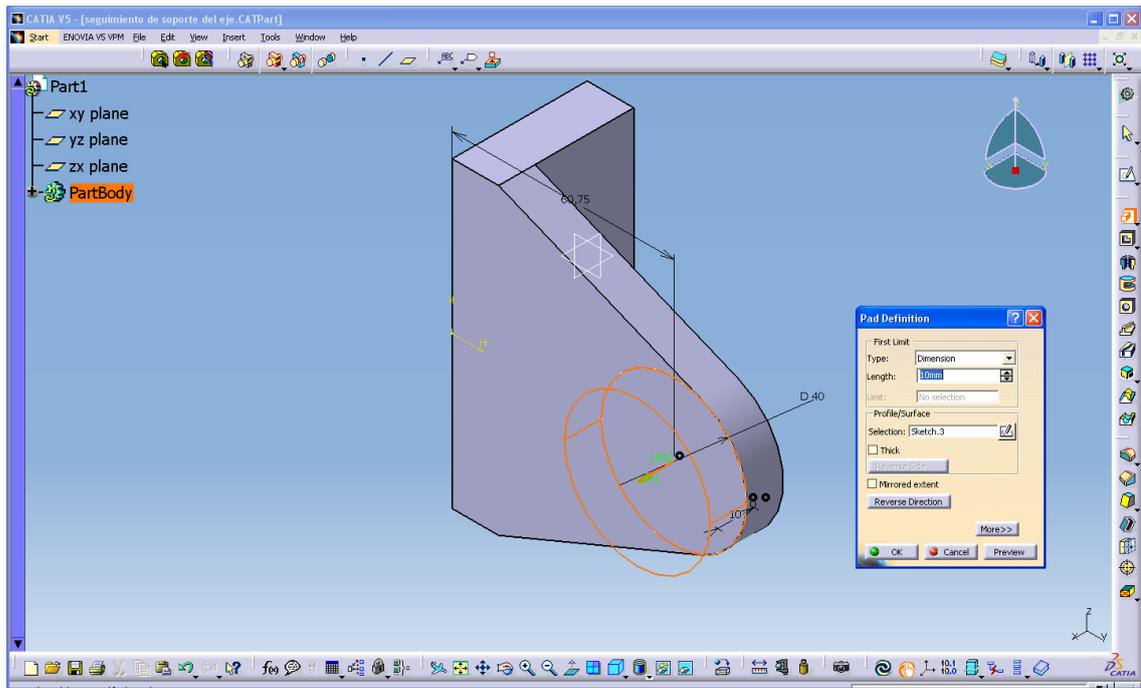


Figura 3.93 Cuadro de diálogo pad definition.

- Ahora se modifica el valor de la casilla Length a 3.587 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.94, 3.95 y 3.96 se muestran el cuadro de diálogo, una primera vista y la pieza extruida.

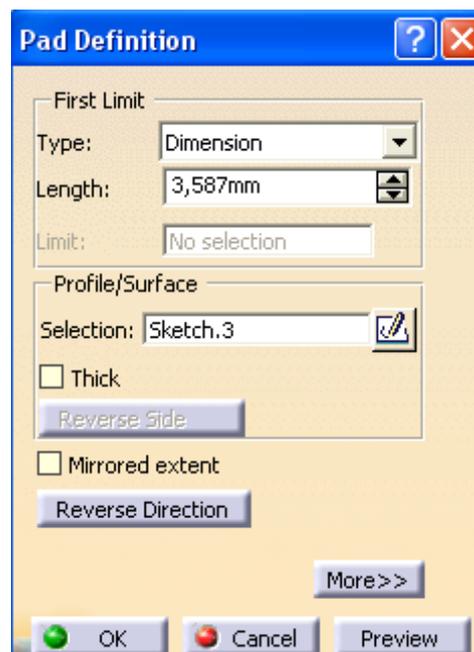


Figura 3.94 Cuadro de diálogo pad definition y el nuevo valor de la casilla length.

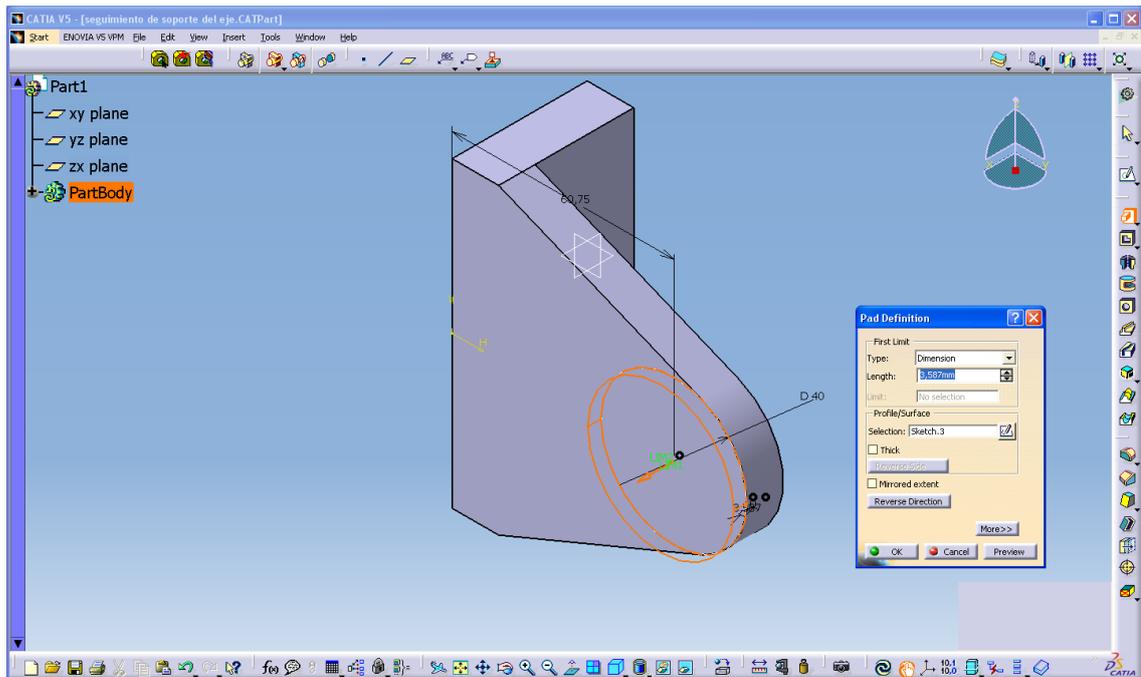


Figura 3.95 Primera vista de la extrusión del círculo.

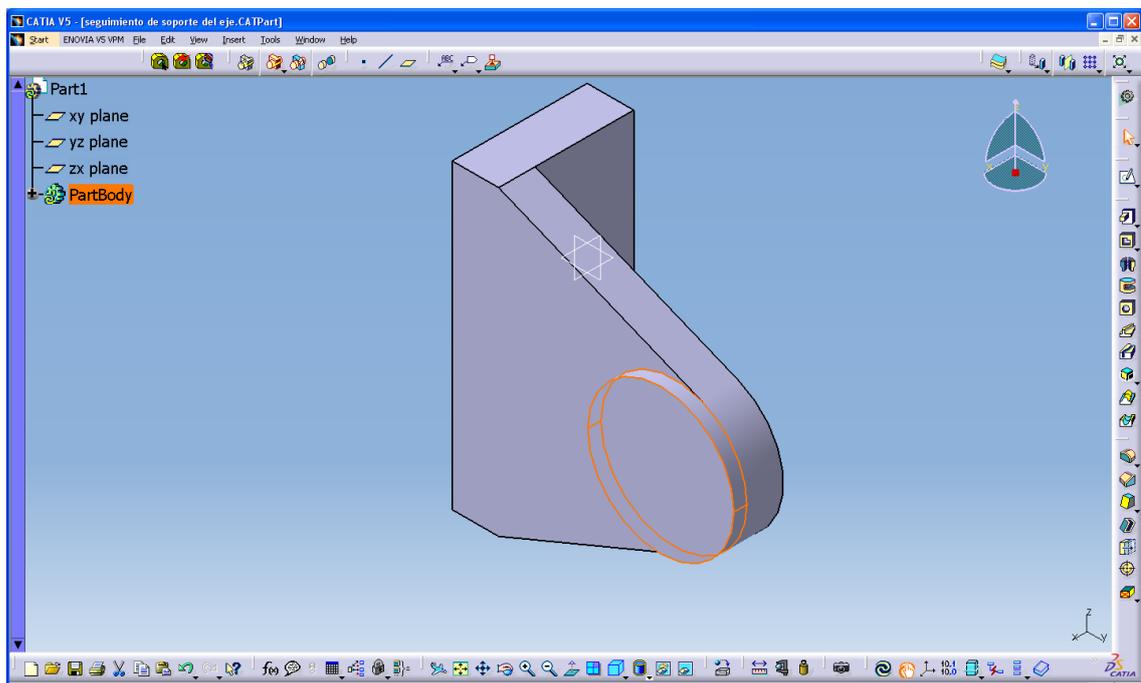


Figura 3.96 Círculo extruido.

- Ahora se da **CBIM** en el **XY PLANE** (que se encuentra ubicado en el árbol) y después se da **CBIM** en el icono **Sketch** . En las Figuras 3.97, 3.98 y 3.99 se muestran el plano XY, el icono Sketch y la vista en 2D respectivamente.

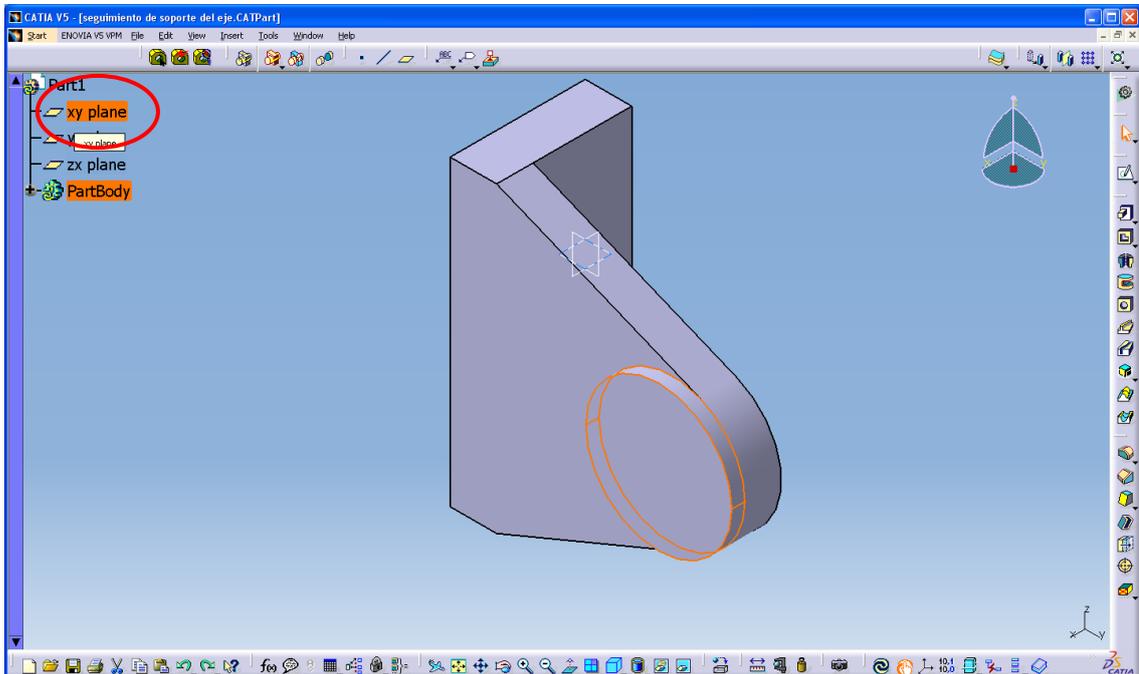


Figura 3.97 Plano XY seleccionado.

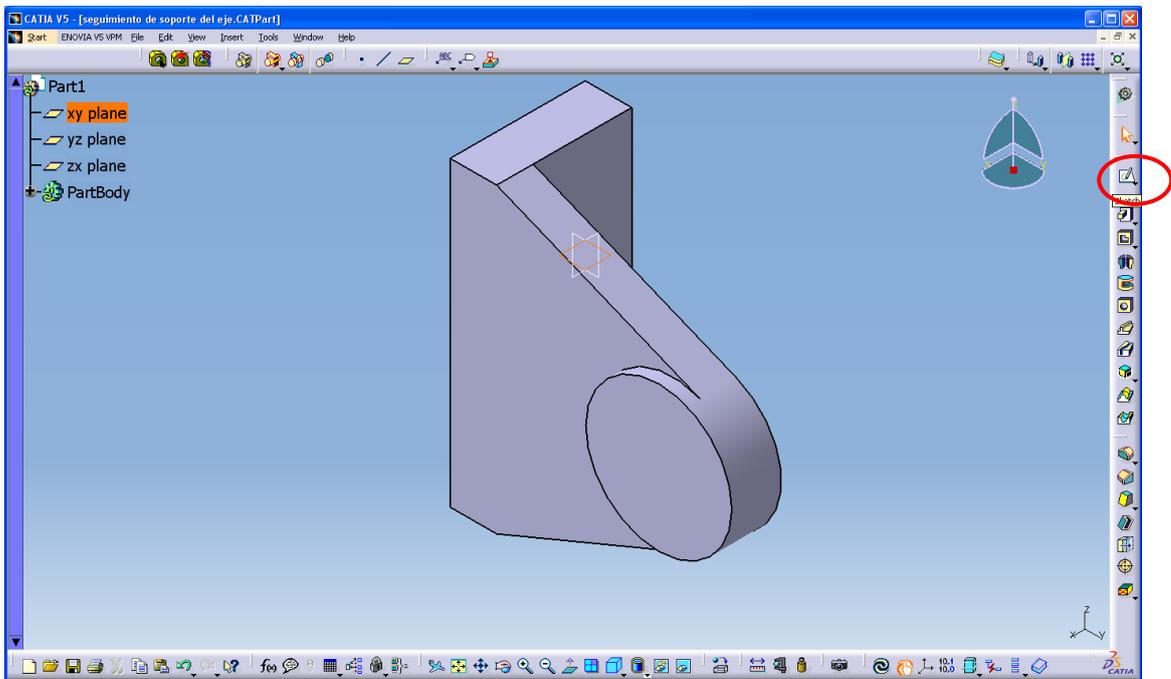


Figura 3.98 Icono sketch.

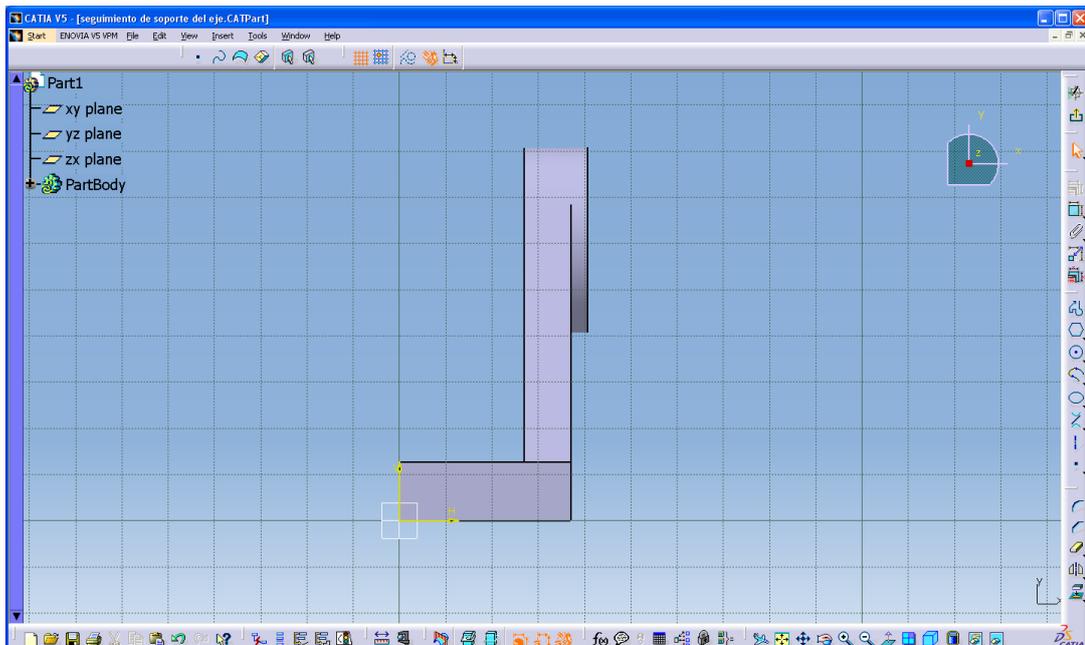


Figura 3.99 Escenario 2D (SKETCHER).

- Se da **CBIM** en el icono **Profile** , y comenzar a trazar un triángulo cualquiera al lado izquierdo de la figura principal como se muestra a continuación, (cada **CBIM** se va fijando una línea hasta cerrar el triángulo, el color azul en las líneas indica ortogonalidad, la línea punteada nos ayuda a identificar el punto final y cerrar la figura). En las Figuras 3.100, 3.101, 3.102 y 3.103 se muestra la explicación antes indicada.

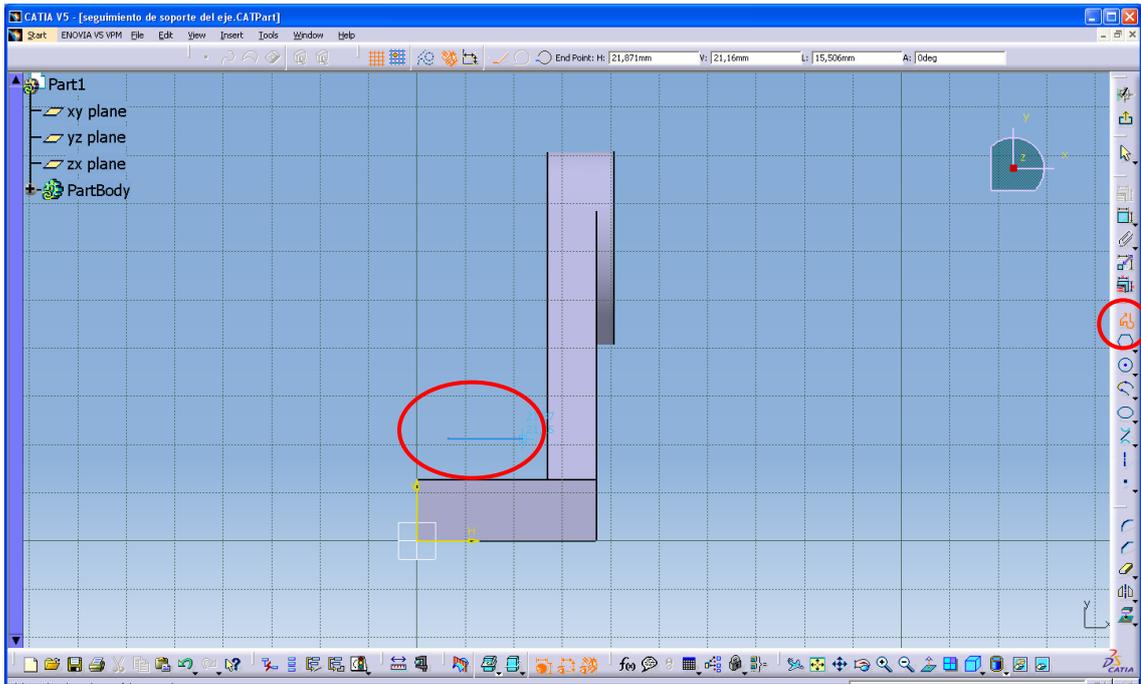


Figura 3.100 Icono profile y el comienzo de la línea de base del triángulo.

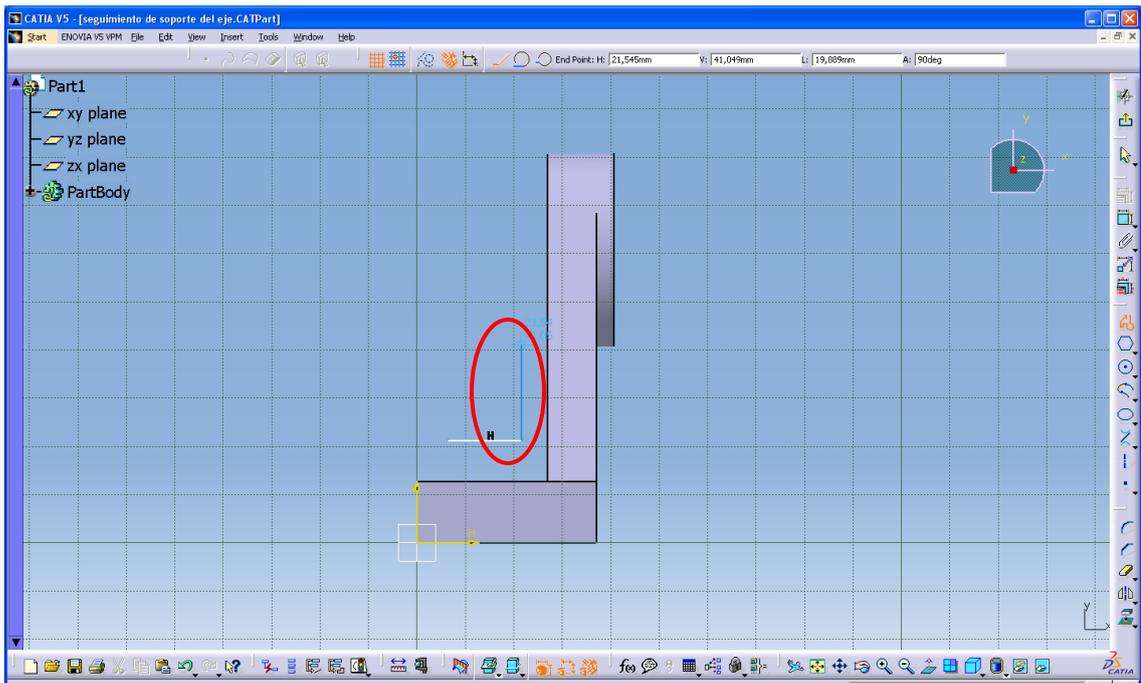


Figura 3.101 Segunda línea del triángulo.

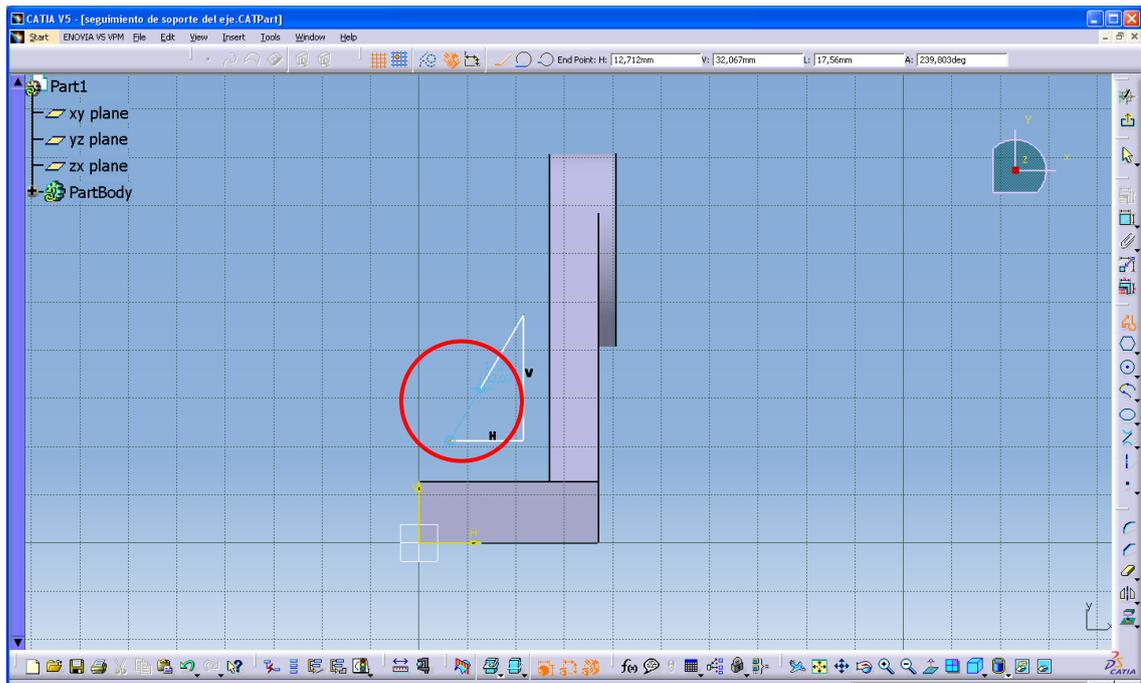


Figura 3.102 Tercera línea del triángulo.

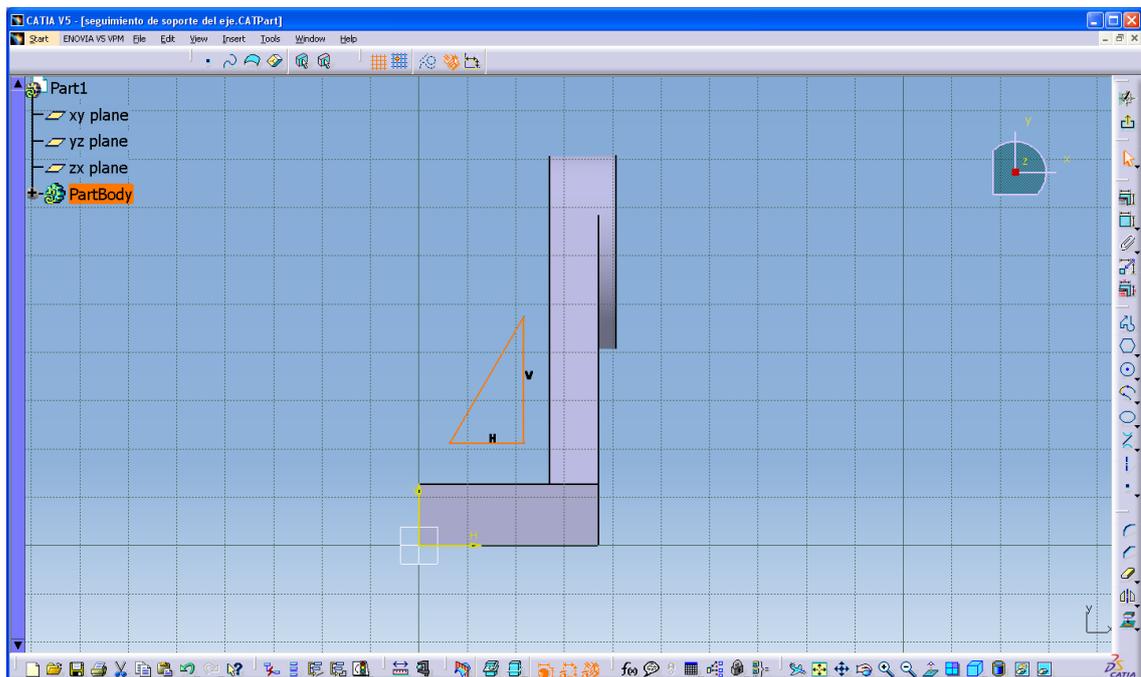


Figura 3.103 Triángulo terminado.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint**  y se da **CBIM** en la línea de base del triángulo y fijar la cota en el lugar que se quiera. En la Figura 3.104 se muestra la cota.

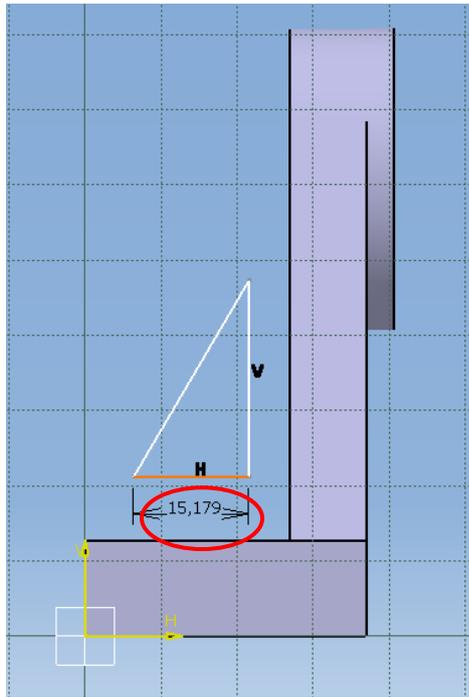


Figura 3.104 Cota de la línea de base del triángulo.

- Ahora se modifica el valor de la cota dando **DOBLE CBIM** en el valor de esta, haciendo que aparezca el cuadro de diálogo **Constraint Definition** y después se pone en la casilla Value 25 mm. En las Figuras 3.105 y 3.106 se muestran el cuadro de diálogo y la cota correcta.

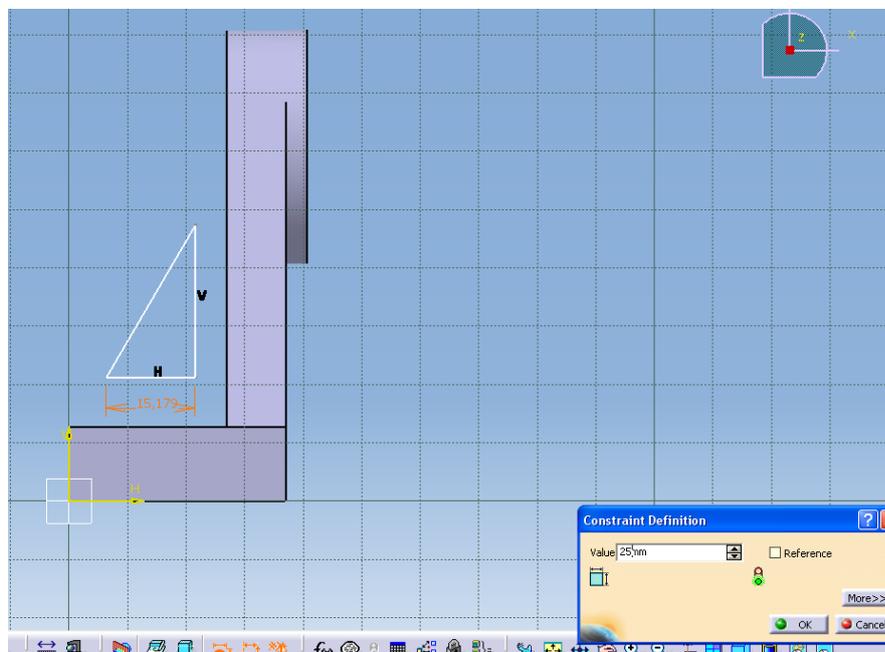


Figura 3.105 Cuadro de diálogo constraint.

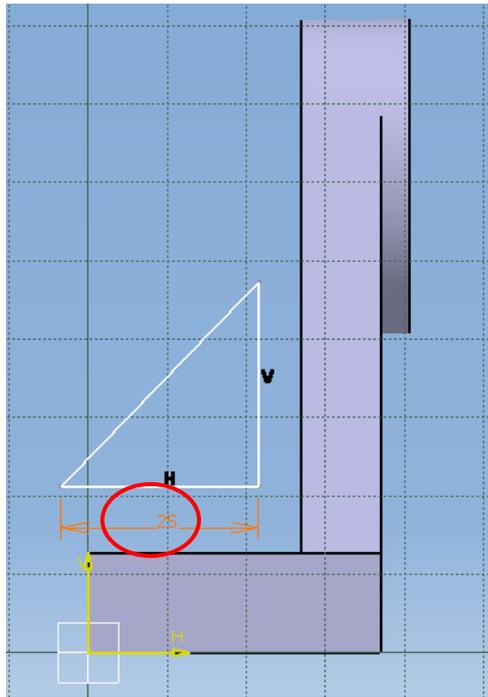


Figura 3.106 Cota con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint**  y se da **CBIM** en la línea vertical del triángulo y fijar la cota dando **CBIM** en el lugar que se quiera. En la Figura 3.107 se muestra la dimensión.

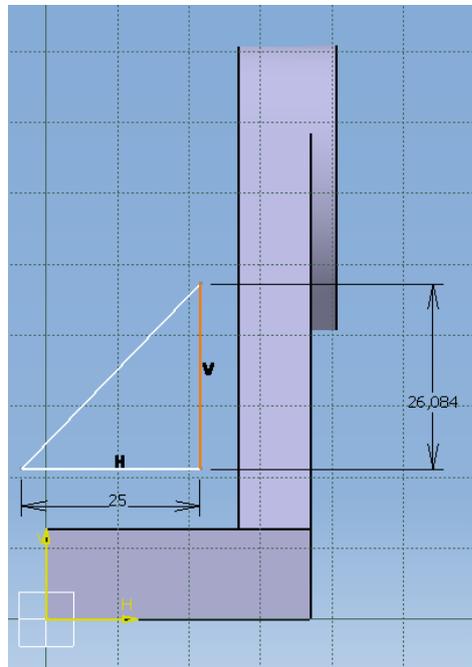


Figura 3.107 Dimensión de la línea vertical del triángulo.

- Ahora se modifica el valor de la cota dando **DOBLE CBIM** en el valor de esta haciendo que aparezca el cuadro de diálogo **Constraint Definition** y se cambia el valor de la casilla Value a 32 mm. En las Figuras 3.108 y 3.109 se muestran el cuadro de diálogo y la cota correcta.

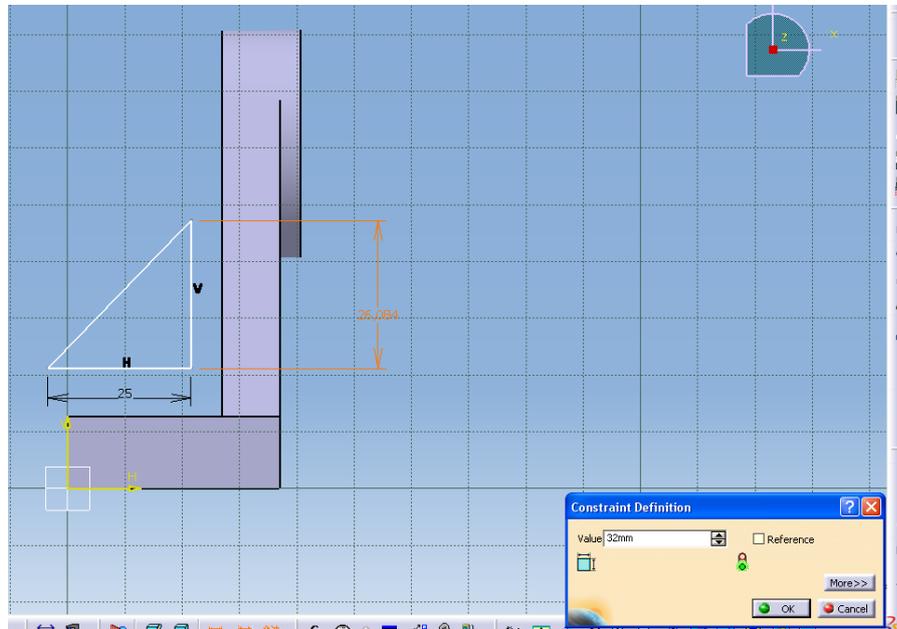


Figura 3.108 Cuadro de diálogo constraint definition.

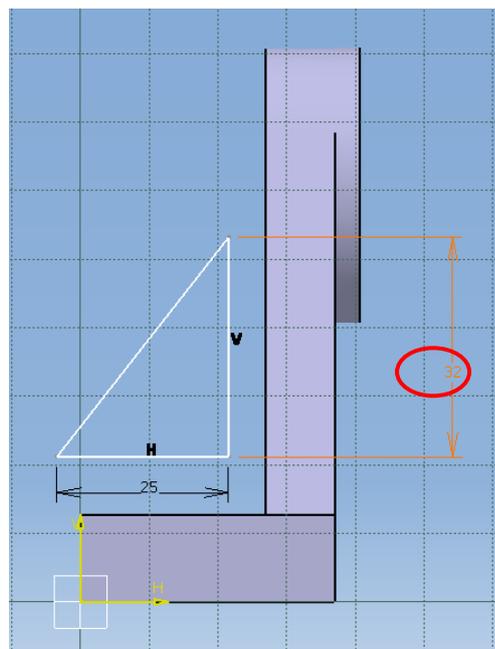


Figura 3.109 Cota con la dimensión correcta.

- Ahora se acerca el triángulo a la figura principal dando **CBIM** en el icono **Constraint** , después se da **CBIM** en el lado vertical del triángulo y después se da **CBIM** en la línea de contorno paralela a la vertical del triángulo, esto genera la cota, después se fija la cota dando **CBIM** en el lugar que mas convenga. En la Figura 3.110 se muestra la cota generada.

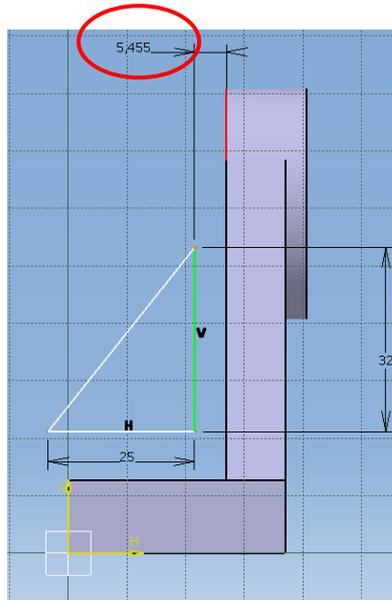


Figura 3.110 Cota generada entre la línea vertical del triángulo y de la figura.

- Se da **DOBLE CBIM** en la cota superior del triángulo, esto genera que aparezca el cuadro de diálogo **Constraint Definition**, en el que se cambia el valor de la casilla Value a 0 mm. En la Figura 3.111 se muestra la ubicación del triángulo.

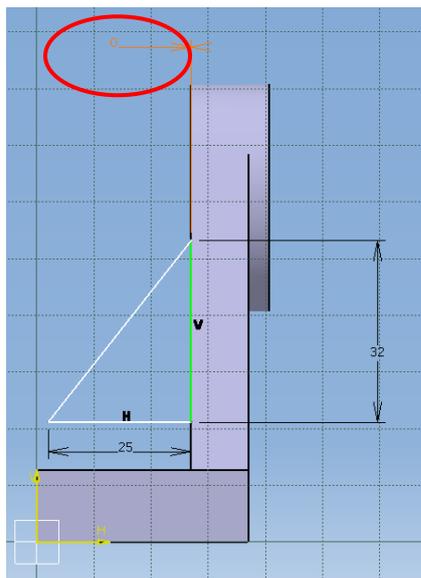


Figura 3.111 Triángulo pegado a la figura, y la cota en cero.

- Se da **DOBLE CBIM** en el icono **Constraint**  y se da **CBIM** en la línea base del triángulo y en la línea de la figura paralela a esa. En la Figura 3.112 se muestra la cota generada.

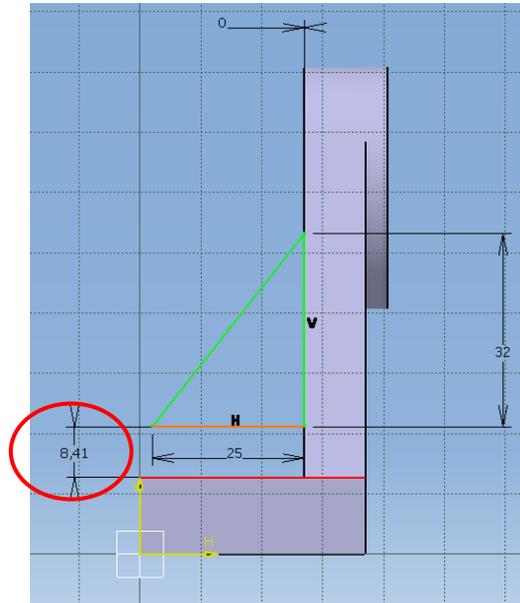


Figura 3.112 Cota generada entre la línea de base del triángulo y la línea de contorno de la figura.

- Se da **DOBLE CBIM** en la cota generada de la base del triángulo, esto generará que aparezca el cuadro de diálogo **Constraint Definition**, en el que se cambiará el valor de la casilla Value a 0 mm. En las Figuras 3.113 y 3.114 se muestran el cuadro de diálogo y la ubicación correcta del triángulo.

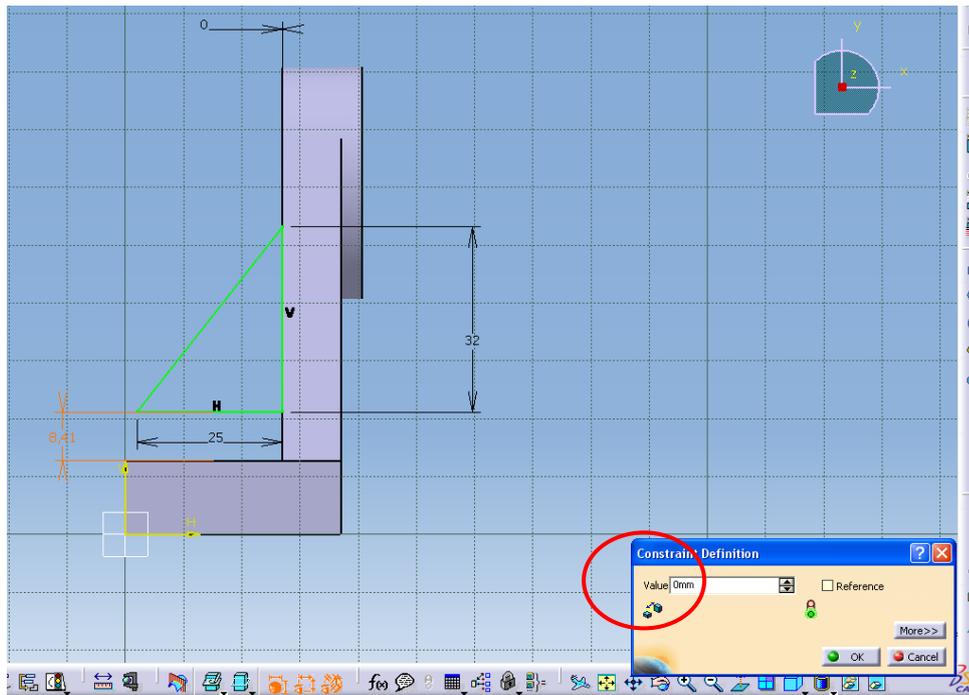


Figura 3.113 Cuadro de diálogo constraint definition.

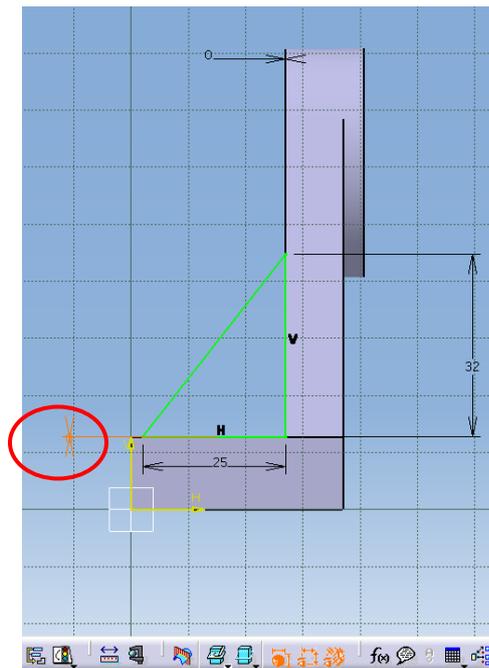


Figura 3.114 Triángulo situado en el lugar indicado gracias a las cotas modificadas.

- Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench**  el cual nos llevara al escenario 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.115 se muestra el escenario 3D.

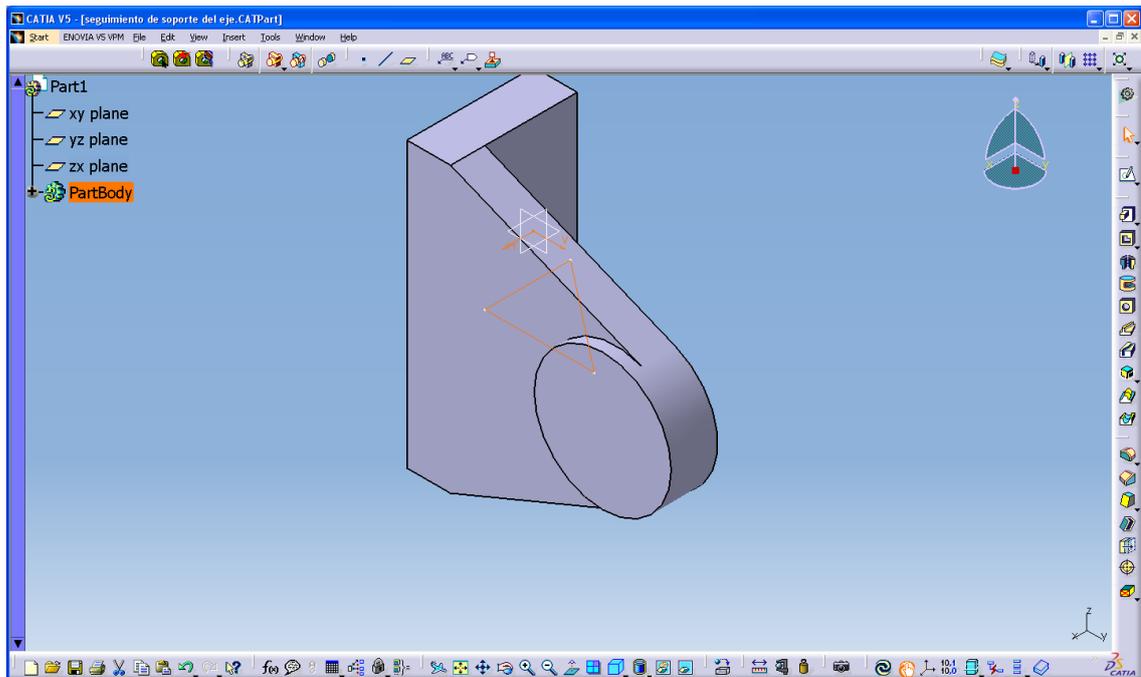


Figura 3.115 Escenario 3D (PART DESIGN).

- Ahora se rota el elemento para tener una mejor visión del mismo, para esto se da **CBDM** y al mismo tiempo **CBCM** y no se sueltan, para iniciar una rotación simultánea de la figura y el triángulo (o se da **CBIM** en el icono **Rotate** , mientras se mantiene presionado el botón izquierdo del mouse y se gira hacia el lado que se quiera) de manera que ambas figuras tengan mejor visibilidad y manejo, en este caso se rotará hacia la izquierda. En las Figuras 3.116 y 3.117 se muestran la rotación para una posición cómoda para seguir trabajando en la pieza.

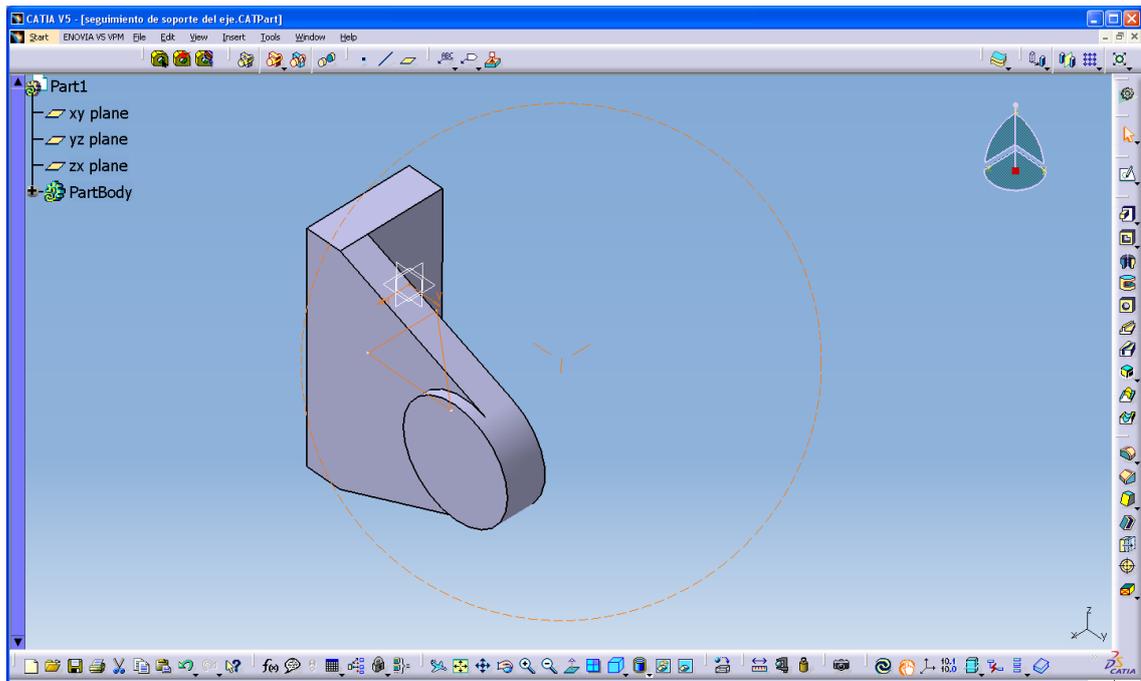


Figura 3.116 Rotación.

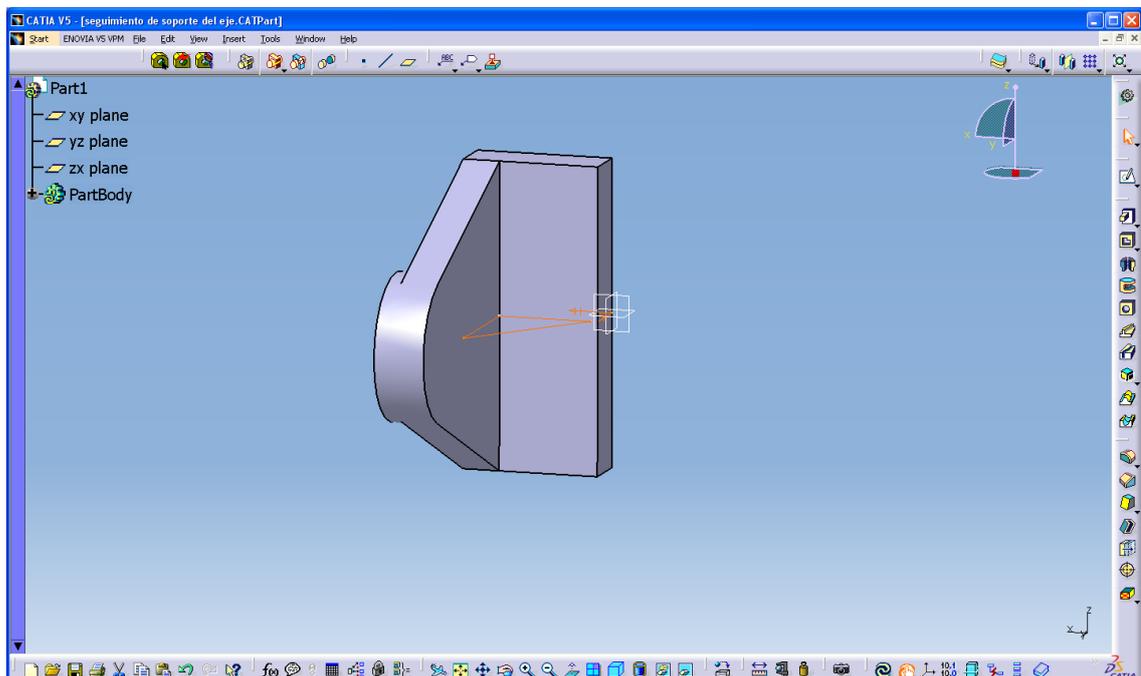


Figura 3.117 Posición cómoda para trabajar en la figura creada.

- Se da **CBIM** en el icono **Pad** , esto genera el cuadro de diálogo *Pad Definition*, en el que se cambia el valor de la casilla Lenght a 9 mm y se activa el botón **MIRRORED**

EXTENT y al final se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.118, 3.119 y 3.120 se muestran el cuadro de diálogo, los cambios de la casilla Length y el nervio.

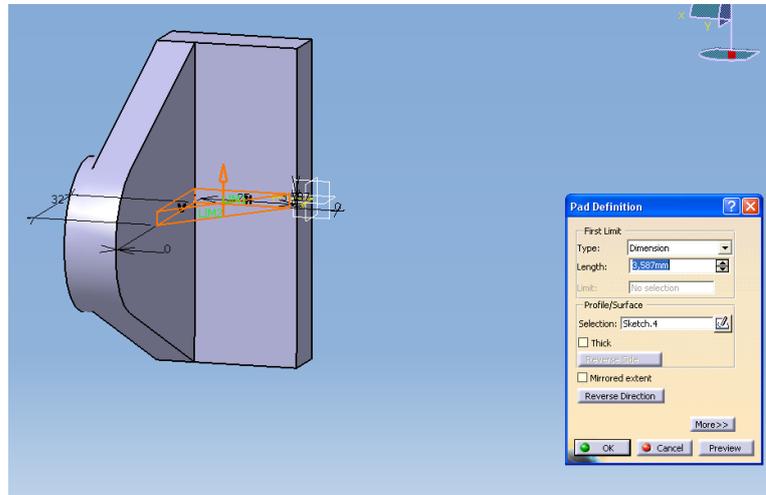


Figura 3.118 Cuadro de diálogo pad definition y una primera vista de la extrusión.

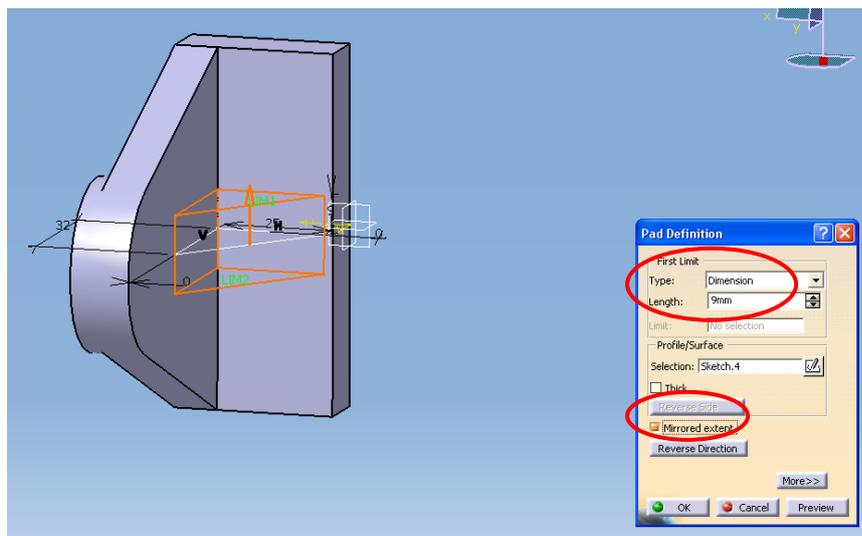


Figura 3.119 Cambios en la casilla length y el botón mirrored extent.

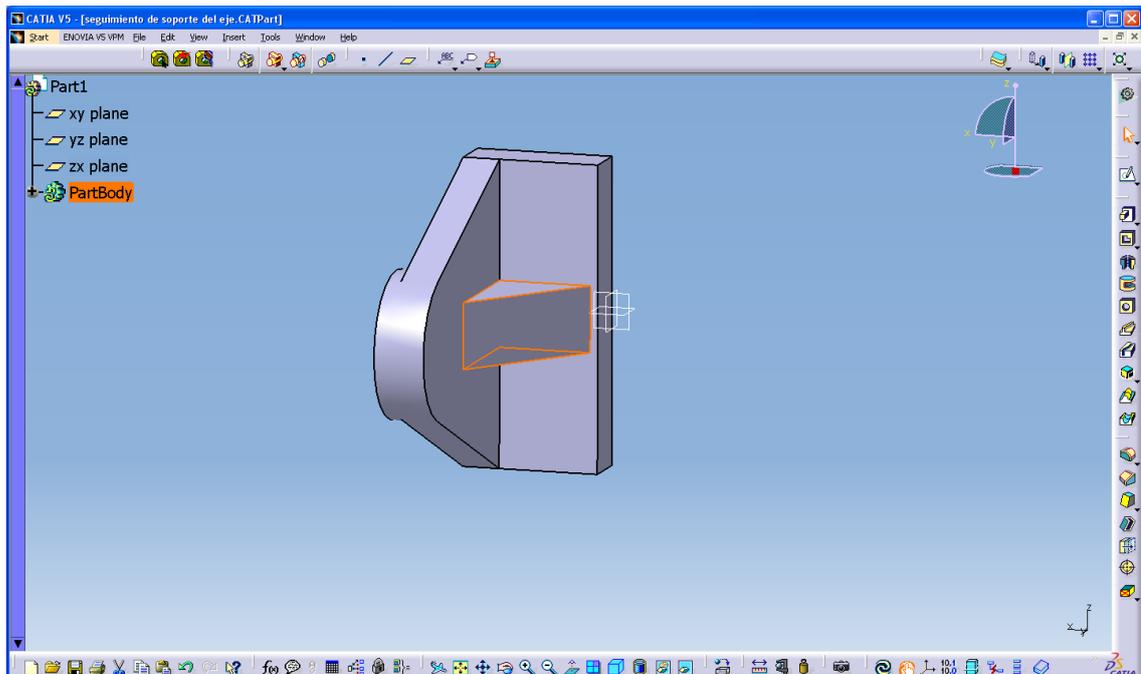


Figura 3.120 Nervio

- Se da **CBIM** en el icono **Edge Fillet** , esto genera el cuadro de diálogo *Edge Fillet Definition*. En la Figura 3.121 se muestra el icono Edge Fillet.

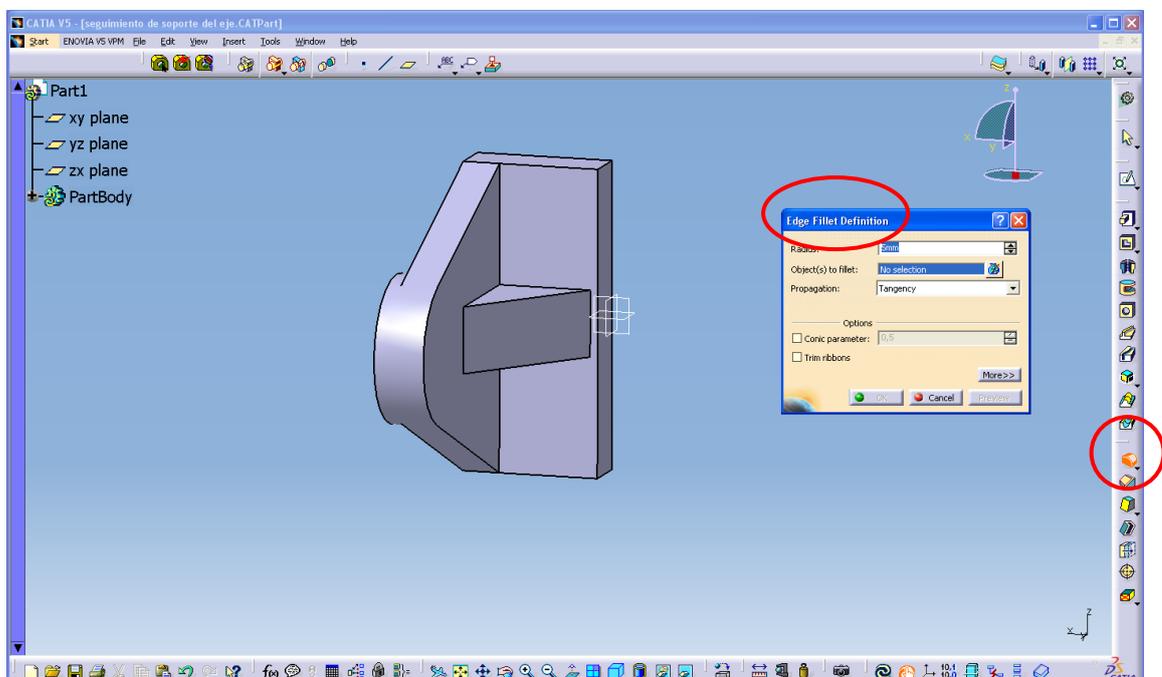


Figura 3.121 Icono edge fillet y el cuadro de diálogo edge fillet definition.

- En el cuadro de diálogo *Edge Fillet Definition*, se cambia el valor de la casilla Radius a 12 mm, a continuación se da **CBIM** en la esquina superior derecha de la figura y después se da **CBIM** en la esquina inferior derecha. En las Figuras 3.122 y 3.123 se muestran el cuadro de diálogo y la esquina seleccionada.

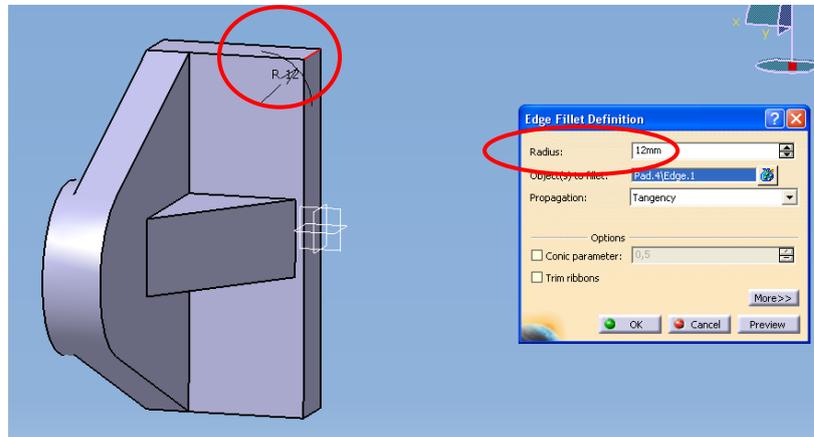


Figura 3.122 Cuadro de diálogo edge fillet definition, el valor correcto de la casilla radius y la esquina superior seleccionada.

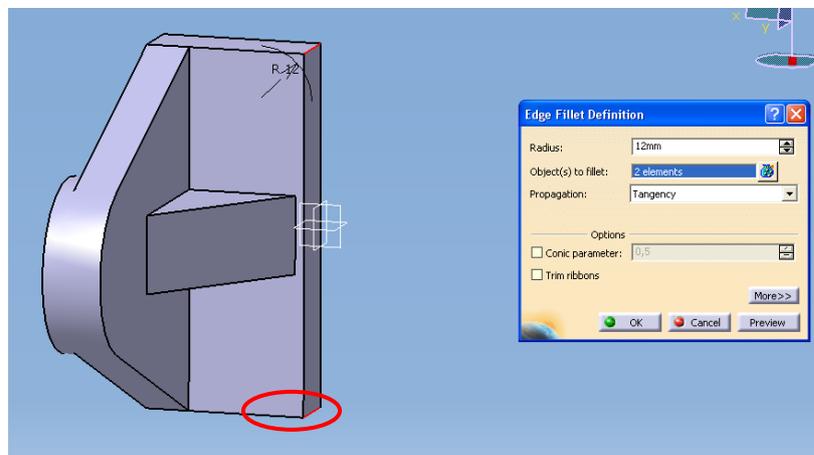


Figura 3.123 Esquina inferior seleccionada.

- Se da **CBIM** en el botón OK del cuadro de diálogo *Edge Fillet Definition*. En la Figura 3.124 se muestran los redondeos.

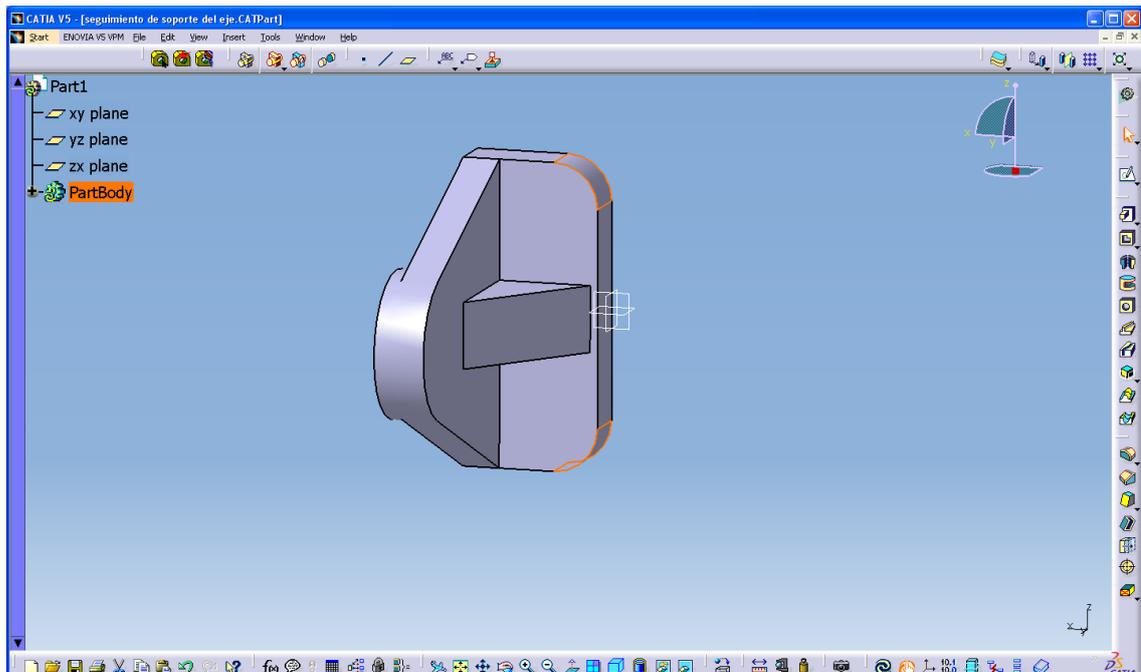


Figura 3.124 Redondeos.

- Se da **CBDM** al mismo tiempo que se da **CBCM** y no sueltan, para rotar la figura ya terminada y acomodarla para mayor vista y comodidad. En la Figura 3.125 se muestra el prototipo terminado.

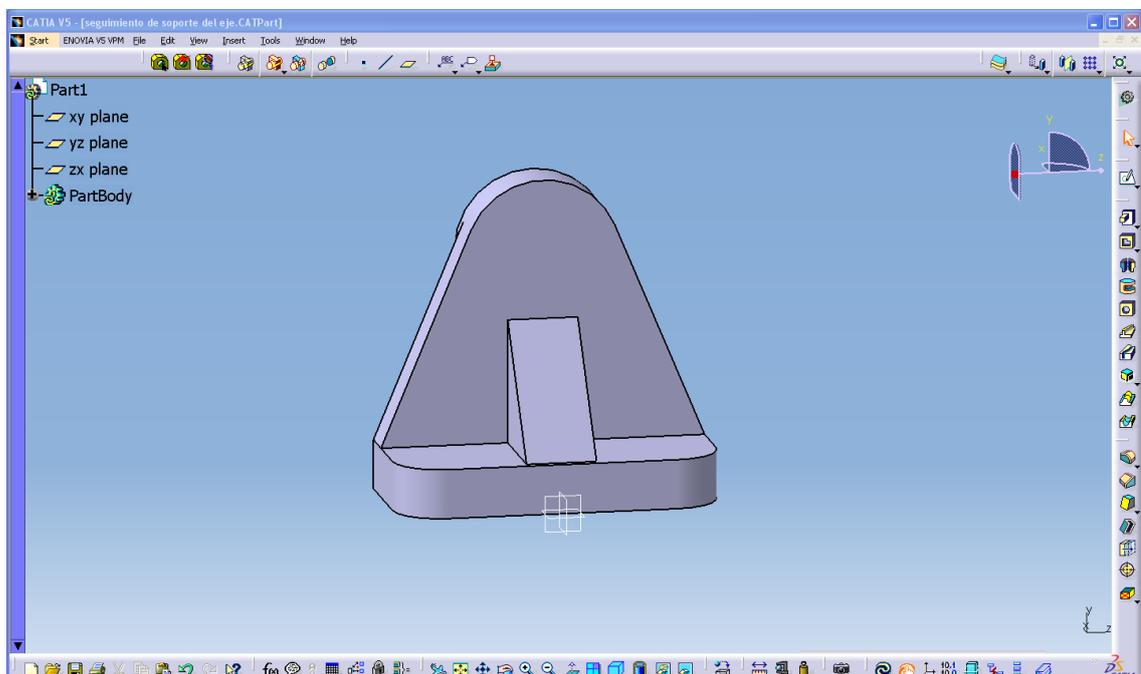


Figura 3.125 Prototipo del soporte del eje terminado.

3.3.3 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA

“PLACA SUPERIOR”

A partir de este momento comenzara el diseño del prototipo, para empezar a hacer el bosquejo existen varias formas, se empezará por hacer la base de la placa superior. En la Figura 3.126 se muestra la placa superior.

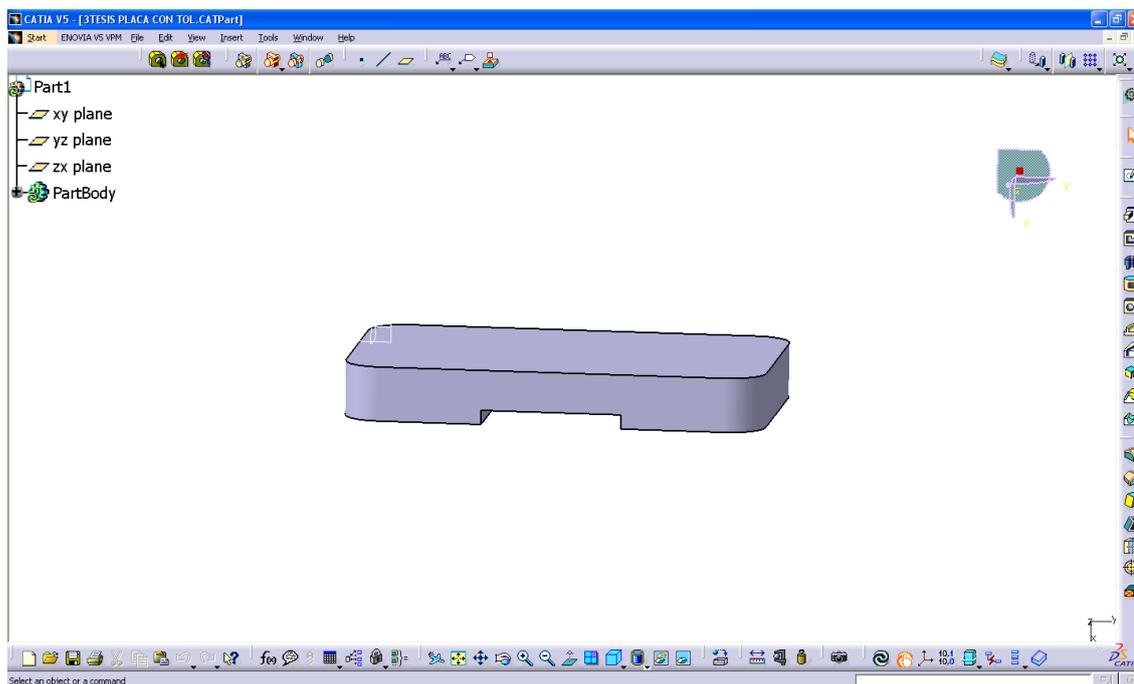


Figura 3.126 Placa superior.

- Una vez que se tiene seleccionado el plano XY en el **SKETCHER**, se da **CBIM** en el icono **Rectangle** , y se ubica el cursor en el punto (0,0) del escenario el cual es visible y que se indica en color azul y se da **CBIM**. En la Figura 3.127 se muestra el icono.

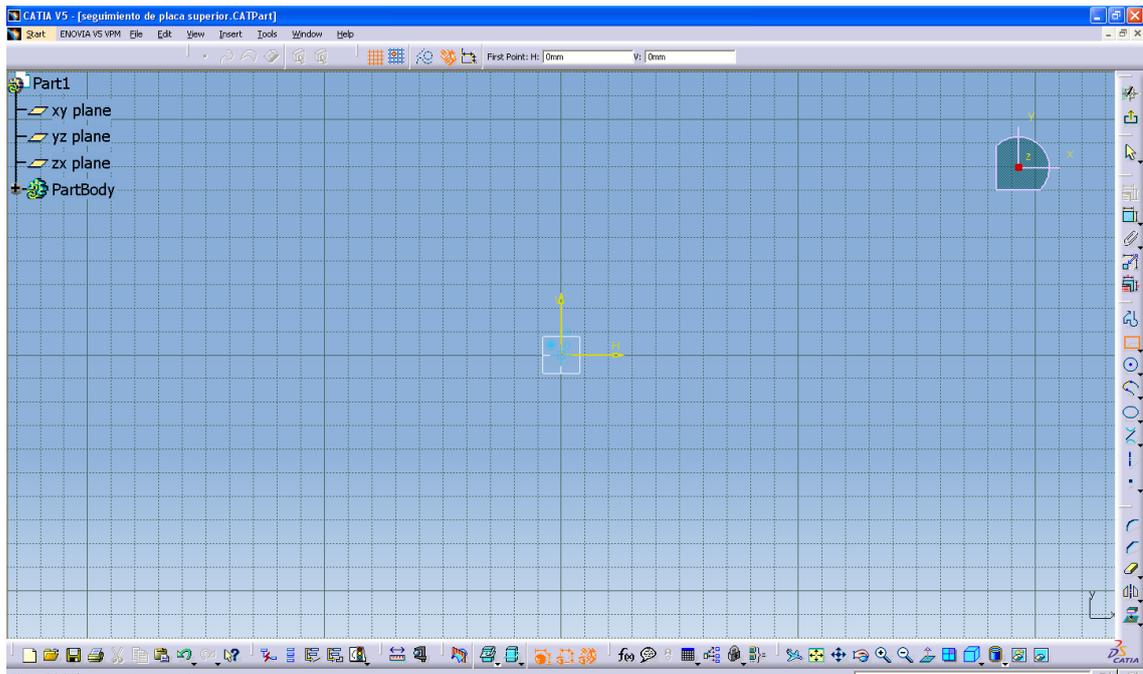


Figura 3.127 Comando rectangle y el punto (0,0).

- Se recorre el cursor hacia la derecha y hacia arriba (simultáneamente) a manera de obtener un rectángulo con la apariencia deseada, y se da **CBIM**. En la Figura 3.128 se muestra el rectángulo.

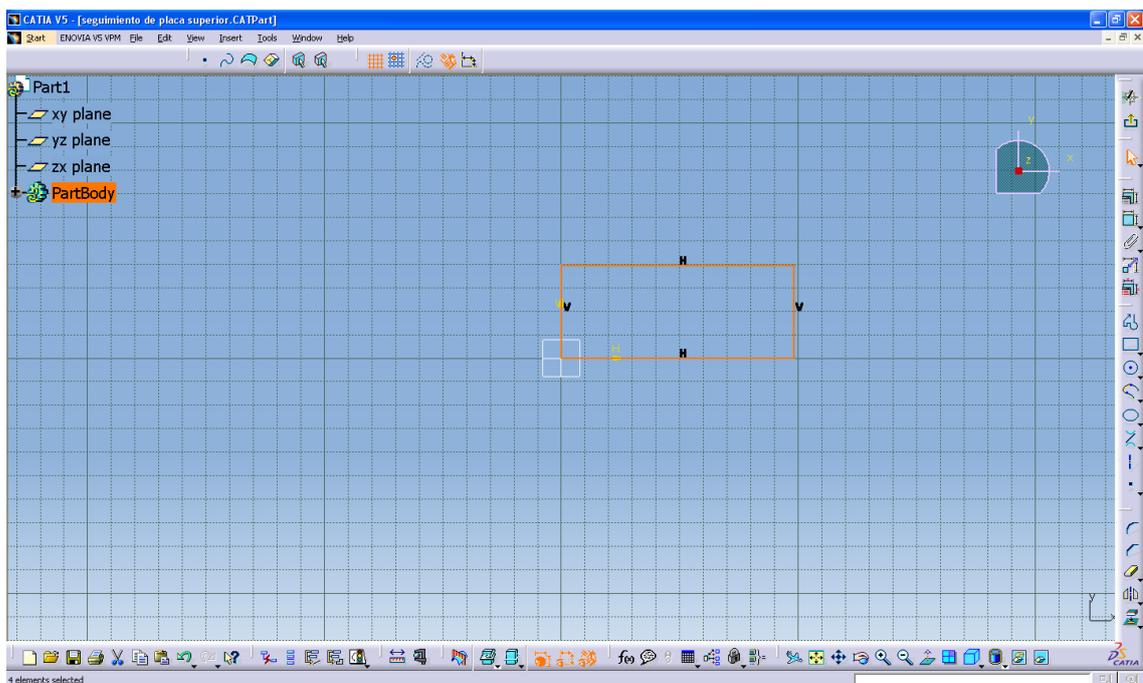


Figura 3.128 Rectángulo creado.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** ; tal y como se muestra en la Figura 3.129.

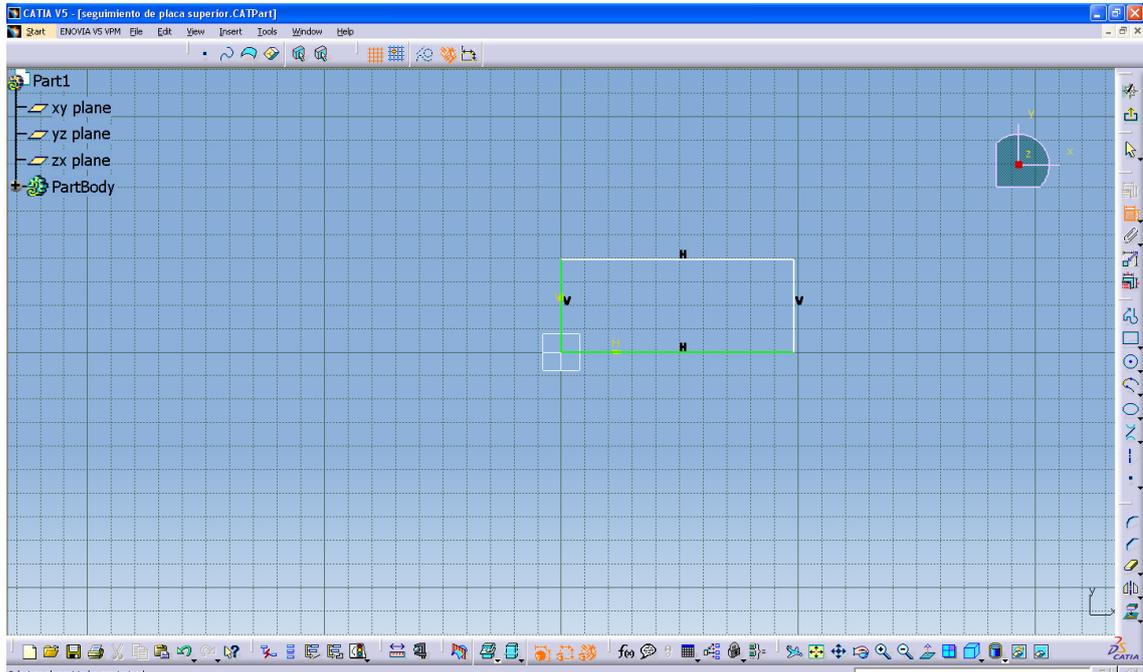


Figura 3.129 Rectángulo habilitado para ser acotado.

- Se da **CBIM** en el lado vertical derecho del rectángulo, para generar una cota, y se da **CBIM** para fijar la cota. En la Figura 3.130 se muestra la cota generada.

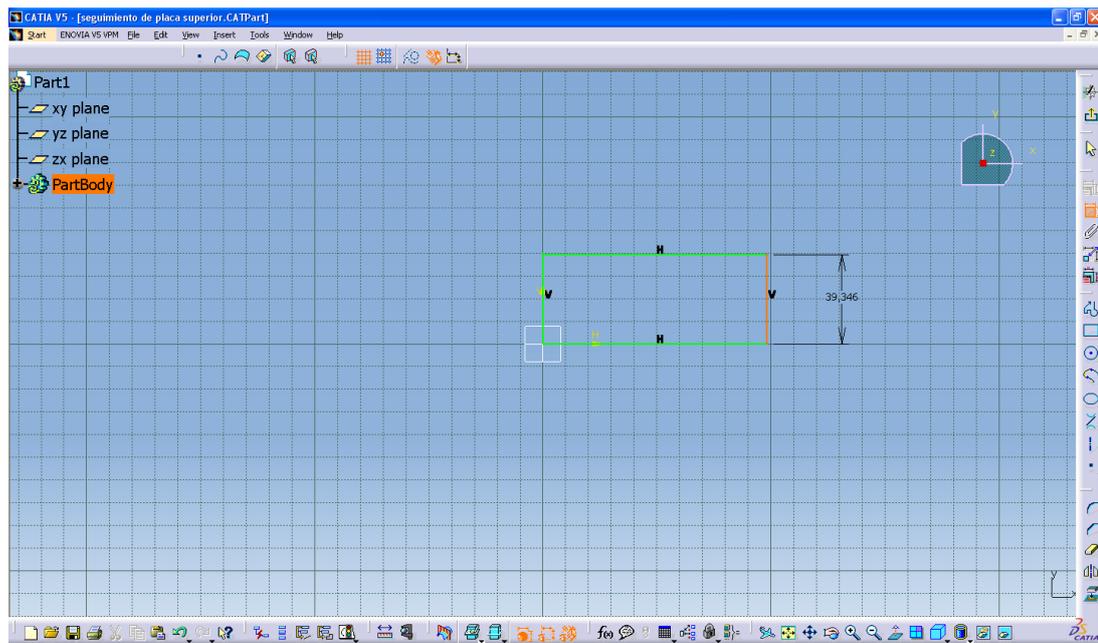


Figura 3.130 Cota generada.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, se cambia el valor de la casilla Value a 83.23 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.131 y 3.132 se muestran el cuadro de diálogo y la cota correcta respectivamente.

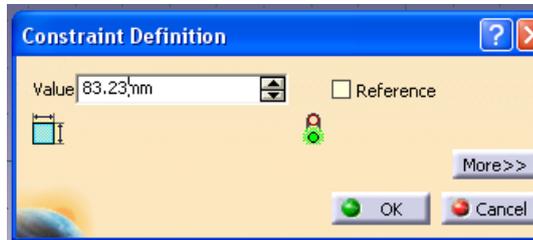


Figura 3.131 Cuadro de diálogo constraint definition.

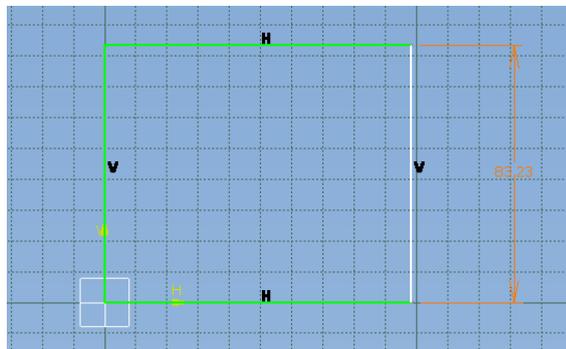


Figura 3.132 Cota con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , se da **CBIM** en la línea horizontal inferior del rectángulo y se da **CBIM** para fijar la cota. En la Figura 3.133 se muestra la cota generada.

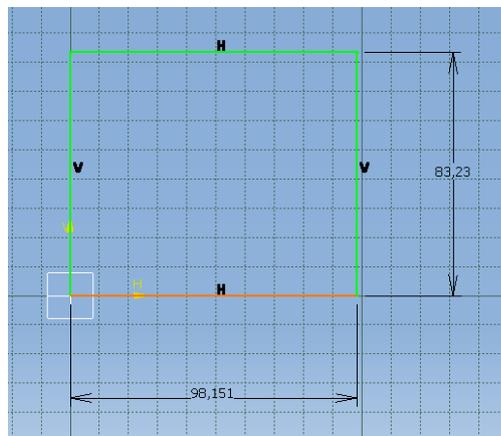


Figura 3.133 Cota generada.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, esto causará que aparezca el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el se cambia el valor de la casilla Value a 135.35 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.134 y 3.135 se muestran el cuadro de diálogo y la cota correcta respectivamente.

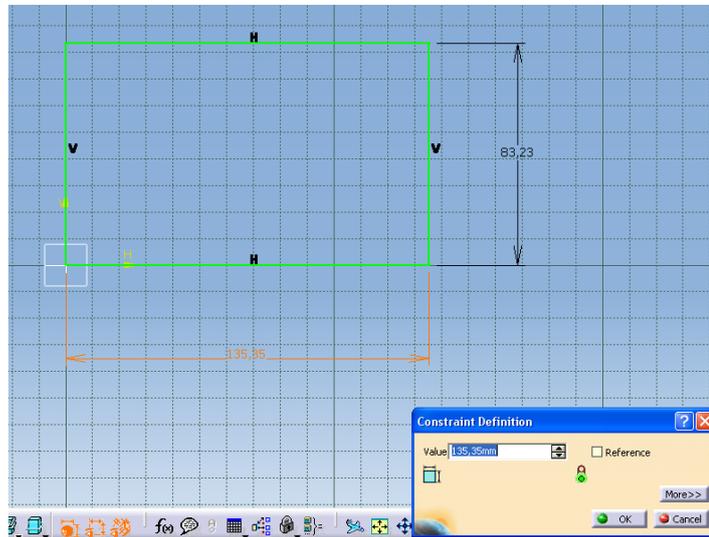


Figura 3.134 Cuadro de diálogo constraint definition.



Figura 3.135 Cota con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench** , esto nos lleva al escenario 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.136 se muestra el escenario 3D.

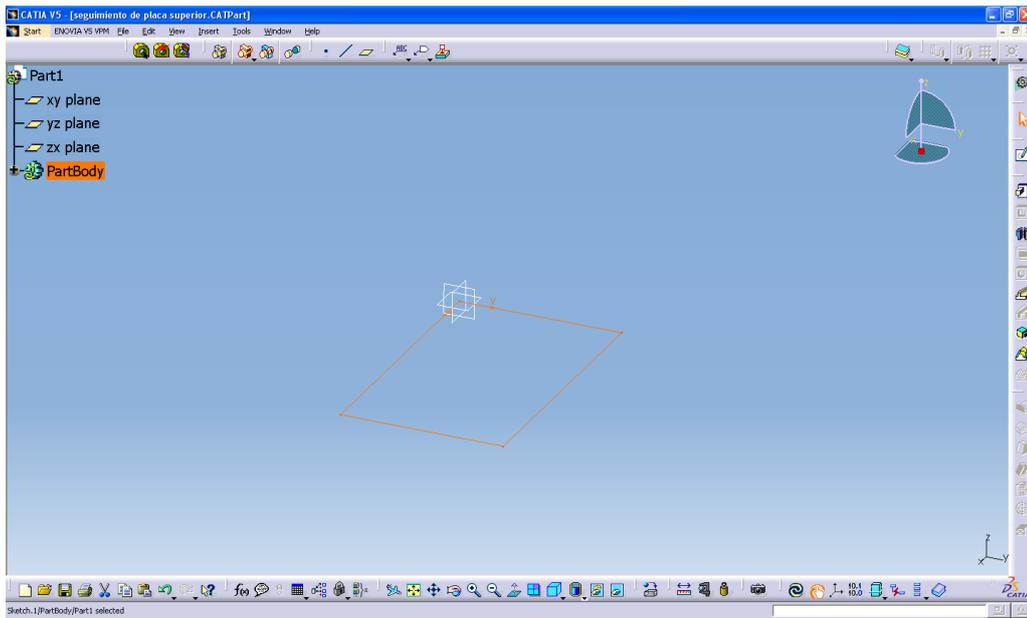


Figura 3.136 Escenario 3D (PART DESIGN).

- Se da **CBIM** en el icono **Pad** , esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Pad Definition*, en el cual se cambia el valor de la casilla Lenght a 17.587 mm, y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.137 y 3.138 se muestran el cuadro de diálogo y la pieza extruida respectivamente.

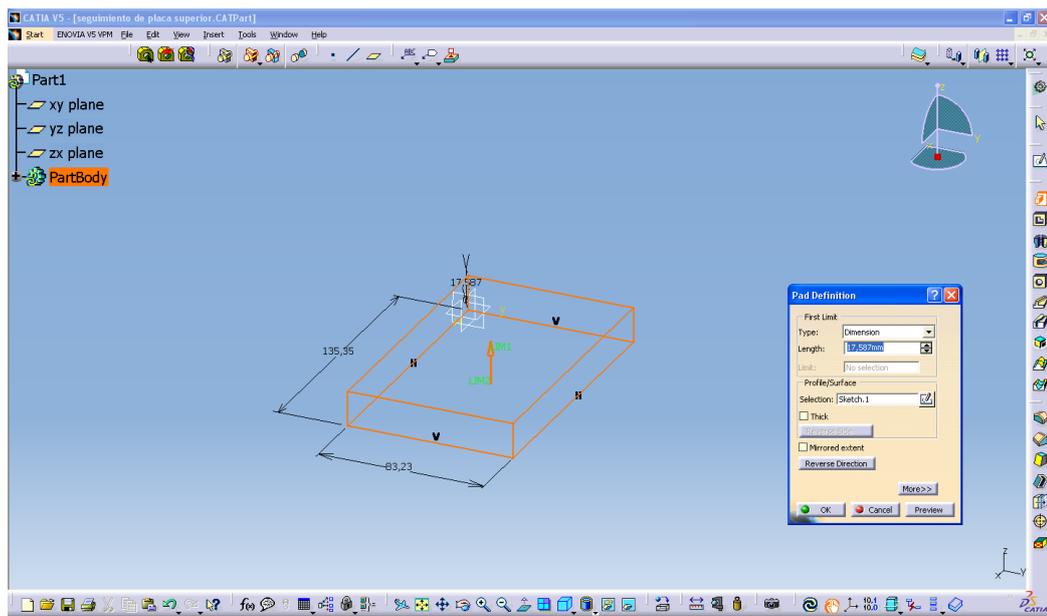


Figura 3.137 Cuadro de diálogo pad definition con el valor correcto de la casilla length.

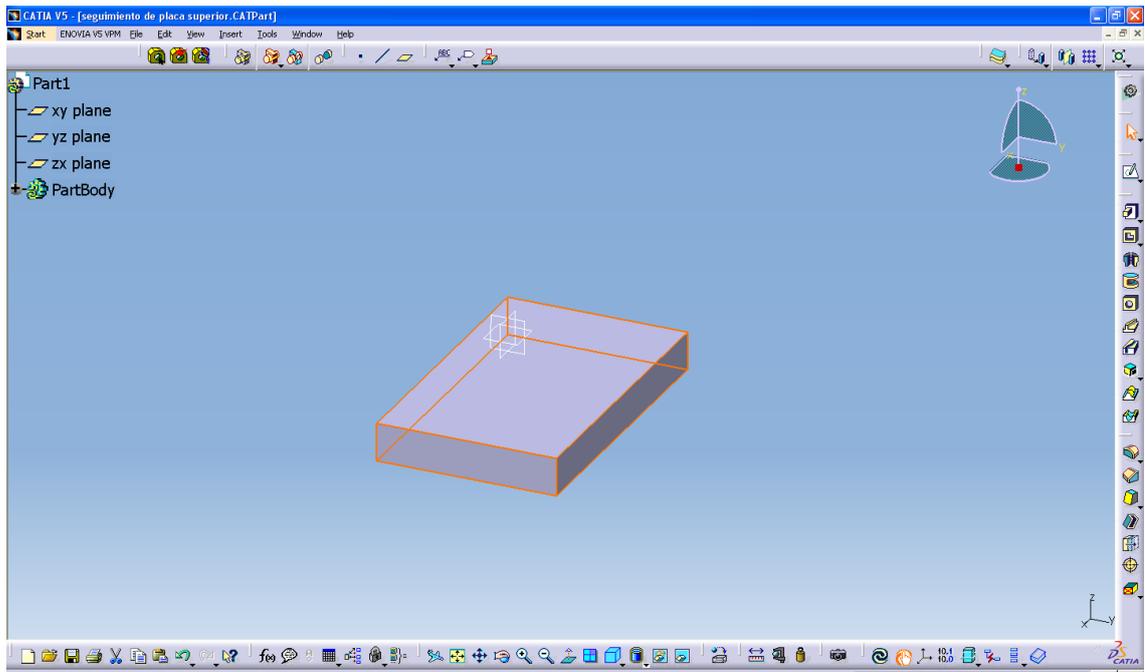


Figura 3.138 Pieza extruida.

- Se da **CBIM** en la cara frontal de la figura. En la Figura 3.139 se muestra la cara seleccionada.

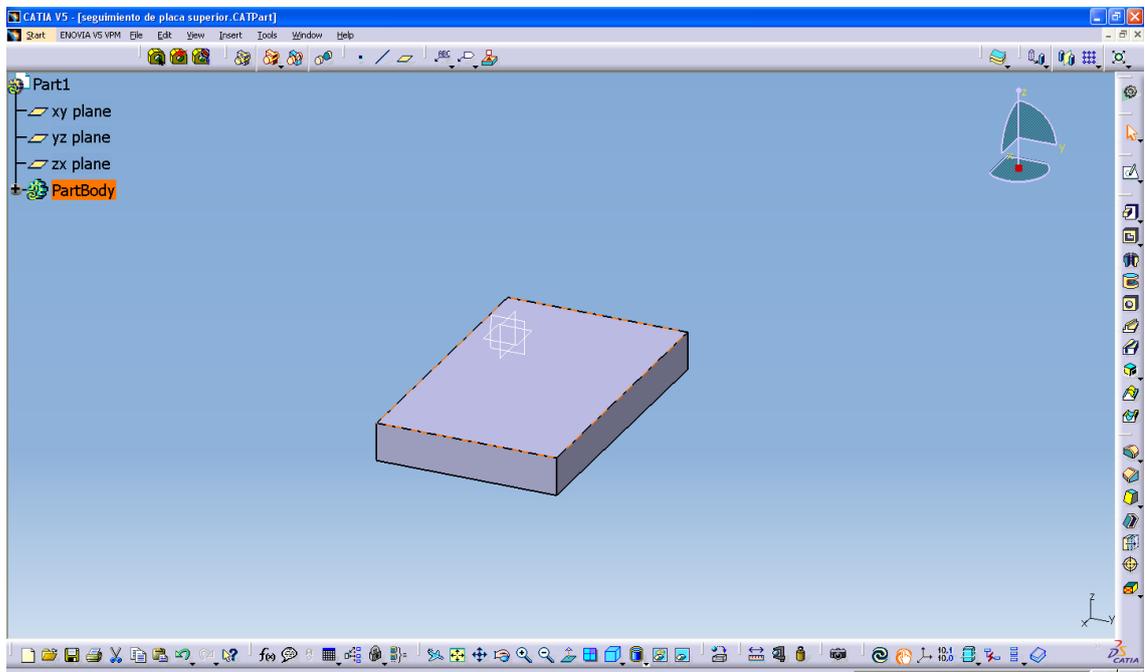


Figura 3.139 Cara seleccionada.

- Se da **CBIM** en el icono **Sketch** , lo cual nos llevará al escenario 2D (**SKETCHER**). En la Figura 3.140 se muestra el escenario 2D.

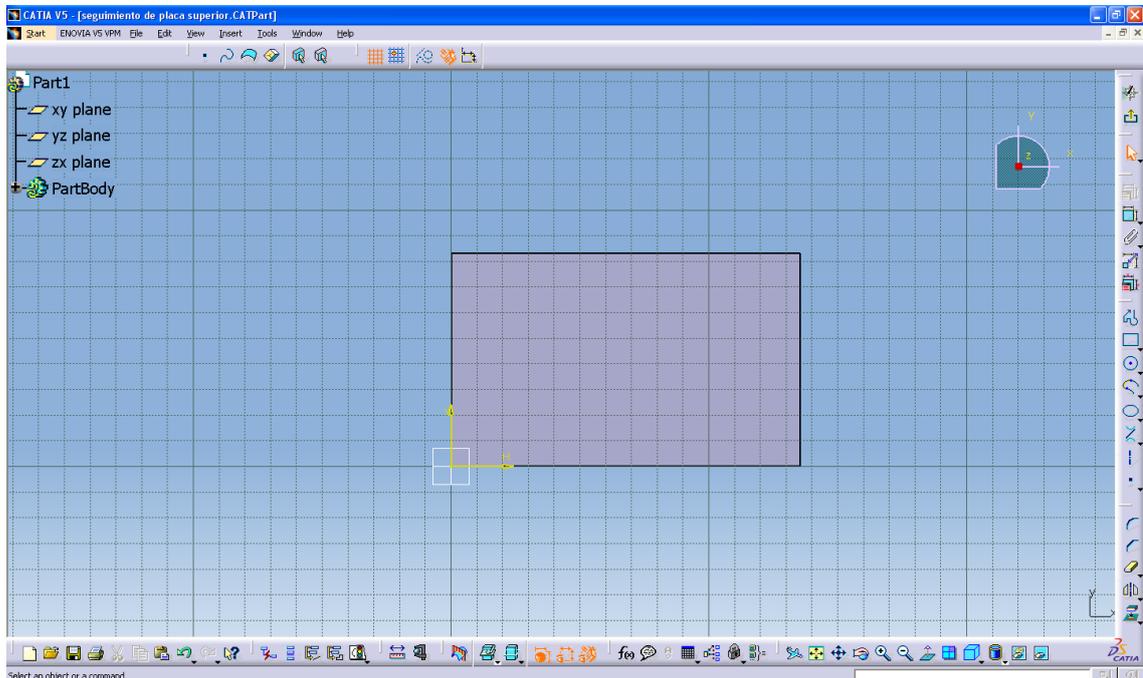


Figura 3.140 Escenario 2D (**SKETCHER**) .

- Se da **CBIM** en el icono **Rectangle** , y se da **CBIM** en una zona dentro de la figura, se arrastra el cursor en forma vertical y hacia la derecha (en forma simultánea) para formar un rectángulo, (no importando la dimensión de este ya que posteriormente se dimensionará). En las Figuras 3.141 y 3.142 se muestran el inicio y terminación del rectángulo respectivamente.

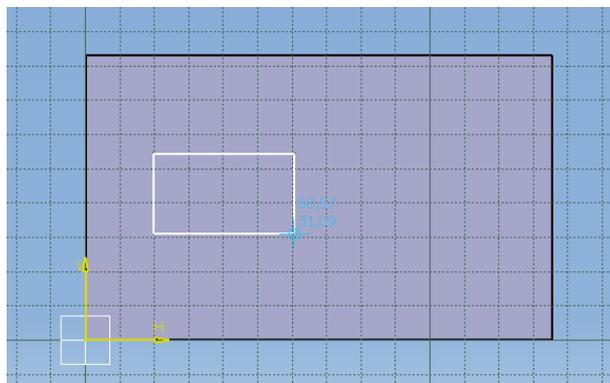


Figura 3.141 Inicio del rectángulo

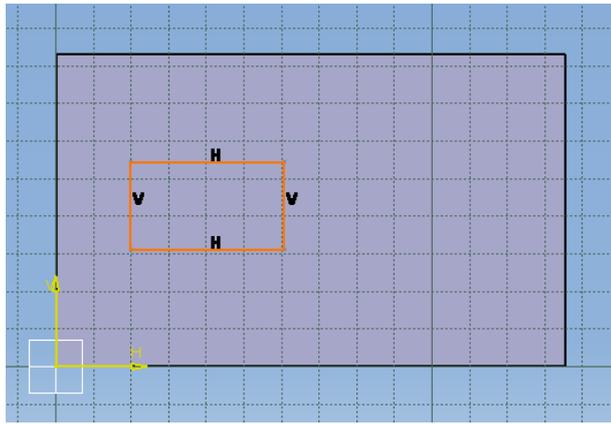


Figura 3.142 Rectángulo concluido.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , se da **CBIM** sobre la línea vertical derecha (esto genera una cota). En la Figura 3.143 se muestra la cota generada.

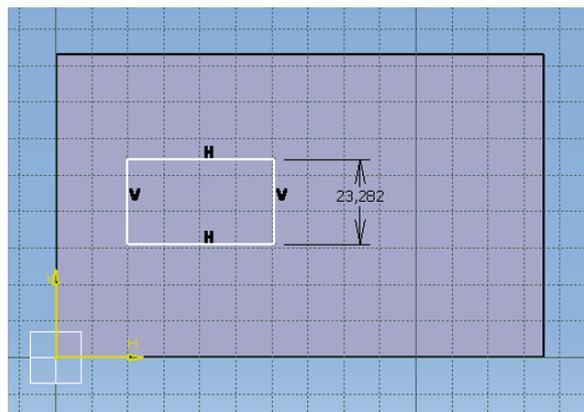


Figura 3.143 Cota generada.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, esto ocasiona que aparezca el cuadro de diálogo **Constraint Definition**, en este se cambia el valor de la casilla Value a 83.23mm, y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.144 y 3.145 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada.

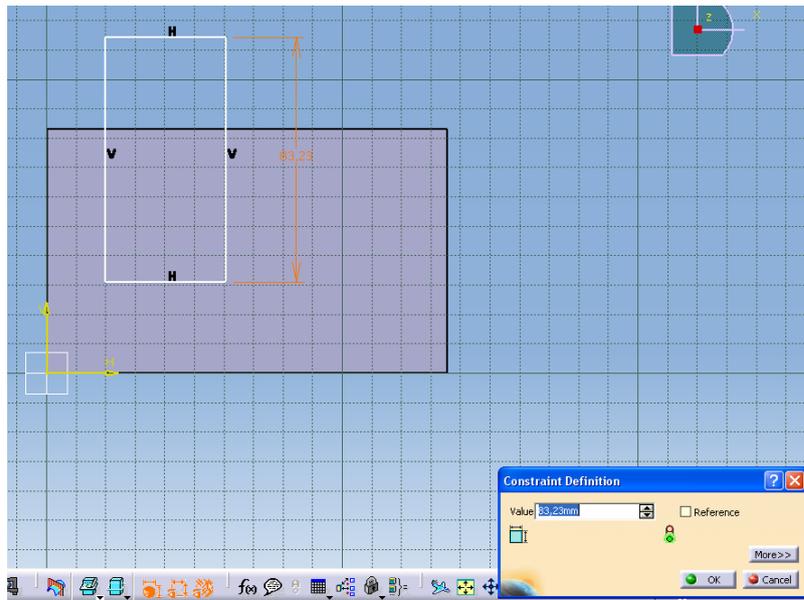


Figura 3.144 Cuadro de diálogo constraint definition.

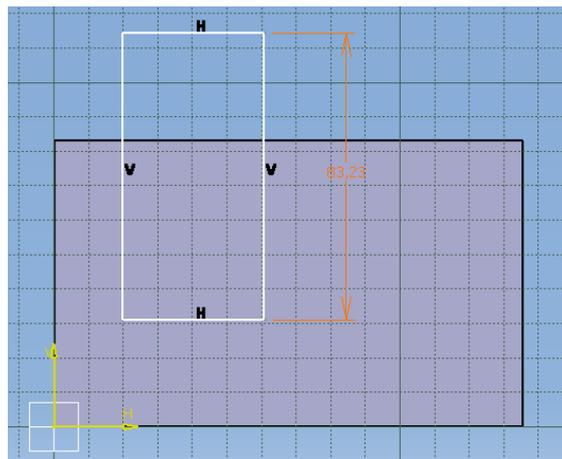


Figura 3.145 Cota generada con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint**  y se selecciona la línea inferior horizontal y se da **CBIM** para fijar la cota en la posición que mas convenga. En la Figura 3.146 se muestra la cota generada.

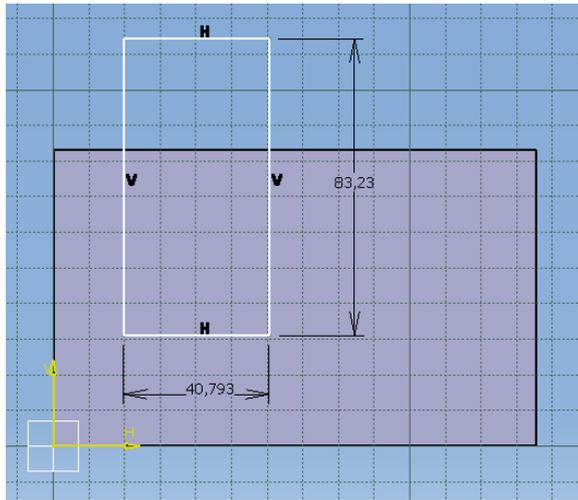


Figura 3.146 Cota generada.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, aparecerá el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el se cambiará el valor de la casilla Value a 45 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.147 y 3.148 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada.

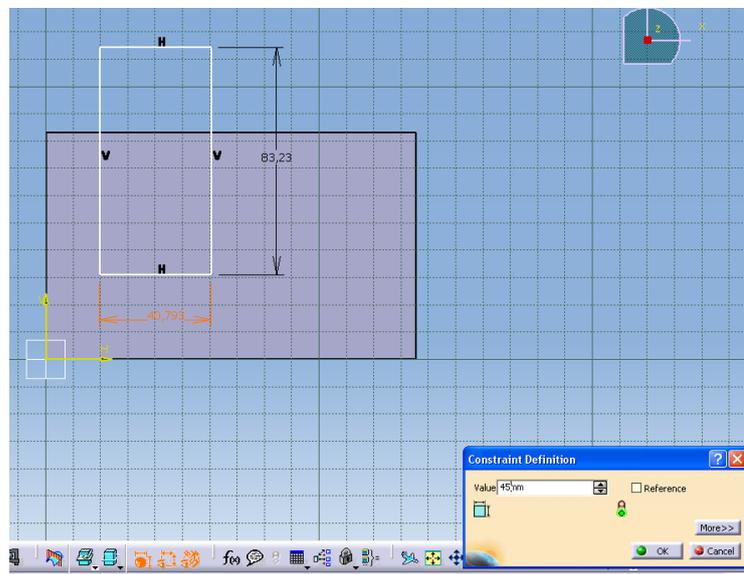


Figura 3.147 Cuadro de diálogo constraint definition.

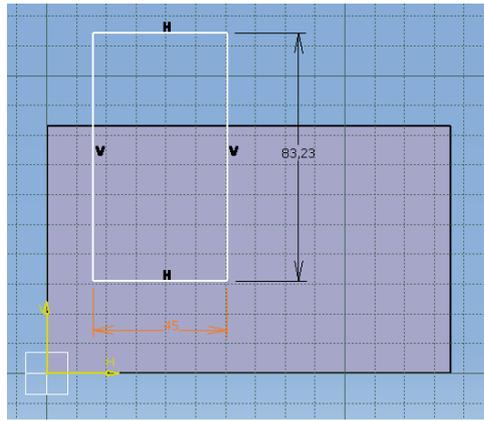


Figura 3.148 Cota generada con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , después se da **CBIM** en la línea vertical izquierda de la figura en sólido. En la Figura 3.149 se muestra la línea vertical."/>

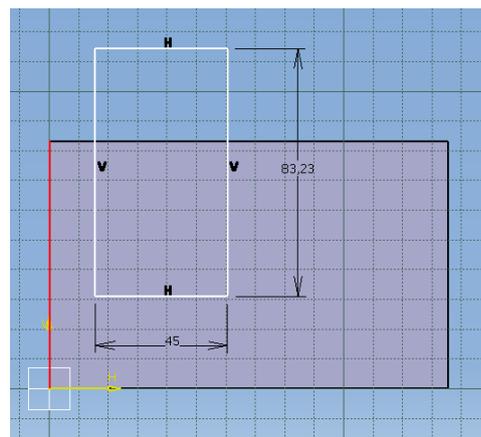


Figura 3.149 Línea vertical izquierda de la figura en sólido seleccionada.

- Se da **CBIM** en la línea vertical izquierda del rectángulo, y se da **CBIM** para fijar la cota en un sitio conveniente. En la Figura 3.150 se muestra la cota generada.

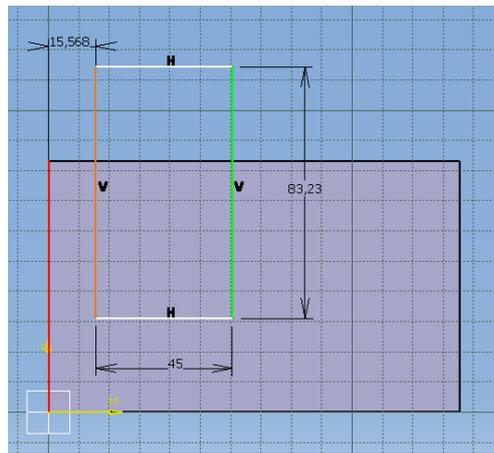


Figura 3.150 Cota generada en el lado izquierdo.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, así aparecerá el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, se cambia el valor de la casilla VALUE a 45.175mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.151 y 3.152 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada respectivamente.

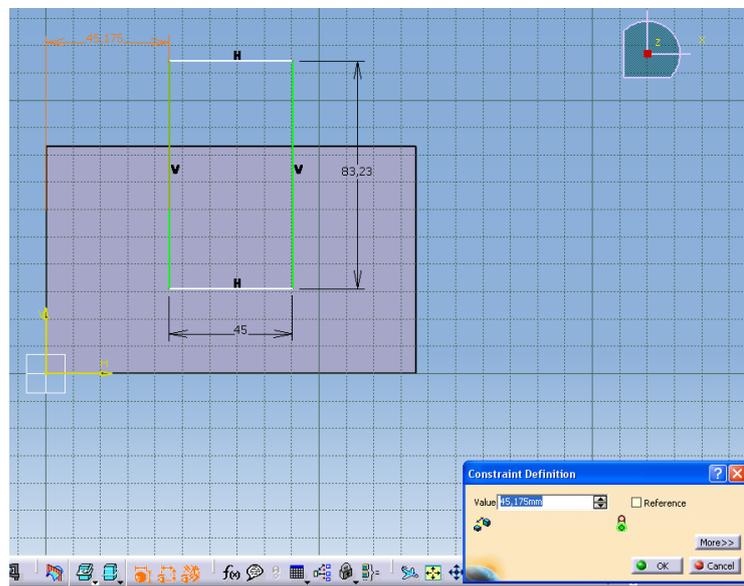


Figura 3.151 Cuadro de diálogo constraint definition.

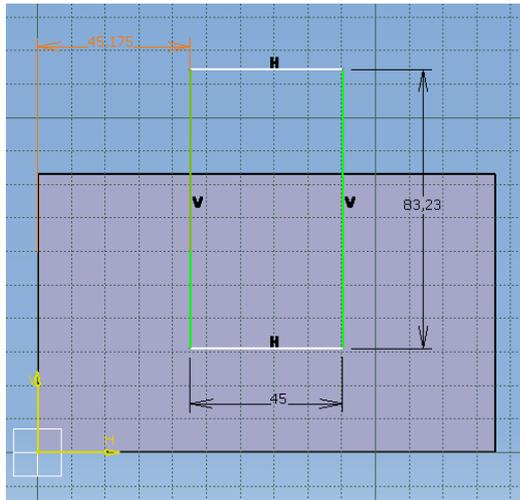


Figura 3.152 Cota generada con la dimensión correcta.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , después se da **CBIM** en la línea horizontal inferior de la figura en sólido. En la Figura 3.153 se muestra la línea horizontal.

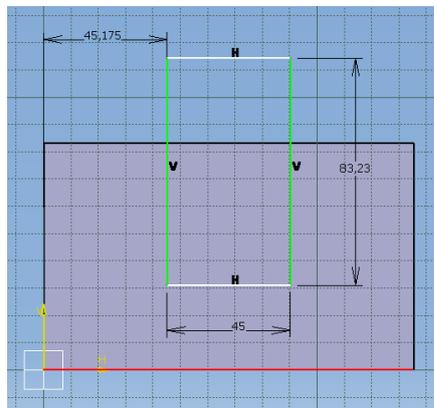


Figura 3.153 Línea horizontal inferior de la figura en sólido.

- Se da **CBIM** en la línea horizontal inferior del rectángulo, y se da **CBIM** para fijar la cota en un sitio conveniente. En la Figura 3.154 se muestra la cota generada.

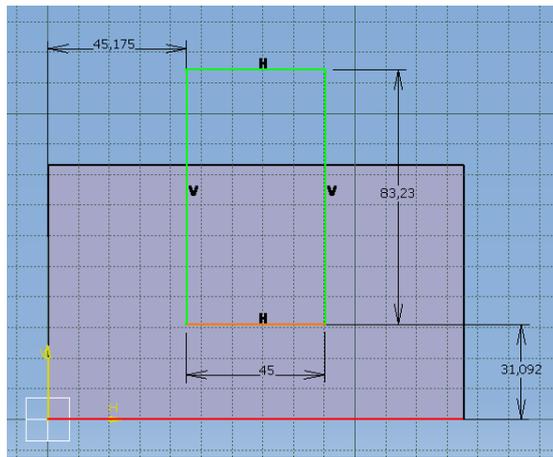


Figura 3.154 Cota generada con la dimensión correcta.

- Se da **DOBLE CBIM** en el valor de la cota generada, así aparecerá el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, se cambia el valor de la casilla VALUE a 0 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.155 y 3.156 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada.

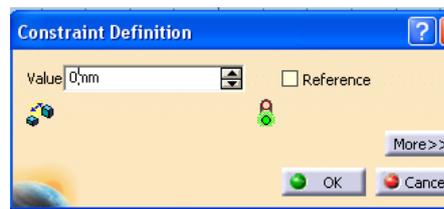


Figura 3.155 Cuadro de diálogo constraint definition

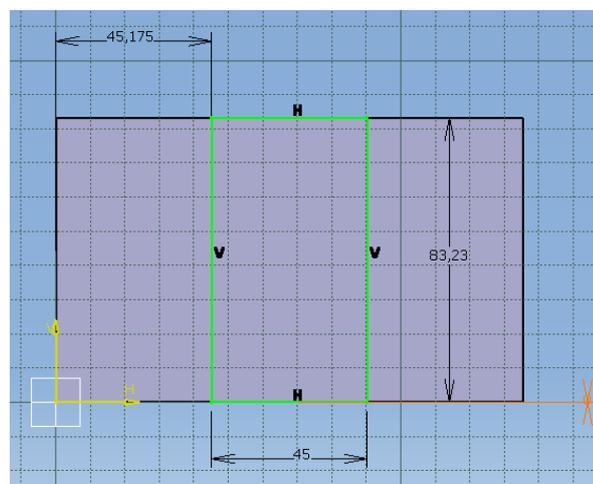


Figura 3.156 Cota generada con el valor correcto (en este caso cero mm).

- Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench**  para ir al ambiente 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.157 se muestra el escenario 3D.

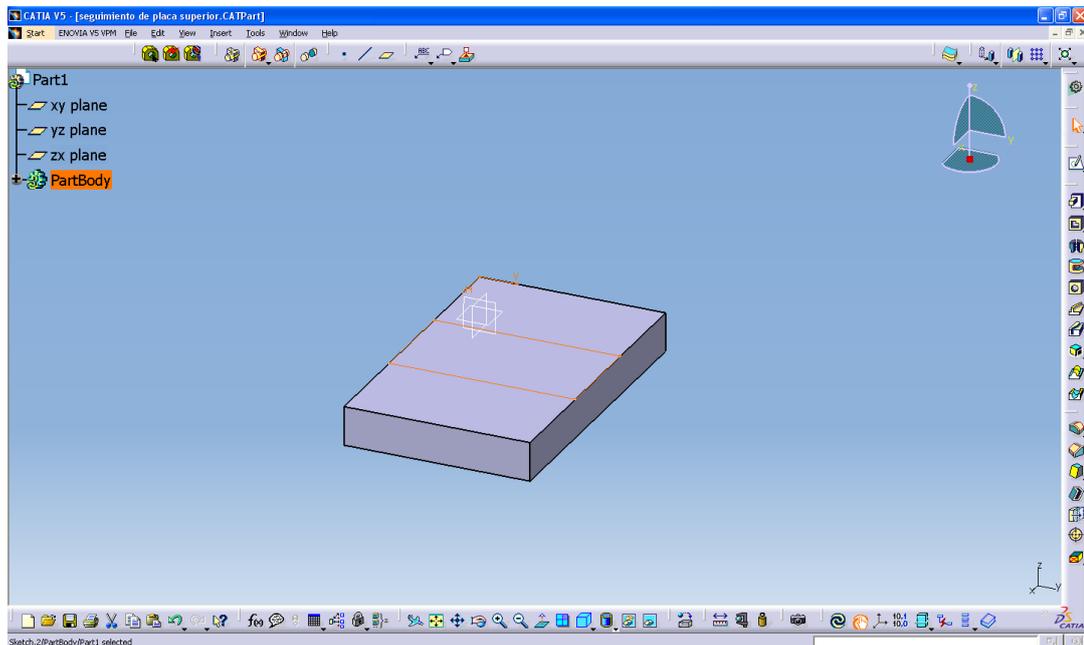


Figura 3.157 aescenario 3D (PART DESIGN).

- Se da **CBIM** en el icono **Pocket** . En la Figura 3.158 se muestra el icono Pocket.

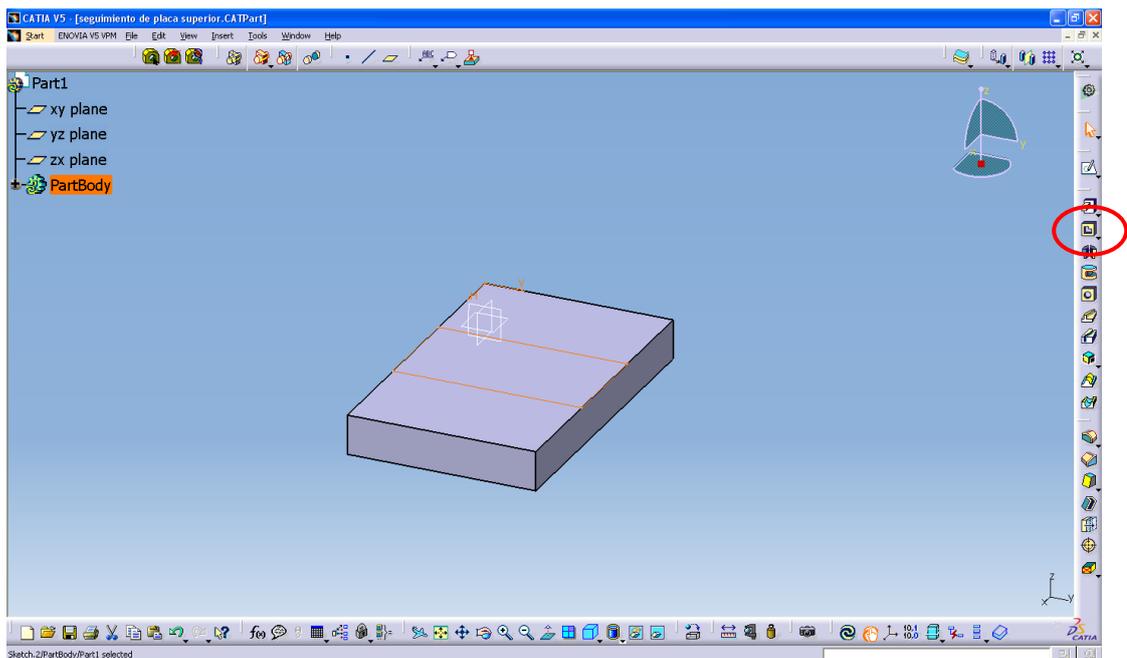


Figura 3.158 Icono pocket.

- Se genera el cuadro de diálogo **Pocket Definition**, en este se cambia el valor de la casilla **Depth** a 4.587mm, y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.159 y 3.160 se muestran el cuadro de diálogo y la pieza en sólido.

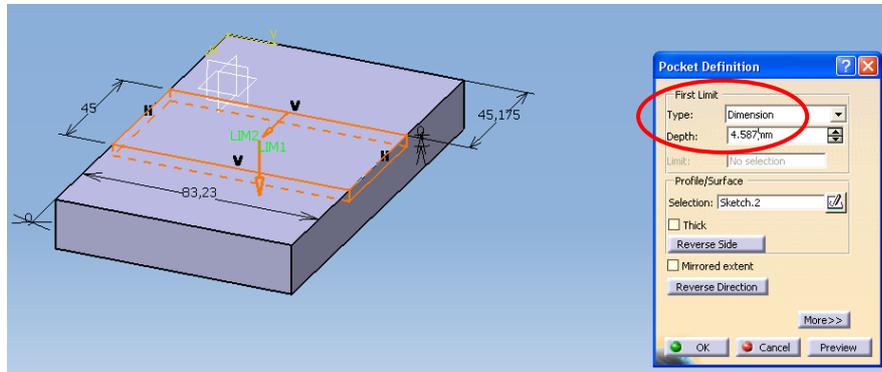


Figura 3.159 Cuadro de diálogo pocket definition.

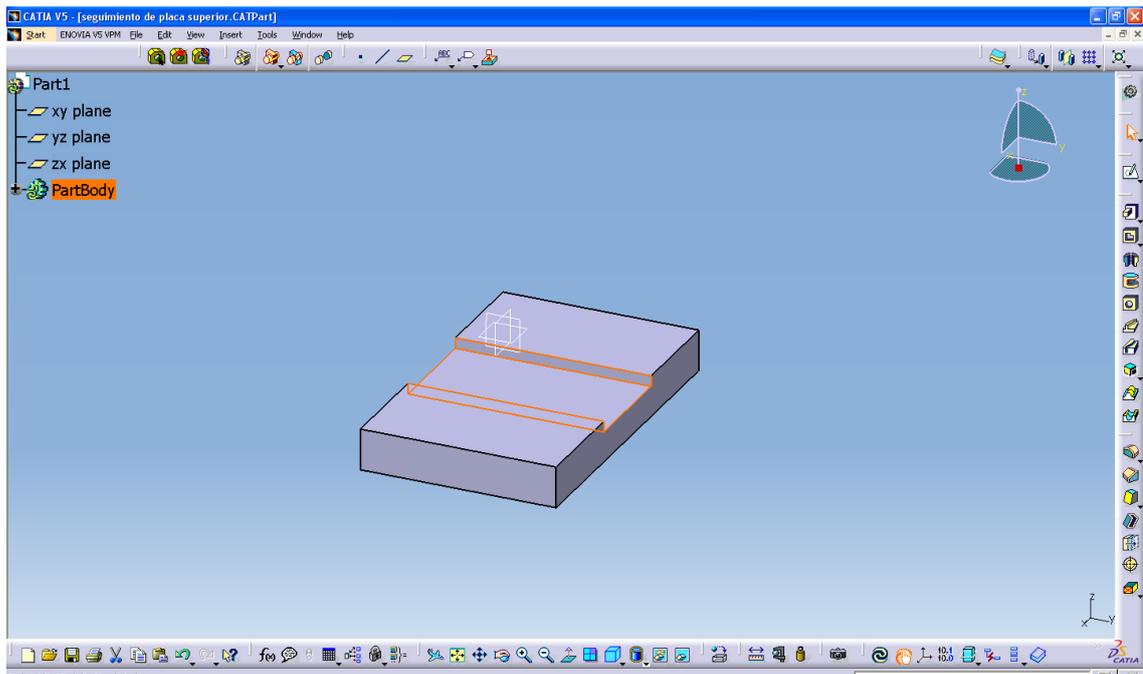


Figura 3.160 Sólido.

- Se da **CBIM** en el icono **Fillet** , y se genera un cuadro de diálogo llamado **Edge Fillet Definition**. En la Figura 3.161 se muestra el cuadro de diálogo.

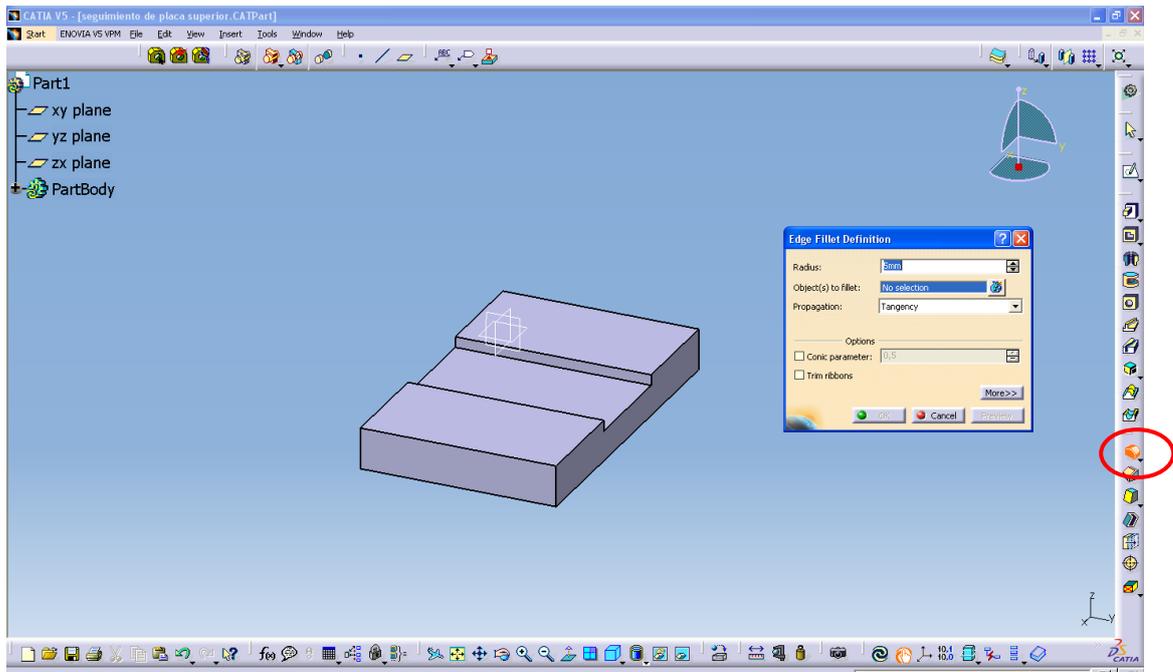


Figura 3.161 Cuadro de diálogo edge fillet definition.

- A continuación se da **CBIM** en cada una de las esquinas de la placa. En la Figura 3.162 se muestran las esquinas.

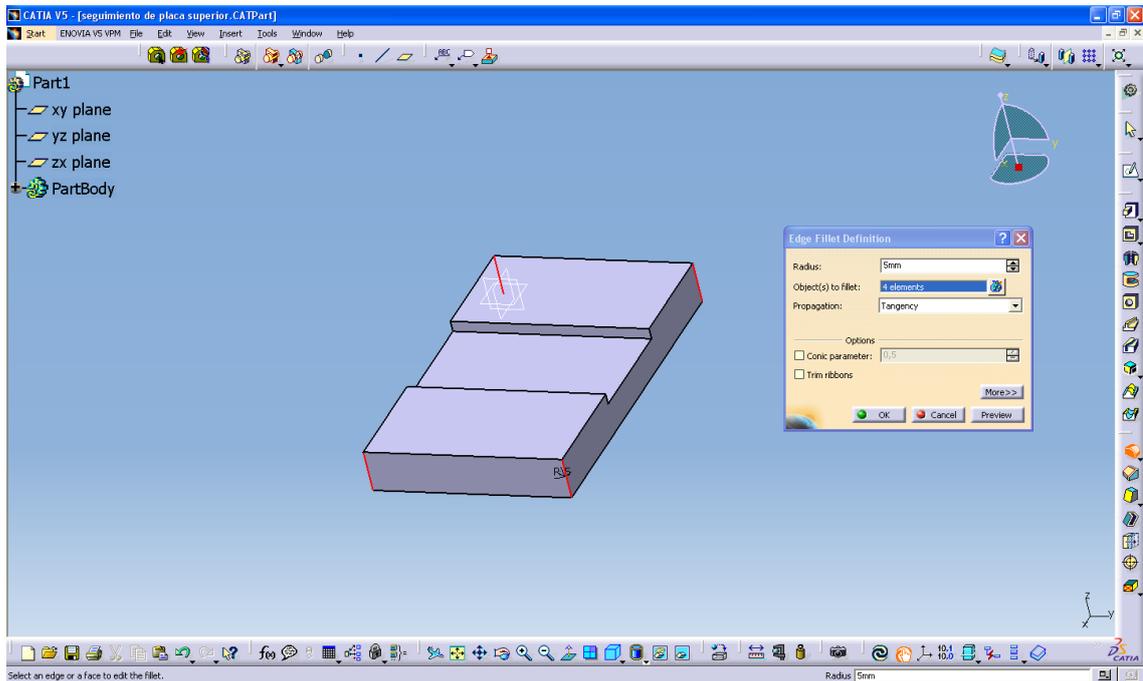


Figura 3.162 Esquinas de la placa seleccionadas.

- En el cuadro de diálogo llamado *Edge Fillet Definition*, se cambia el valor de la casilla Radius a 12 mm y se da **CBIM** en el botón OK. En la Figura 3.163 se muestran las esquinas redondeadas.

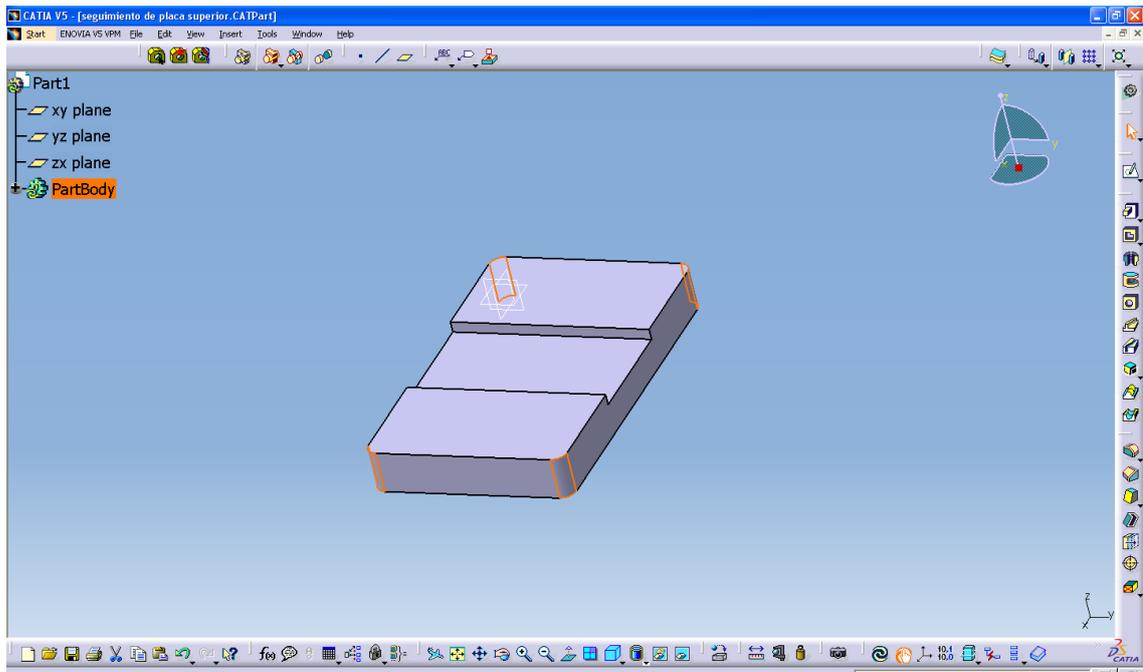


Figura 3.163 Esquinas de la placa redondeadas.

- De esta forma luce la placa ya terminada. En la Figura 3.164 se muestra el prototipo terminado.

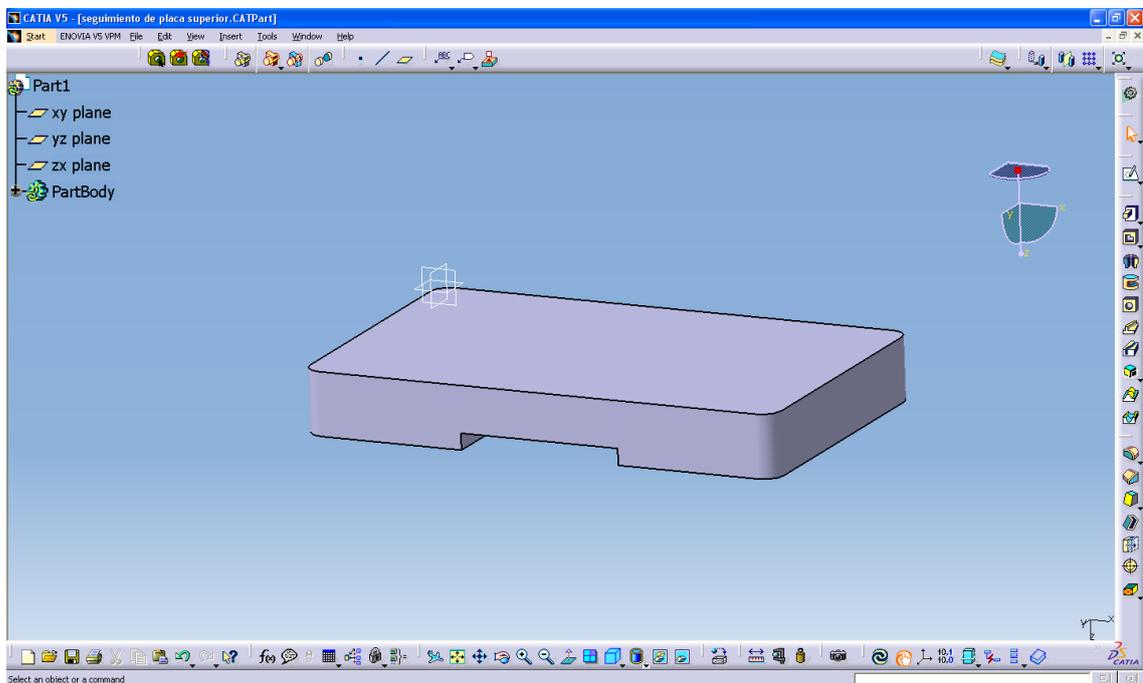


Figura 3.164 Prototipo de la placa superior terminada.

3.3.4 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA

“EJE”

A partir de este momento se inicia el diseño del prototipo, para empezar existen varias formas, se empezará por hacer el contorno de la mitad del eje. En la Figura 3.165 se muestra el eje.

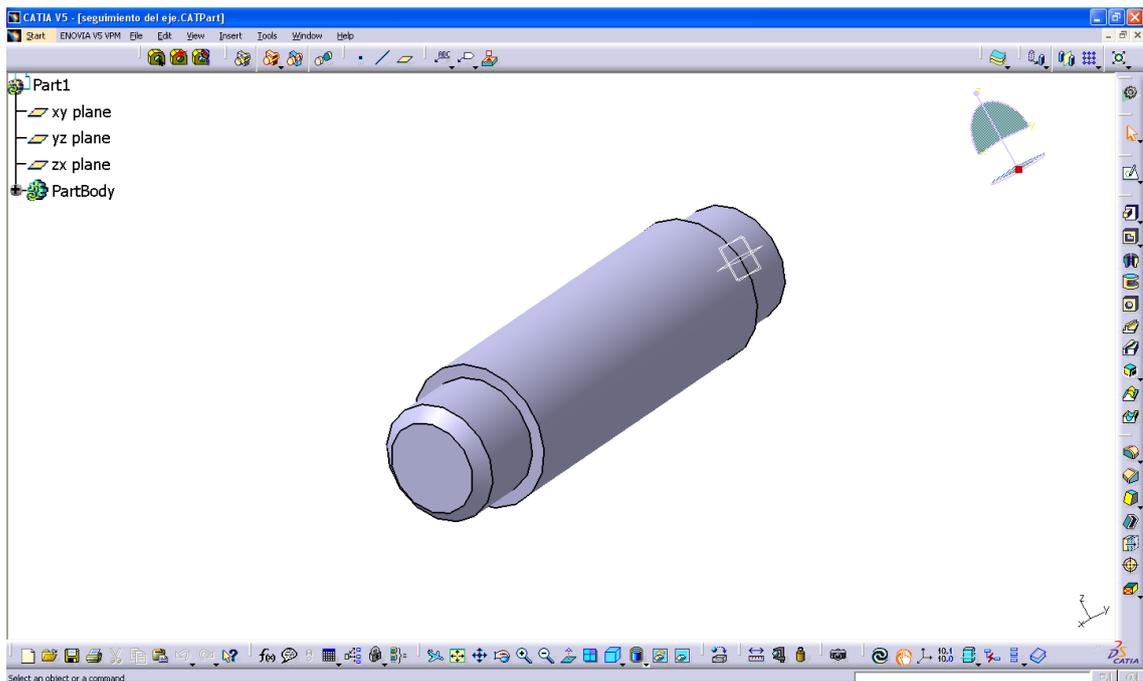


Figura 3.165 Eje.

- Se da **CBIM** en el plano XY del árbol. En la Figura 3.166 se muestra el plano de trabajo XY.

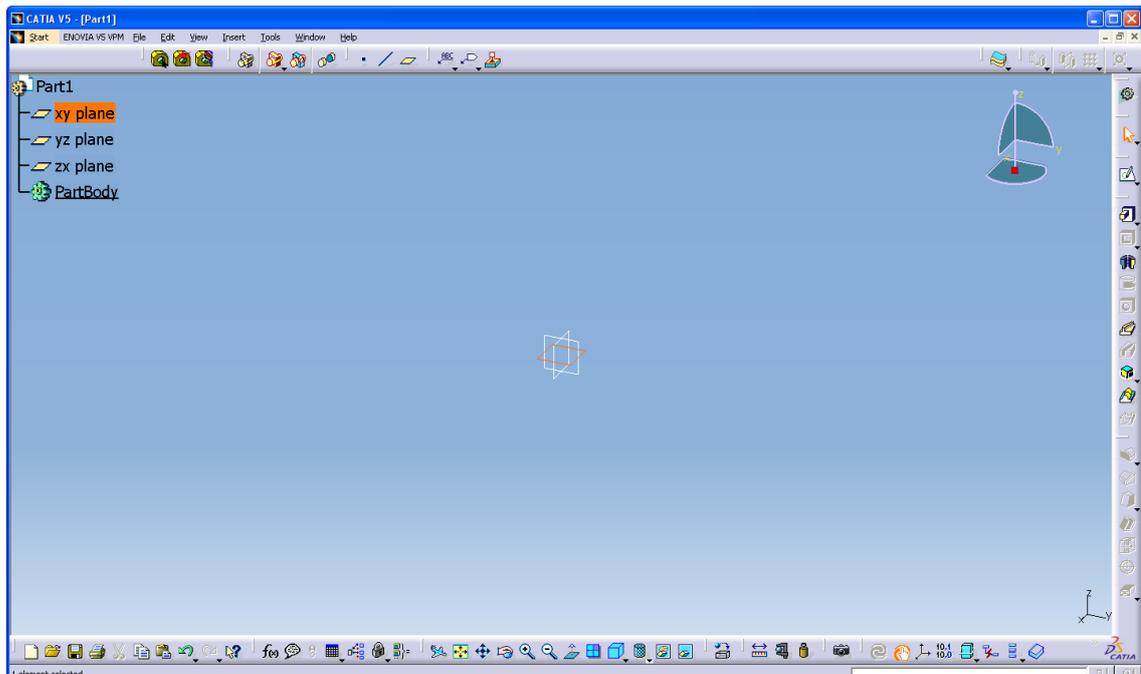


Figura 3.166 Plano XY seleccionado.

- Se da **CBIM** en el icono **Sketch** . En la Figura 3.167 se muestra el escenario 2D.

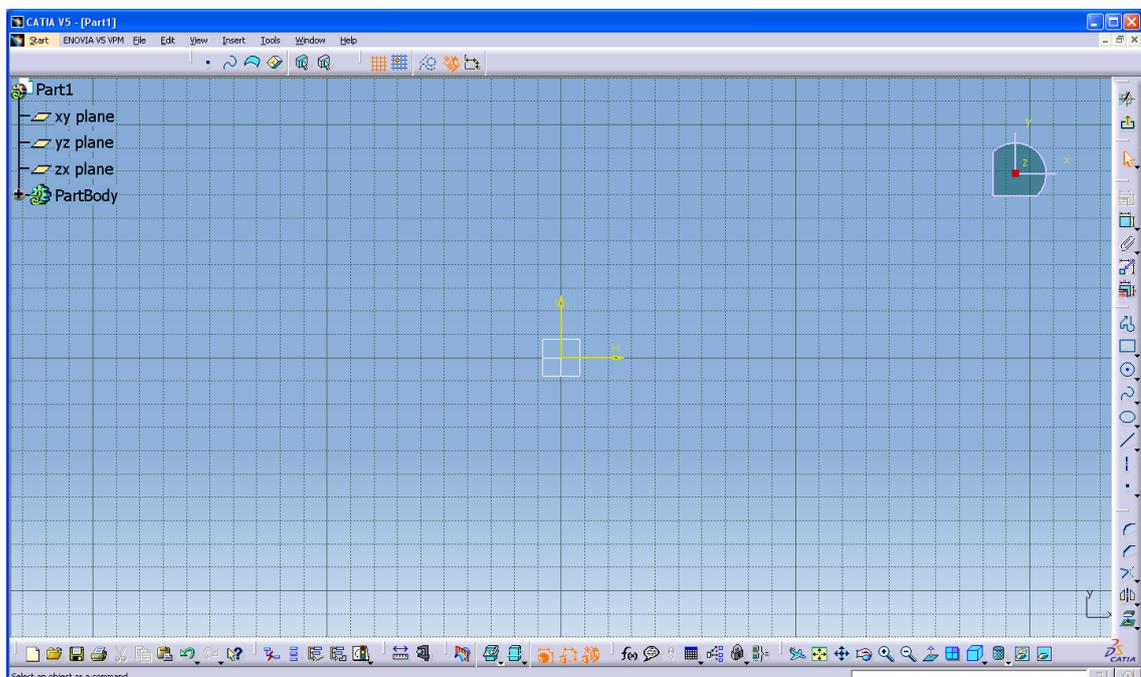


Figura 3.167 Escenario 2D (SKETCHER)

- Se crea el contorno de la mitad de la figura del eje, se da **CBIM** en el icono **Profile** , y se da **CBIM**, en el centro (0,0), desde ese punto se va creando la figura dando **CBIM** cada vez que se requiera cambiar de dirección la línea, hasta lograr la figura deseada (no importa que las medidas no tengan exactitud, posteriormente se dimensionará). En la Figura 3.168 se muestra el contorno de la mitad del eje.

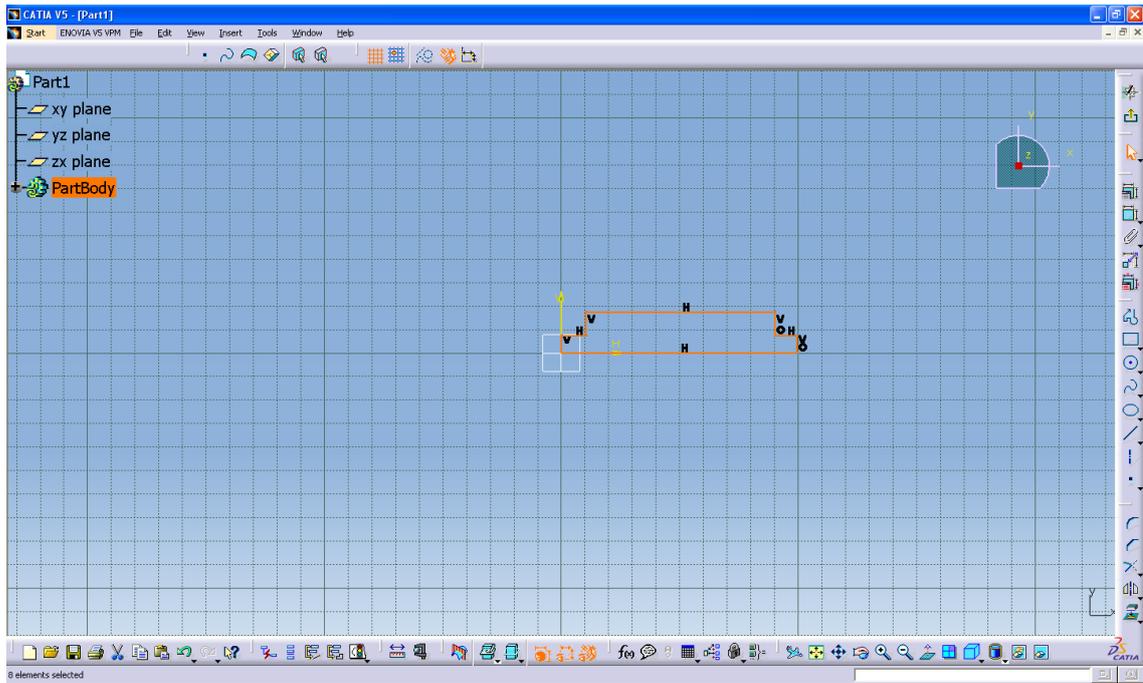


Figura 3.168 Contorno de la mitad del eje.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , y se da **CBIM** en la línea que se quiere acotar, se da otro **CBIM** para fijar la cota generada, (esta operación se repetirá hasta tener el bosquejo). En la Figura 3.169 se muestran las cotas generadas).

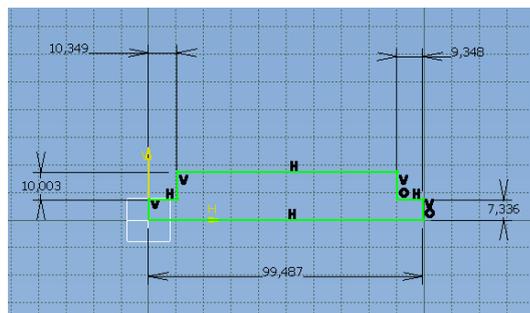


Figura 3.169 Cotas generadas.

- Ahora se modificará el valor de cada una de las cotas empezando de derecha a izquierda, se da **DOBLE CLIC** en la primera cota, se genera el cuadro de diálogo *Constraint Definition*, en el se cambia el valor de la casilla Value a 2 mm. En las Figuras 3.170 y 3.171 se muestran el cuadro de diálogo y la cota generada.

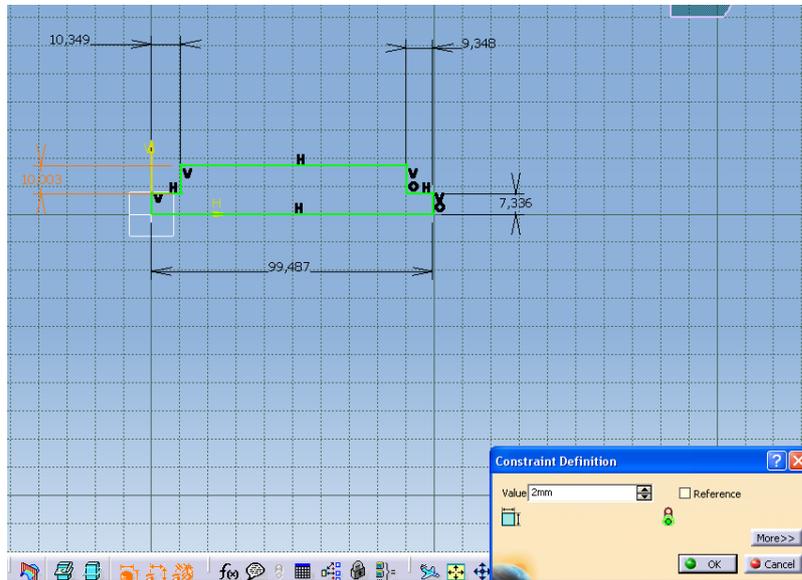


Figura 3.170 Cuadro de diálogo constraint definition.

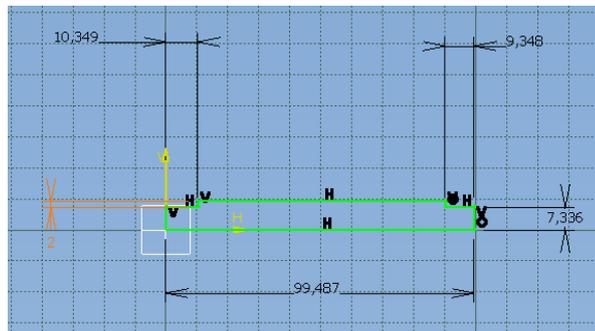


Figura 3.171 Dimensión correcta de la cota generada.

- Se repetirá la misma operación del paso 5 para cada una de las cotas, cambiando los valores de la casilla Value, en orden de derecha a izquierda dichos valores son: 12 mm, 12 mm, 8.95 mm y 78 mm. En la Figura 3.172 se muestran las cotas generadas.

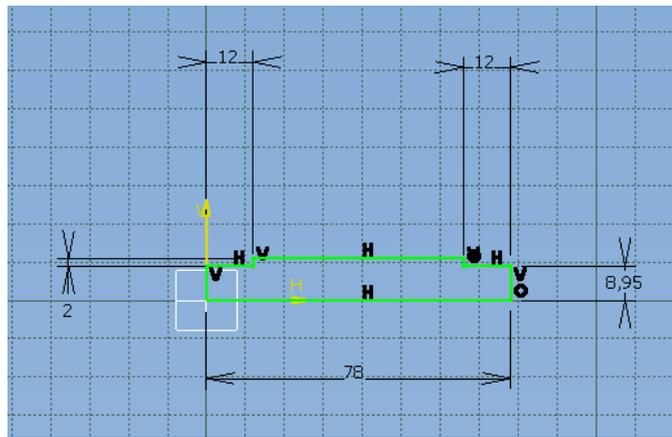


Figura 3.172 Cotas generadas con las dimensiones correctas.

- Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench** , para ir al escenario 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.173 se muestra el escenario 3D.

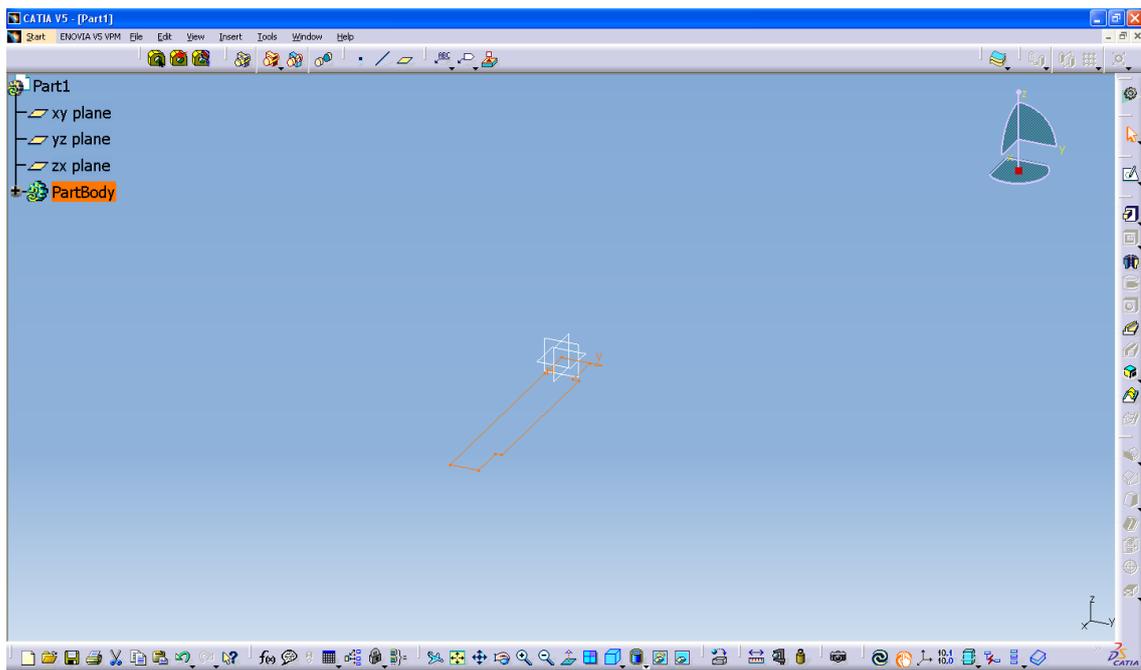


Figura 3.173 Escenario 3D (**PART DESIGN**).

- Se da **CBIM** en el icono **Shaft** , esto genera el cuadro de diálogo *Shaft Definition*, se da **CBIM** en la línea más larga del contorno del eje, se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.174, 3.175, 3.176, 3.177 y 3.178 se muestra la explicación antes mencionada.

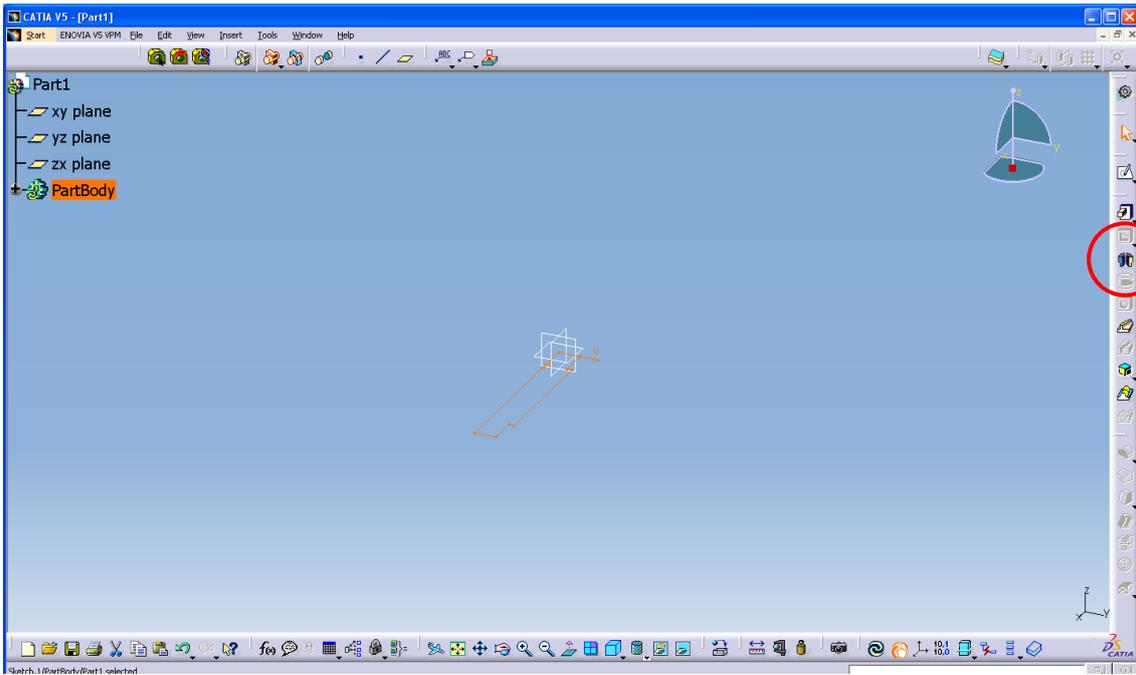


Figura 3.174 Icono shaft.

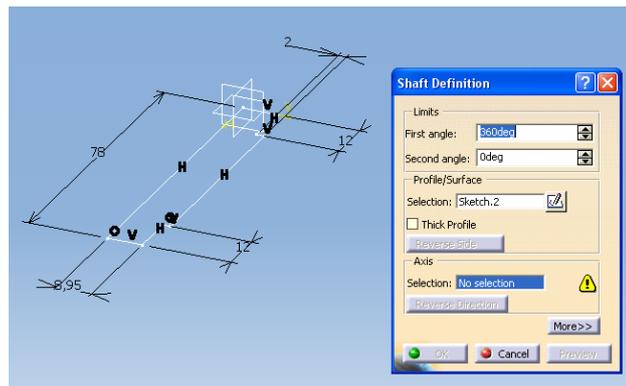


Figura 3.175 Cuadro de diálogo shaft definition.

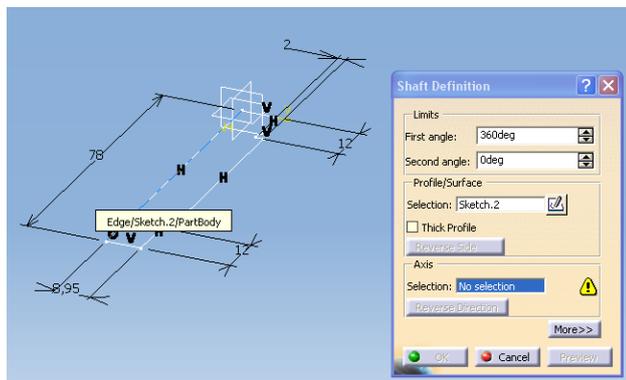


Figura 3.176 Línea más larga del contorno del eje a seleccionar.

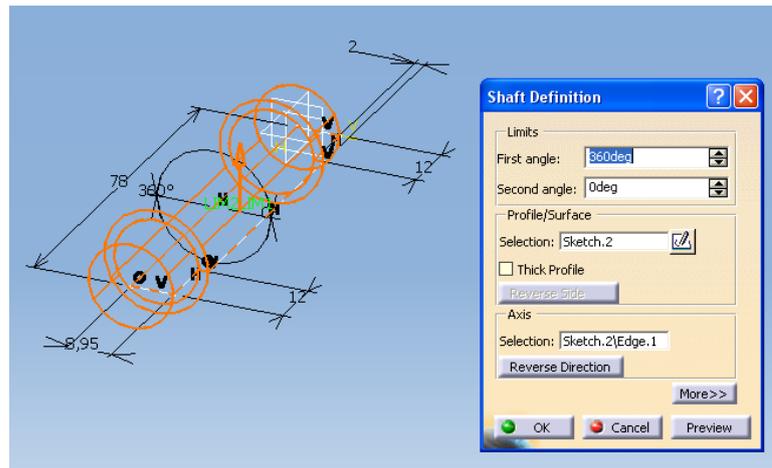


Figura 3.177 Primera vista cuando ya esta seleccionada la línea.

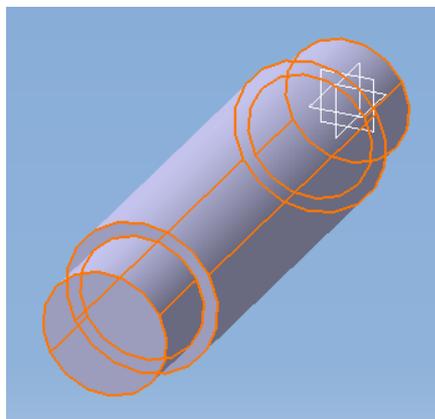


Figura 3.178 Eje terminado.

- Se da **CBIM** en el icono **Chamfer** , esto genera el cuadro de diálogo *Chamfer Definition*, en el se cambia el valor de la casilla Length 1 a 2 mm, se da **CBIM** en las caras exteriores del eje de tal manera que las flechas apunten hacia dentro del eje (para cambiar la dirección de las flechas se da **CBIM** sobre la flecha a cambiar), se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.179, 3.180, 3.181, 3.182 y 3.183 se muestra la explicación antes mencionada.

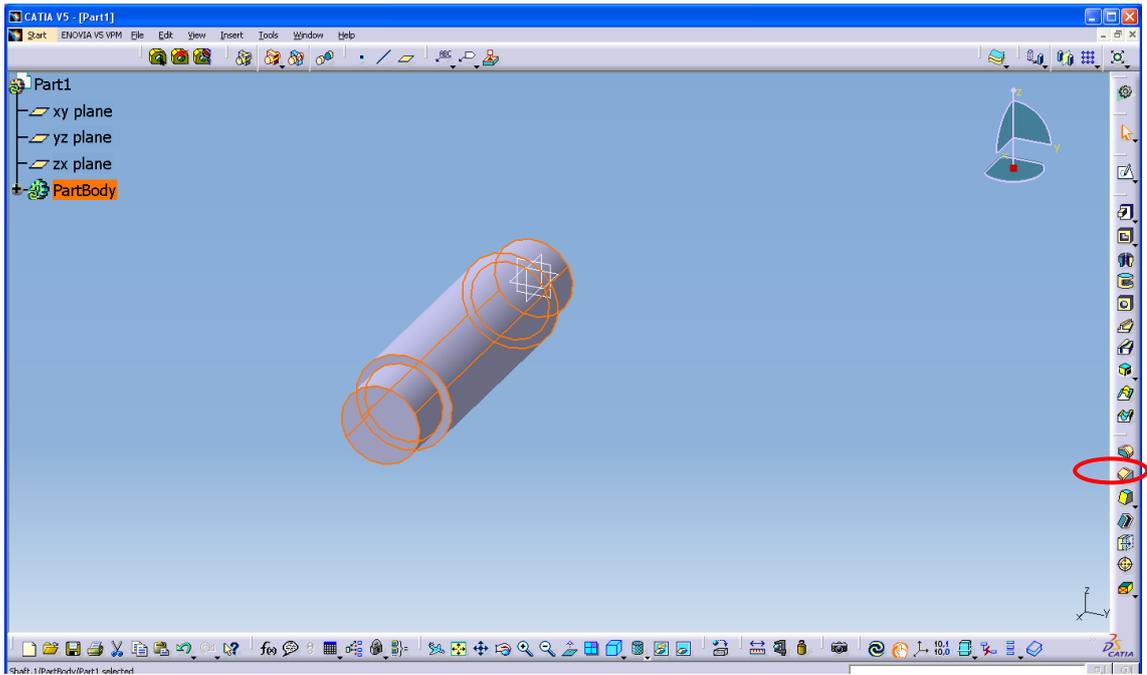


Figura 3.179 Icono chamfer.

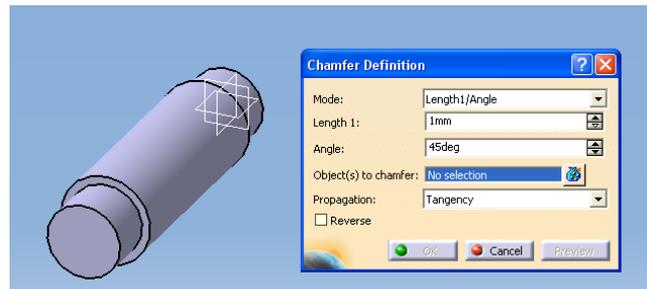


Figura 3.180 Cuadro de diálogo chamfer definition.

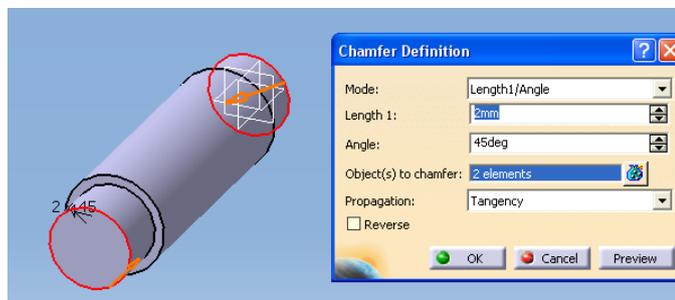


Figura 3.181 Caras seleccionadas del eje.

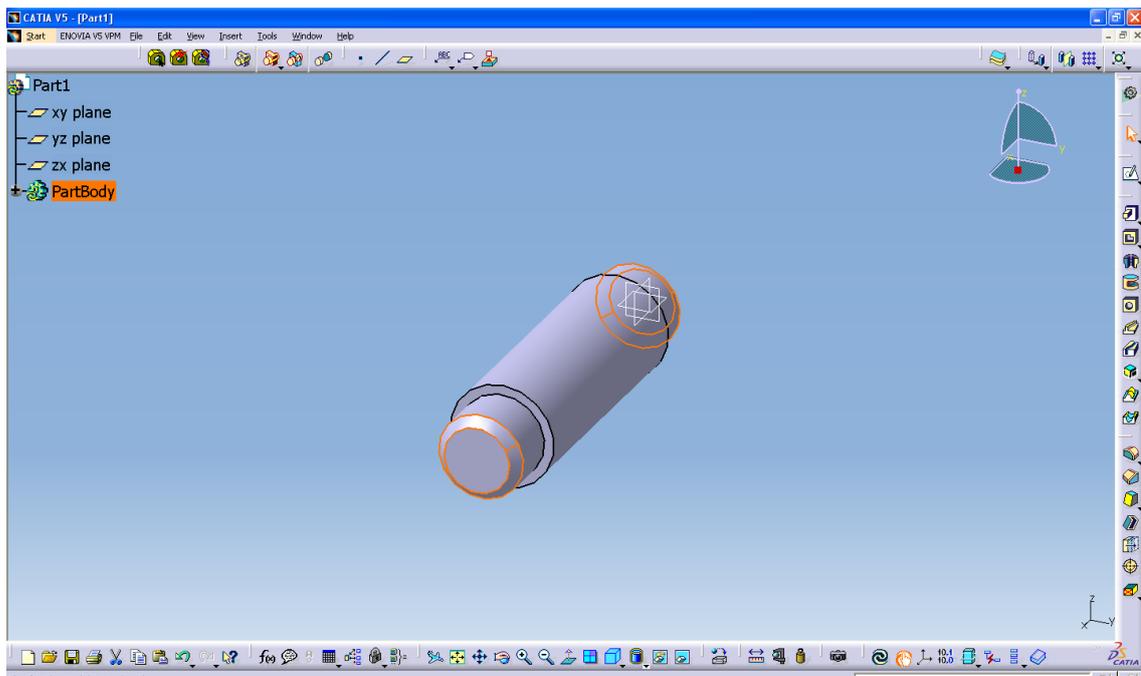


Figura 3.182 Eje con chaflanes.

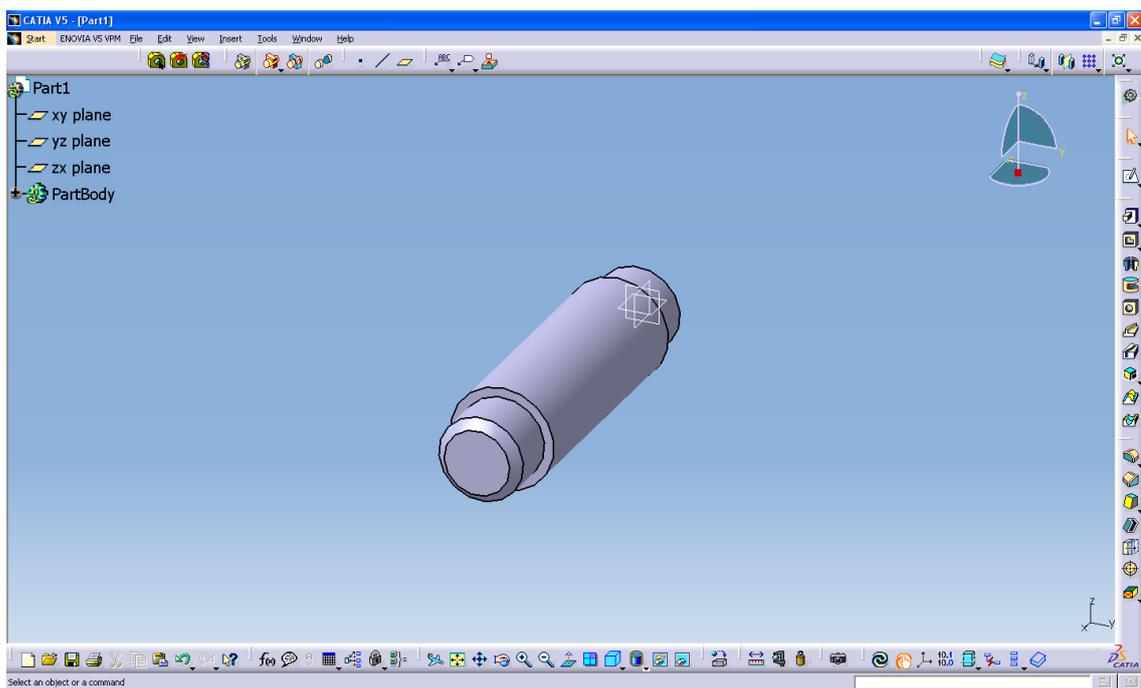


Figura 3.183 Prototipo del eje terminado.

3.3.5 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA PIEZA

“POLEA”

A partir de este momento comienza el diseño del prototipo del “POLEA”. En la Figura 3.184 se muestra la polea.

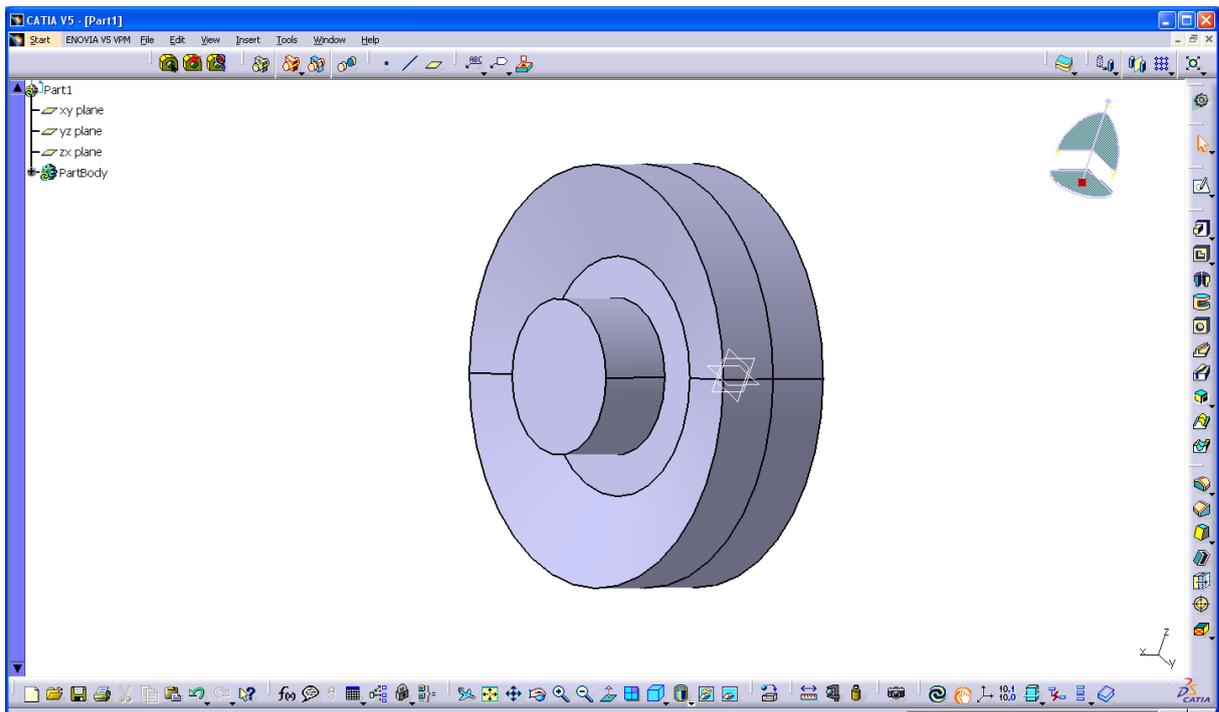


Figura 3.184 Polea.

- Se da **CBIM** en el plano XY del árbol. En la Figura 3.185 se muestra el plano de trabajo XY.

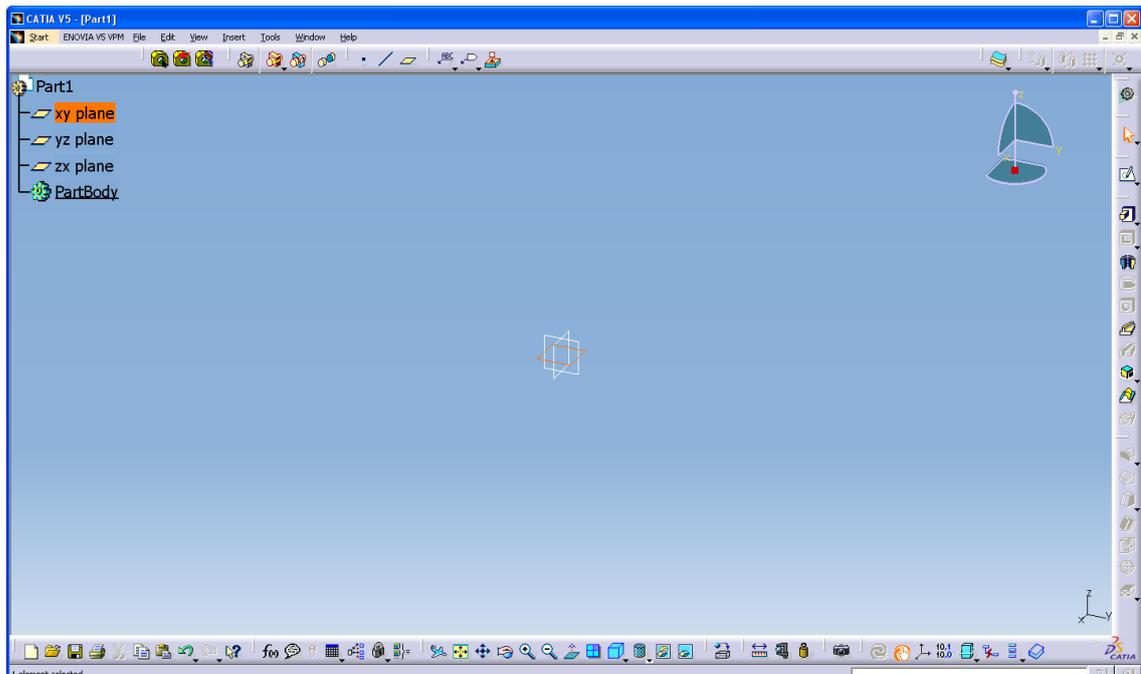


Figura 3.185 Plano XY seleccionado.

- Se da **CBIM** en el icono **Sketch** . En la Figura 3.186 se muestra el escenario 2D.

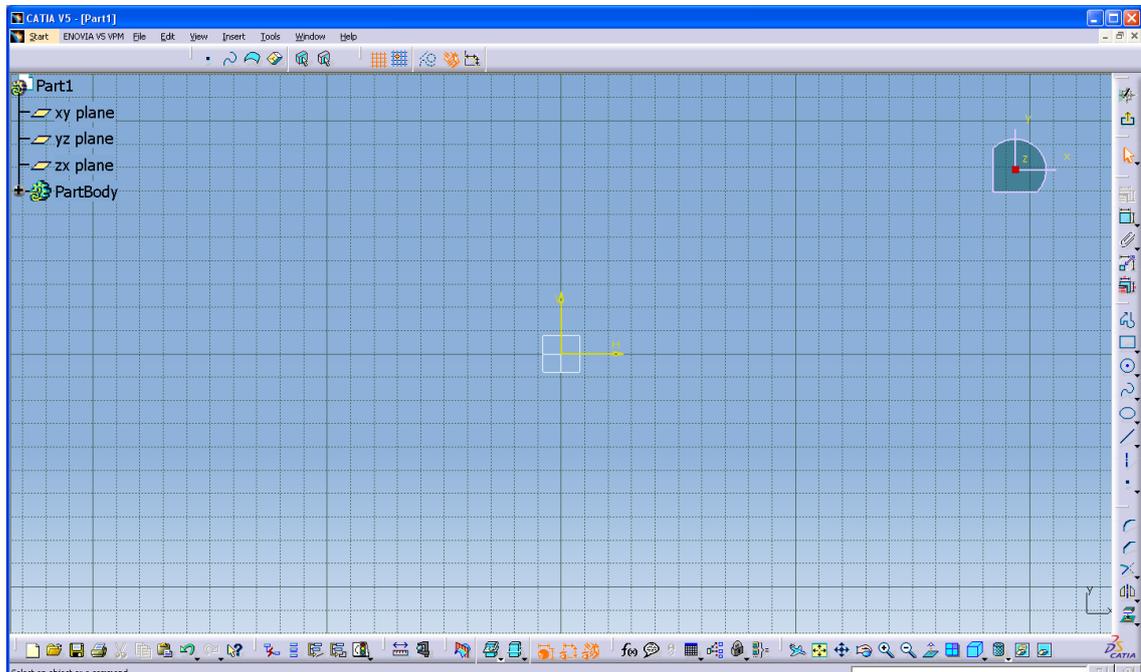


Figura 3.186 Escenario 2D (SKETCHER).

- Se da **CBIM** en el icono **Profile** , y se traza el siguiente perfil cerrado. En la Figura 3.187 se muestra la forma del perfil.

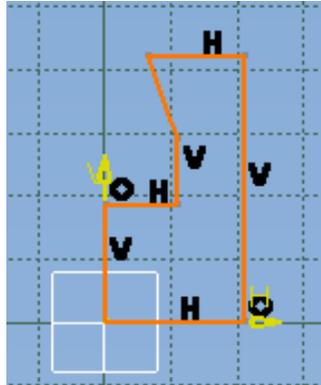


Figura 3.187 Forma del perfil que se debe crear.

- Se da **CBIM** en el icono **Constraint** , se da **CBIM** en la línea a dimensionar y se da **CBIM** para fijar la cota generada, así se hará con todas las líneas hasta dimensionar todo el perfil. En la Figura 3.188 se muestran las cotas.

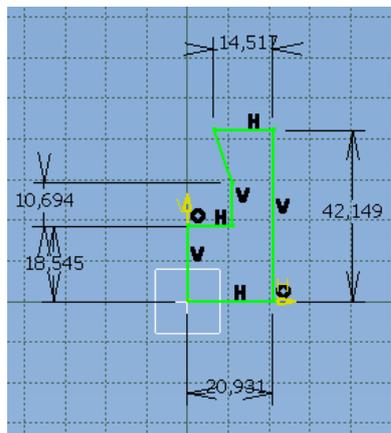


Figura 3.188 Cotas que debe tener el perfil.

- Se da **DOBLE CBIM** en la cota, esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Constraint definition*, en el se modifica el valor de la casilla Value (así se hará para todas

las cotas generadas, hasta que las dimensiones sean las mismas. En la Figura 3.189 se muestran las cotas generadas).

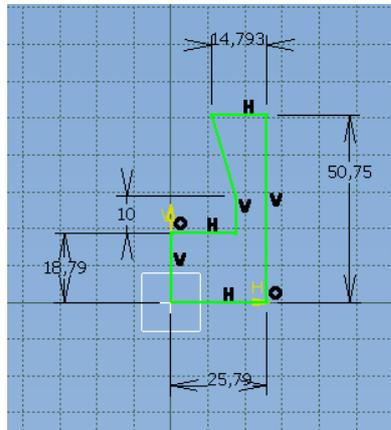


Figura 3.189 Cotas generadas con las dimensiones correctas.

- Se da **CBIM** en el icono , se da **CBIM** en la esquina superior del perfil, se da **CBIM** en un punto cualquiera por debajo del perfil (de manera que la línea de eje quede vertical). En la Figura 3.190 se muestran la línea del eje y los puntos de inicio y fin de esta.

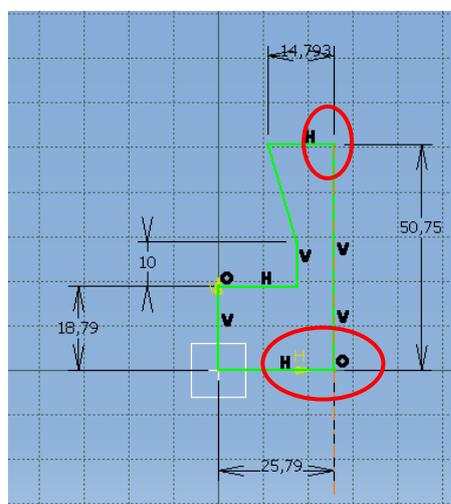


Figura 3.190 Línea de eje y los puntos de inicio y fin de esta.

- Se da **CBIM** en un punto cualquiera dentro de la pantalla del **SKETCHER** (para deshabilitar cualquier elemento del perfil u eje en color rojo), se da **CBIM** en el icono  **Mirror**. En la Figura 3.191 se muestran los elementos del perfil deshabilitados.



Figura 3.191 Elementos del perfil deshabilitados (en color verde).

- Se da **CBIM** por encima de la esquina superior izquierda del perfil manteniendo el botón del mouse apretado en todo momento, se crea un recuadro en el que se encierra el perfil, se deja de apretar el botón del mouse cuando ya se haya encerrado por completo el perfil. En las Figuras 3.192, 3.193 y 3.194 se muestra la explicación anterior.

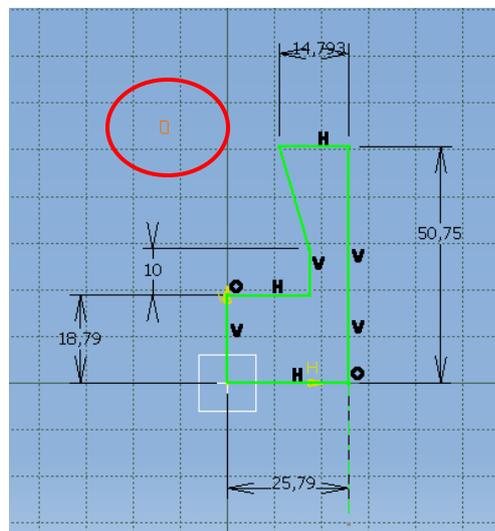


Figura 3.192 Comienzo del recuadro para selección del perfil.

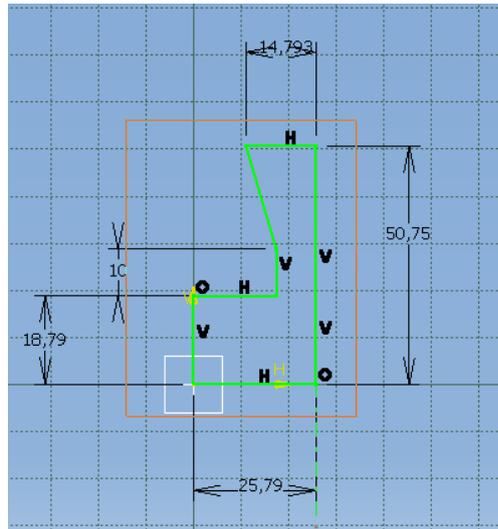


Figura 3.193 Perfil dentro del recuadro.

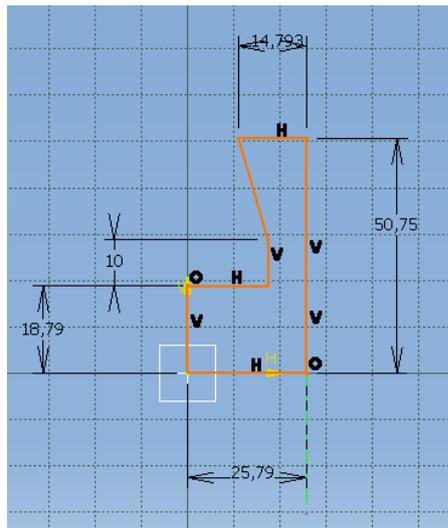


Figura 3.194 Elementos del perfil seleccionados.

- Se da **CBIM** en la línea de eje que se creó anteriormente y automáticamente se crea el duplicado del perfil. En las Figuras 3.195 y 3.196 se muestran la línea del eje y el duplicado del perfil respectivamente.

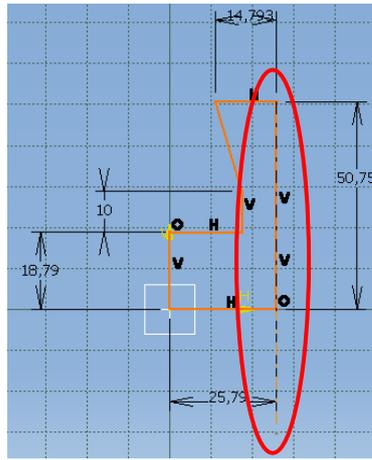


Figura 3.195 Línea de eje seleccionada.

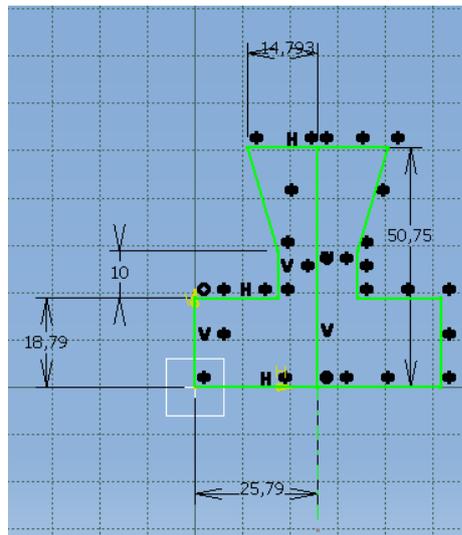


Figura 3.196 Duplicado del perfil.

- Se da **CBIM** en la flecha del icono **Trim**  y se da **CBIM** en el icono **Quick trim**  y se da **CBIM** en la línea central del perfil. En la Figura 3.197 se muestra la línea central del perfil.

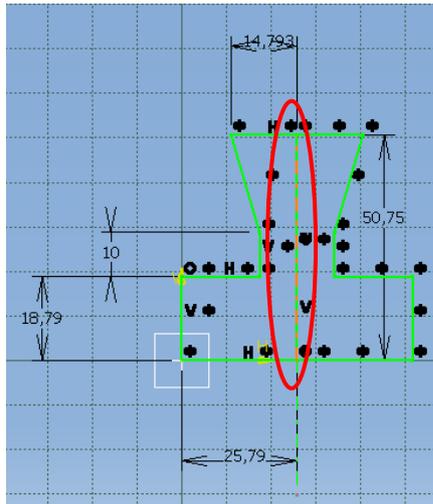


Figura 3.197 Línea central del perfil seleccionada.

- Se genera el cuadro de diálogo *Quick trim* y se da **CBIM** en el botón SI. En las Figuras 3.198 y 3.199 se muestran el cuadro de diálogo y el perfil sin la línea central respectivamente.

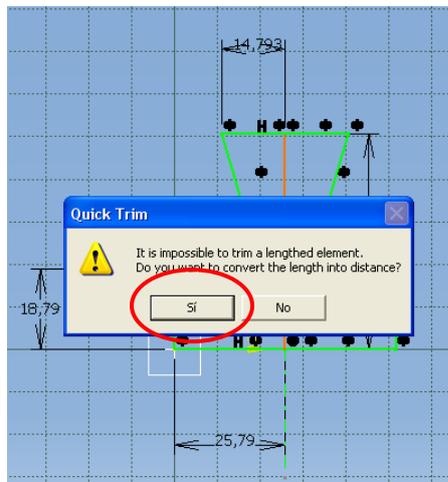


Figura 3.198 Cuadro de diálogo quick trim y el botón si.



Figura 3.199 Perfil sin la línea central.

- Se da **CBDM** sobre la línea de eje y se da **CBIM** en el botón DELETE. En las Figuras 3.200 y 3.201 se muestran la línea del eje y el perfil sin la línea del eje respectivamente.

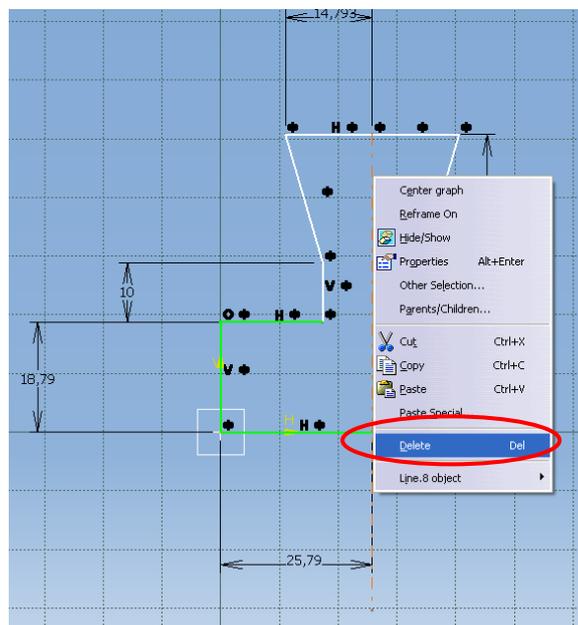


Figura 3.200 Línea de eje seleccionada y el botón delete.

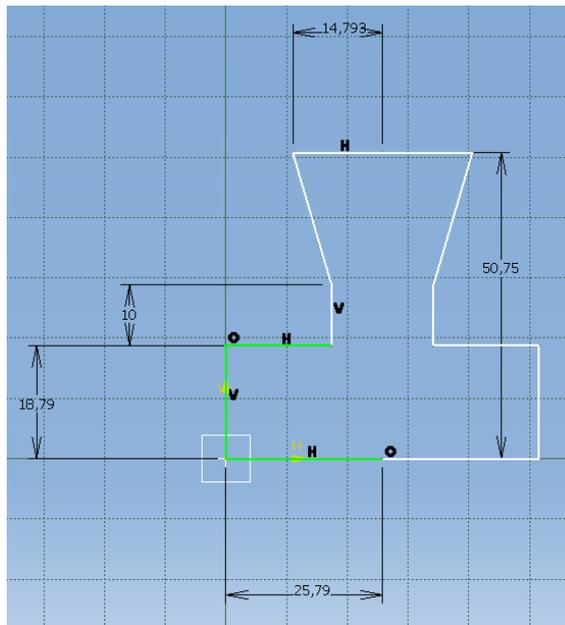


Figura 3.201 Perfil sin la línea de eje.

- Se da **CBIM** en el icono **Exit Workbench**  para entrar al escenario 3D (**PART DESIGN**). En la Figura 3.202 se muestra el escenario 3D.

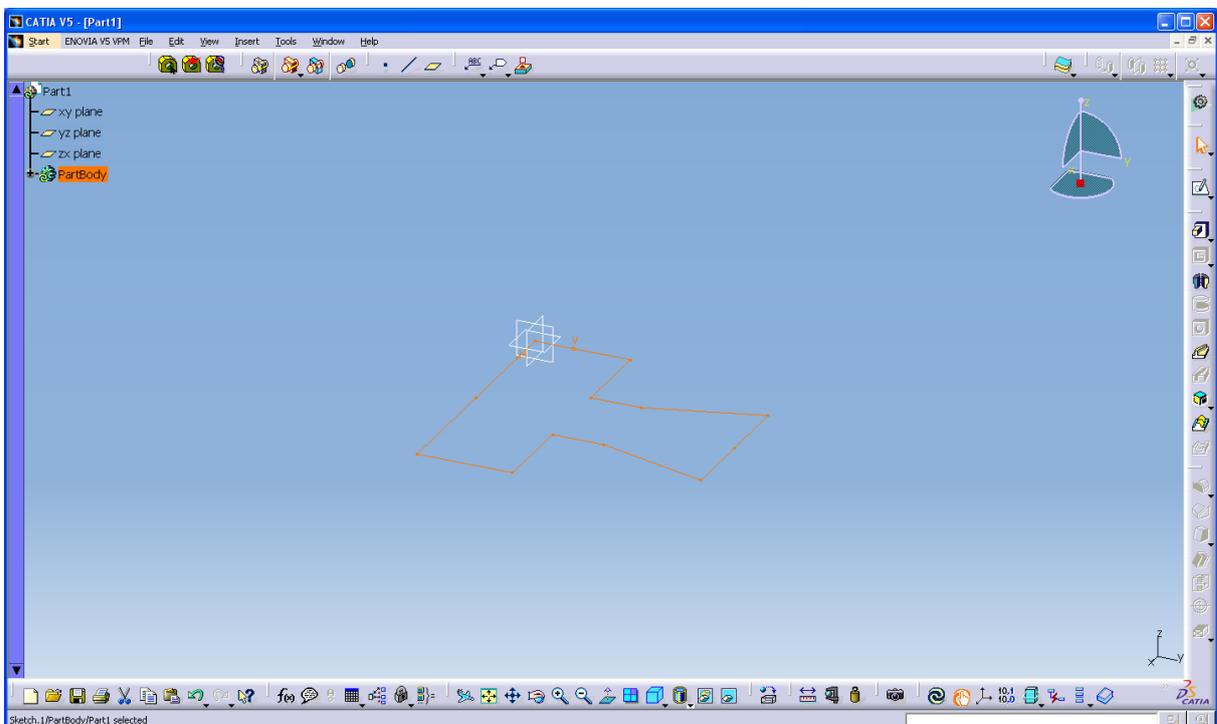


Figura 3.202 Escenario 3D **PART DESIGN**.

- Se da **CBIM** en el icono Shaft , se genera el cuadro de diálogo *Shaft Definition*, se da **CBIM** en la línea de base del perfil y se da **CBIM** en el botón OK. En las Figuras 3.203, 3.204 y 3.205 se muestra la explicación anterior.

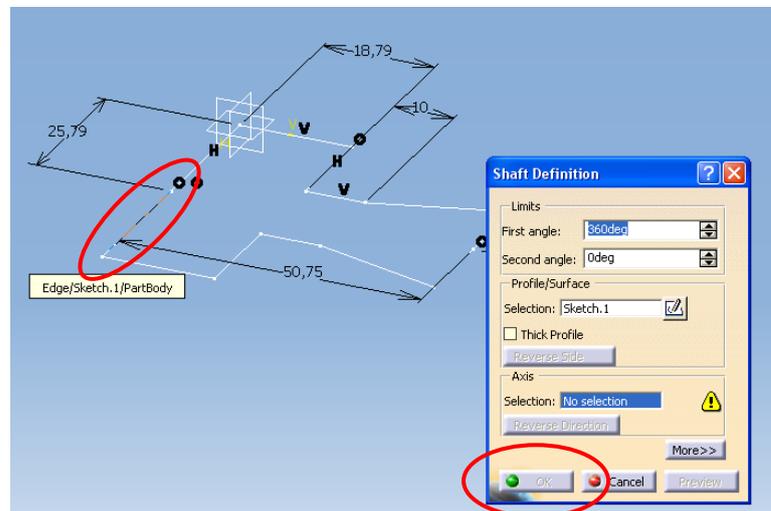


Figura 3.203 Línea de base seleccionada y el botón ok del cuadro de diálogo shaft definition.

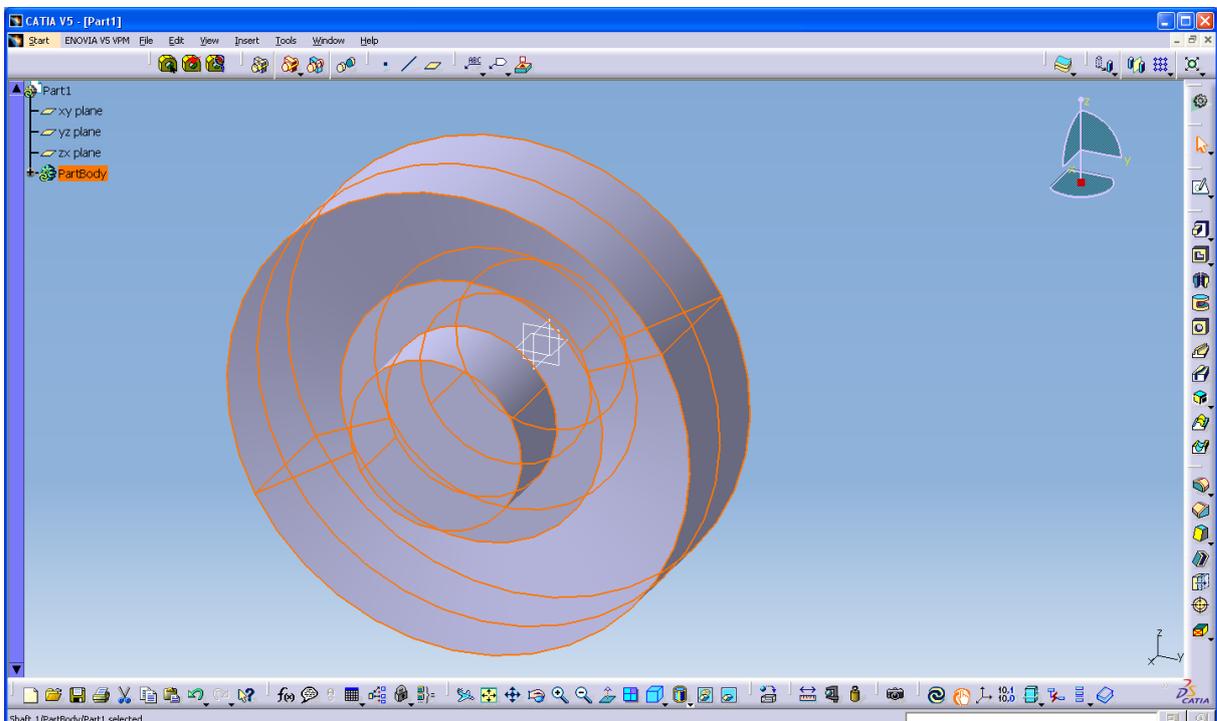


Figura 3.204 Pieza revolucionada.

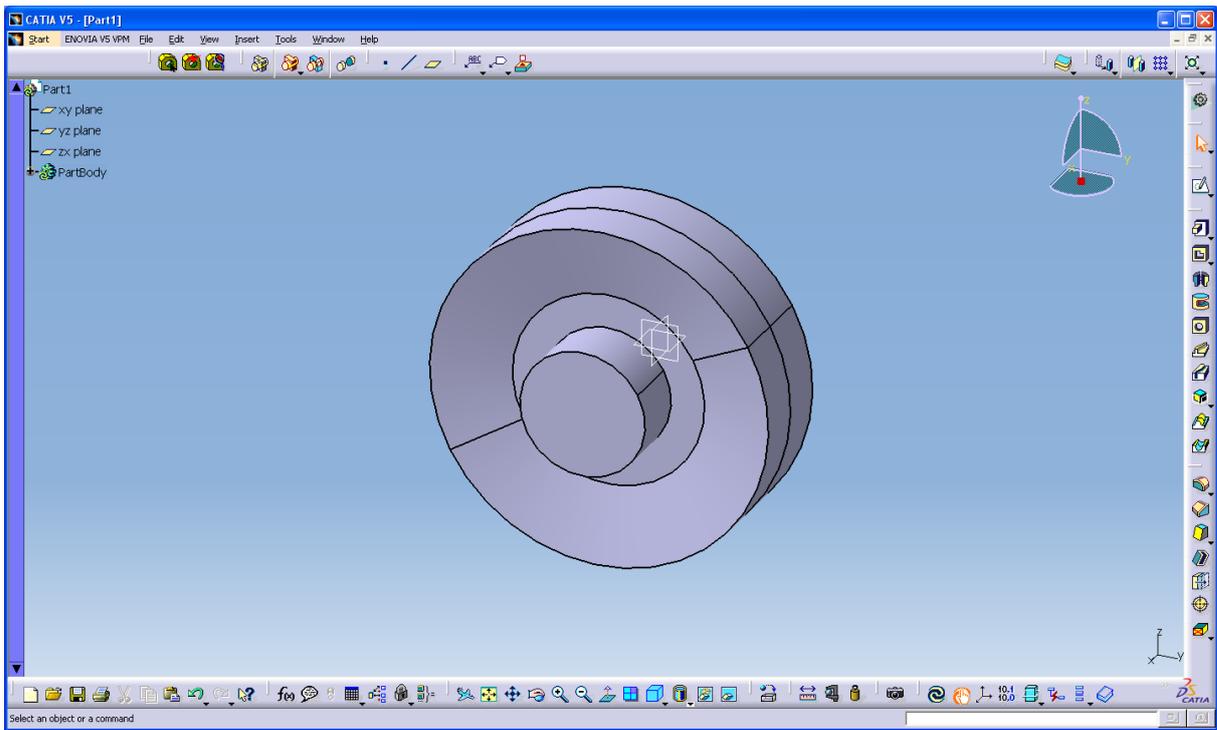


Figura 3.205 Prototipo de la polea terminada.

- Una vez que concluye el diseño se guarda, en el menú principal de el escenario 3D (**PART DESIGN**), se da **CBIM** en la opción **File**, se da **CBIM** en la opción **Save As....** En las Figuras 3.206 y 3.207 se muestran la opción file y save as respectivamente.



Figura 3.206 Opción file.

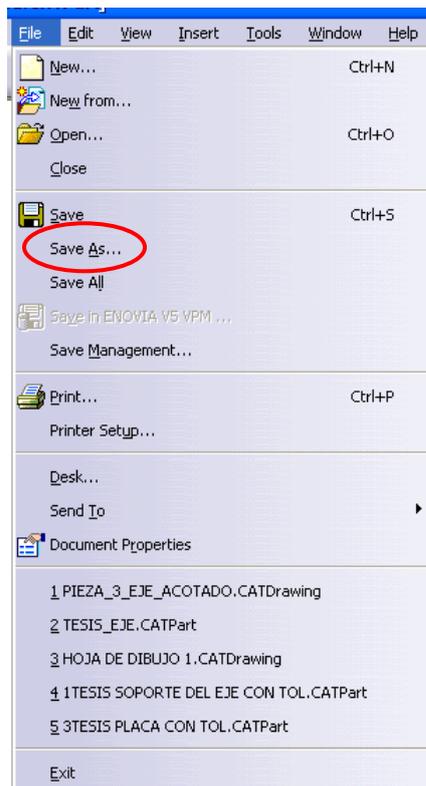


Figura 3.207 Opción save as.

- Esto genera que aparezca el cuadro de diálogo *Save As*, en el cual se elige el sitio donde se quiere guardar dicho archivo dando **CBIM** en la pestaña de la casilla Guardar En: (esto desplegará una serie de opciones de sitios para guardar el archivo) y después se da **CBIM** sobre la opción de preferencia, en la casilla Nombre: se escribe el nombre con el que será guardado el archivo. En las Figuras 3.208 y 3.209 se muestra la explicación antes mencionada.

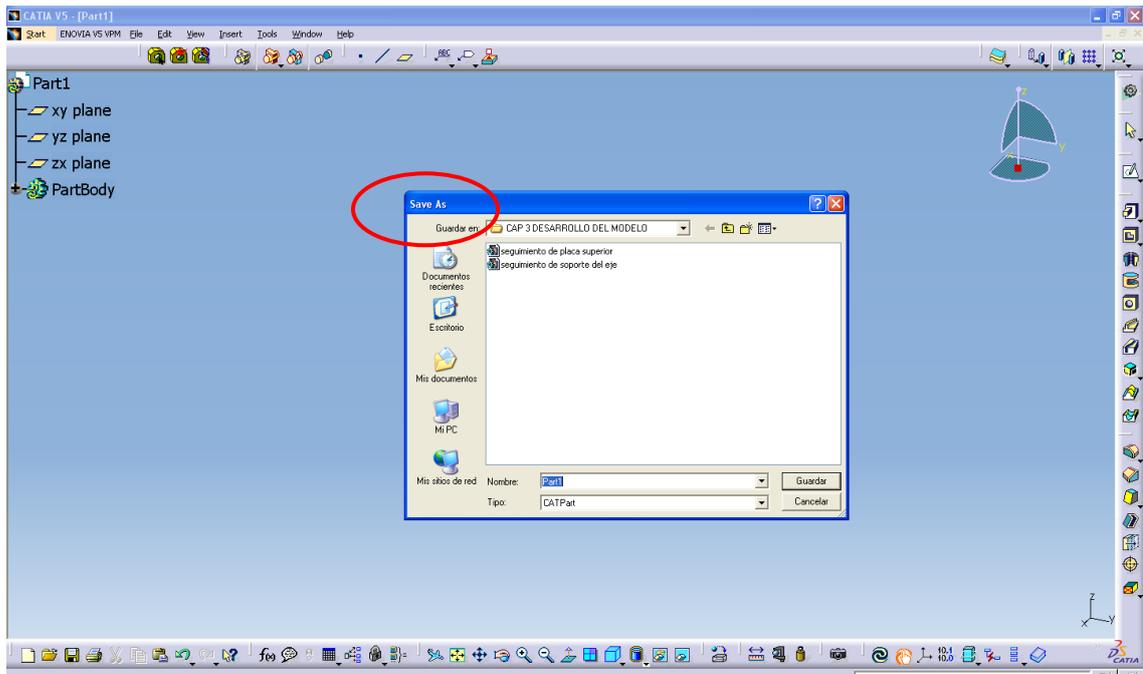


Figura 3.208 Cuadro de diálogo save as y la opción guardar en.

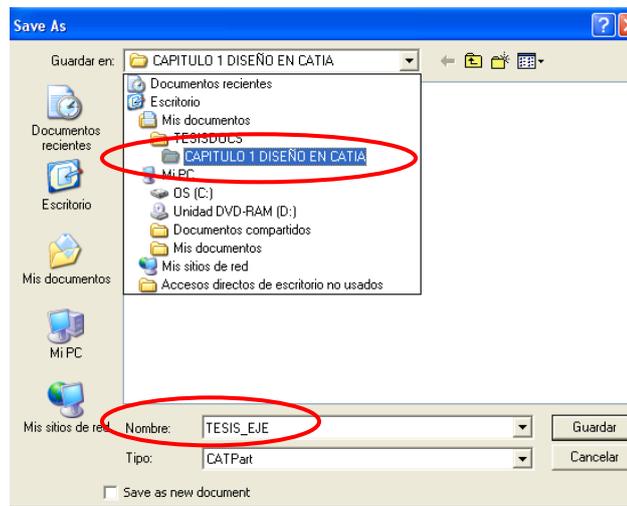


Figura 3.209 Sitios donde se puede guardar el archivo.

3.3.6 DIBUJO DE DETALLE DE LAS PIEZAS EN CATIA V5 MODULO “DRAFTING”

Una vez guardados los diseños se hace el detalle (dimensionamiento, vistas) de estos en el módulo **DRAFTING** de **CATIA V5 R18**.

Consideraciones:

- Se abre el programa **CATIA V5 R18** (como ya se mencionó anteriormente)
- Se necesita tener una pieza trabajando en el módulo **PART DESIGN**
- **PART DESIGN:** En caso de tener la pieza guardada, abrir el archivo, se da **CBIM** en la opción **File** del menú principal de la barra de herramientas, se da **CBIM** en la opción **Open**, esto genera el cuadro de diálogo **File Selection**, se da **CBIM** en la pestaña de la casilla **Buscar en:** y se localiza el archivo, una vez localizado el archivo se da **CBIM** en el nombre del mismo y se da **CBIM** en el botón **ABRIR**, esto genera que se abra el archivo en el modulo **PART DESIGN**. En las Figuras 3.210, 3.211 y 3.212 se muestra la explicación anterior.

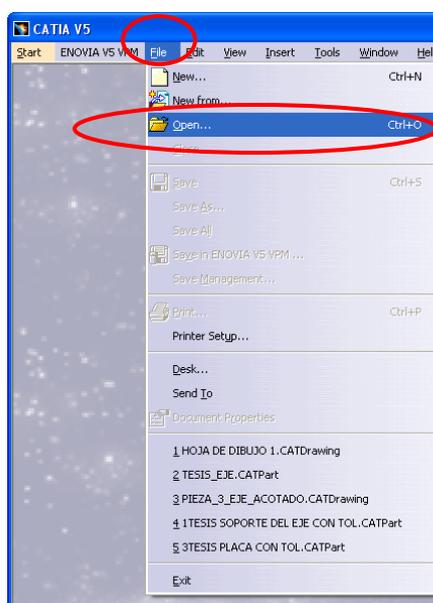


Figura 3.210 Opción file y open.

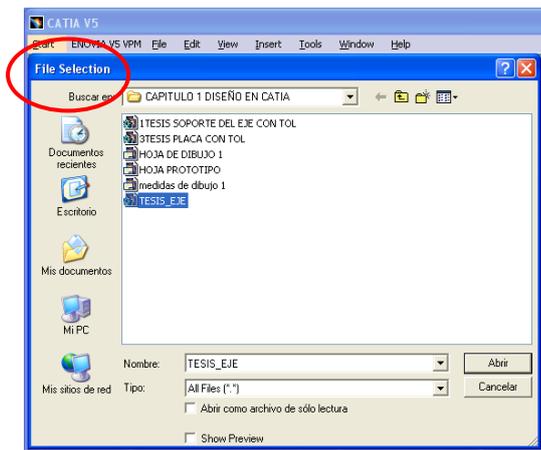


Figura 3.211 Cuadro de diálogo file selection.

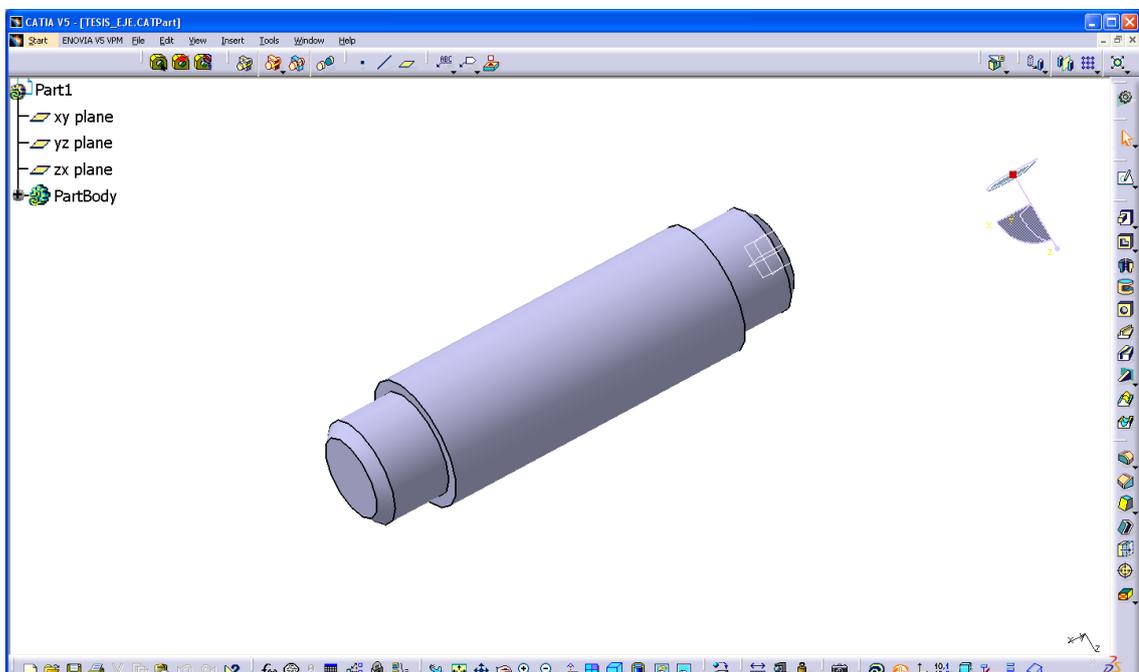


Figura 3.212 Archivo abierto.

- DRAFTING:** En **CATIA V5 R18** en el módulo **DRAFTING** ya vienen predefinidos los marcos, cuadros y pies de página para realizar el detalle de las piezas, en este caso ya se cuenta con uno personalizado con el que se va a trabajar, para abrirlo se da **CBIM** en la opción **F**ile del menú principal de la barra de herramientas, se da **CBIM** en la opción **O**pen, esto genera el cuadro de diálogo **File Selection**, se da **CBIM** en la pestaña de la casilla **B**uscar en: y se localiza el archivo, una vez localizado el archivo se da **CBIM** en el nombre del mismo y se da **CBIM** en el botón **A**BRIR, esto genera que se abra el archivo en el módulo **DRAFTING**. En las Figuras 3.213, 3.214 y 3.215 se muestra la explicación antes mencionada

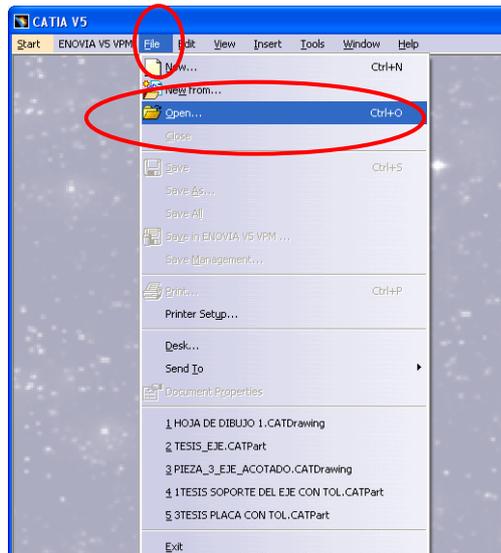


Figura 3.213 Opción file y open.

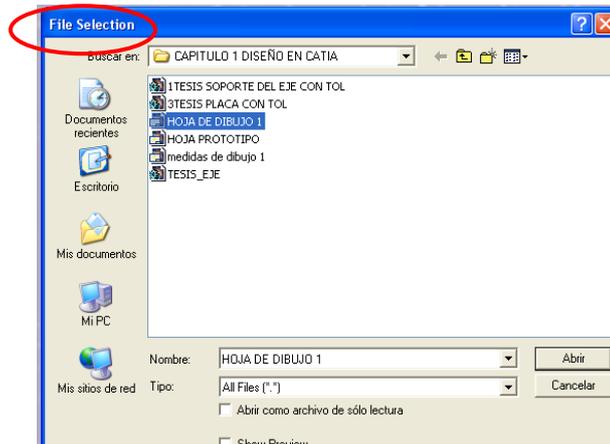


Figura 3.214 Cuadro de diálogo file selection.

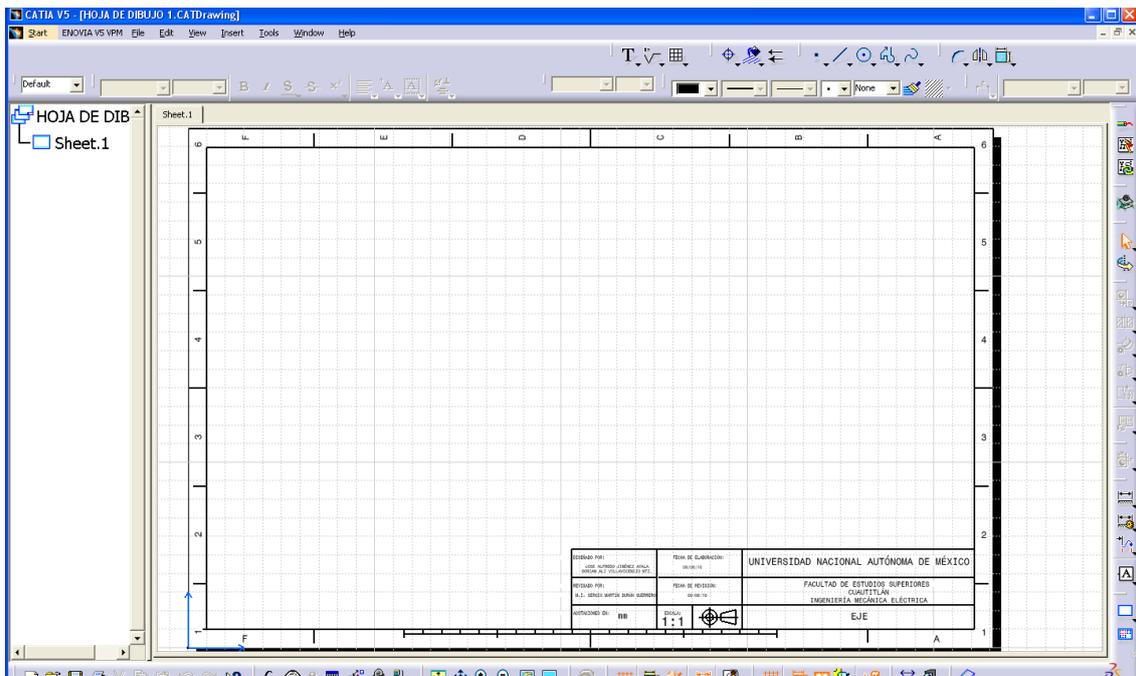


Figura 3.215 Archivo abierto.

- En caso de requerir un marco predefinido del programa las instrucciones son las siguientes, estar en el módulo **PART DESIGN** con la pieza a detallar, se da **CBIM** en la opción **Start** del menú principal de la barra de herramientas, se da **CBIM** en la opción **Drafting** (o dar **CBIM** en la opción **Mechanical Design** y después dar **CBIM** en la opción **Drafting**), esto genera el cuadro de diálogo *New Drawing Creation* donde se da **CBIM** en la opción **Empty Sheet**, se da **CBIM** en el botón **MODIFY** (en el botón **MODIFY** tenemos las opciones para elegir el tamaño de la hoja, en este trabajo se eligió una hoja tipo ANSI B y el sistema americano), se da **CBIM** en el botón **LANDSCAPE** y se da **CBIM** en el botón **OK**, y se vuelve a dar **CBIM** en el botón **OK**. Esto nos lleva al escenario de dibujo **DRAFTING**, se da **CBIM** en la opción **Edit** del menú principal de la barra de herramientas, se da **CBIM** en la opción **Sheet Background**, se da **CBIM** en el icono **Frame and Title Block** , se genera el cuadro de diálogo *Manage Frame and Title Block*, se elige una opción de la casilla Style of Title Block:, se da **CBIM** en el botón **APPLY** y se da **CBIM** en el botón **OK**. En las Figuras 3.216, 3.217, 3.218, 3.219, 3.220, 3.221, 3.222, 3.223 y 3.224 se muestra la explicación antes mencionada.

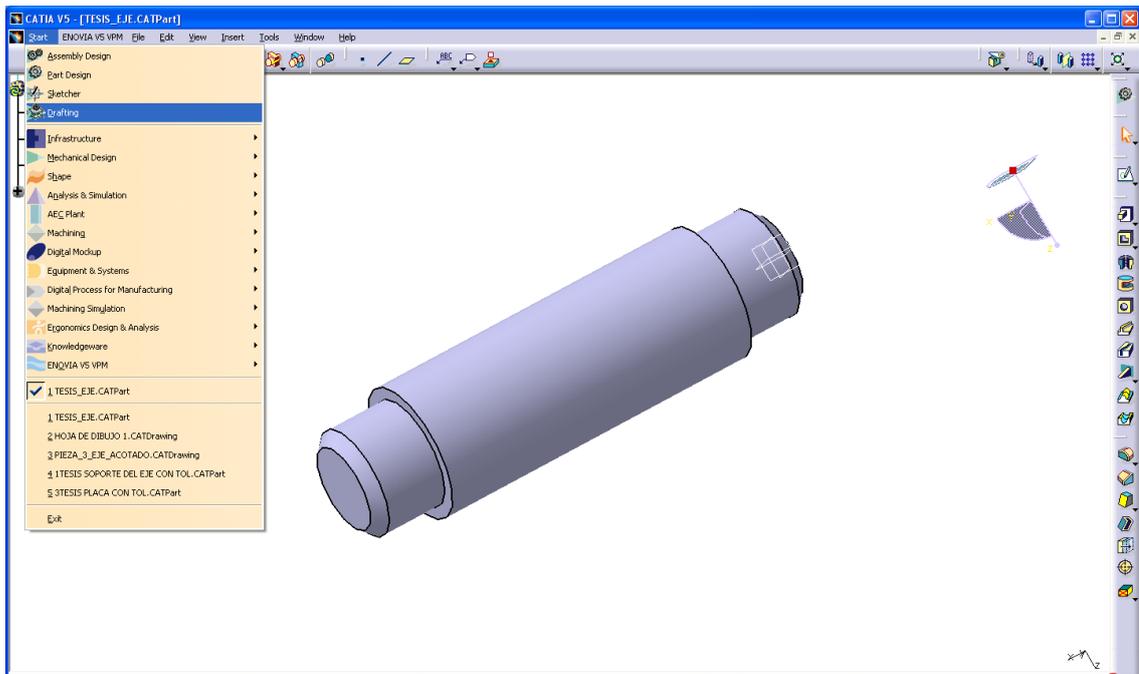


Figura 3.216 Opción start y **DRAFTING**.

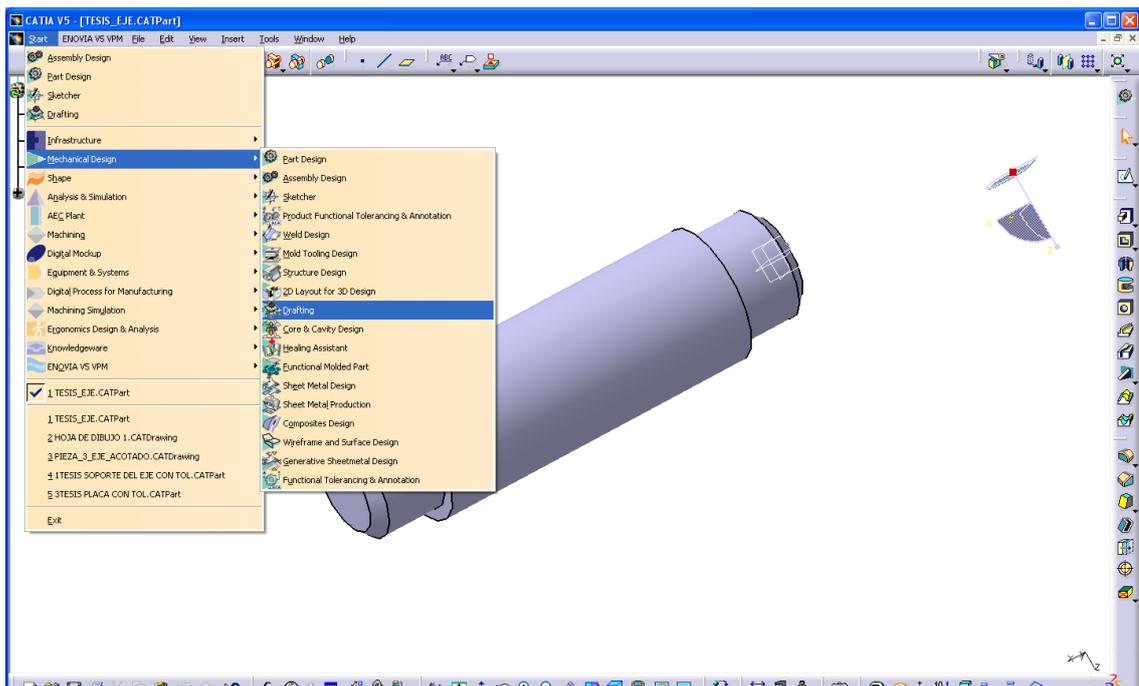


Figura 3.217 Opción start, mechanical design y **DRAFTING**.

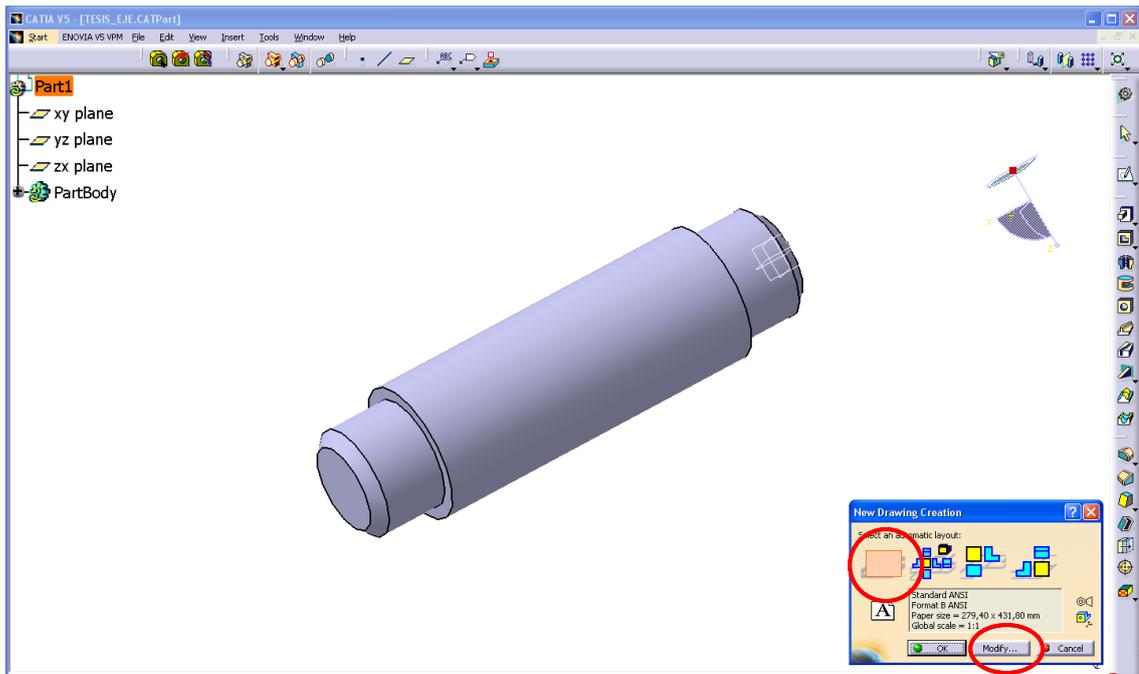


Figura 3.218 Cuadro de diálogo new drawing creation, la opción empty sheet y modify.

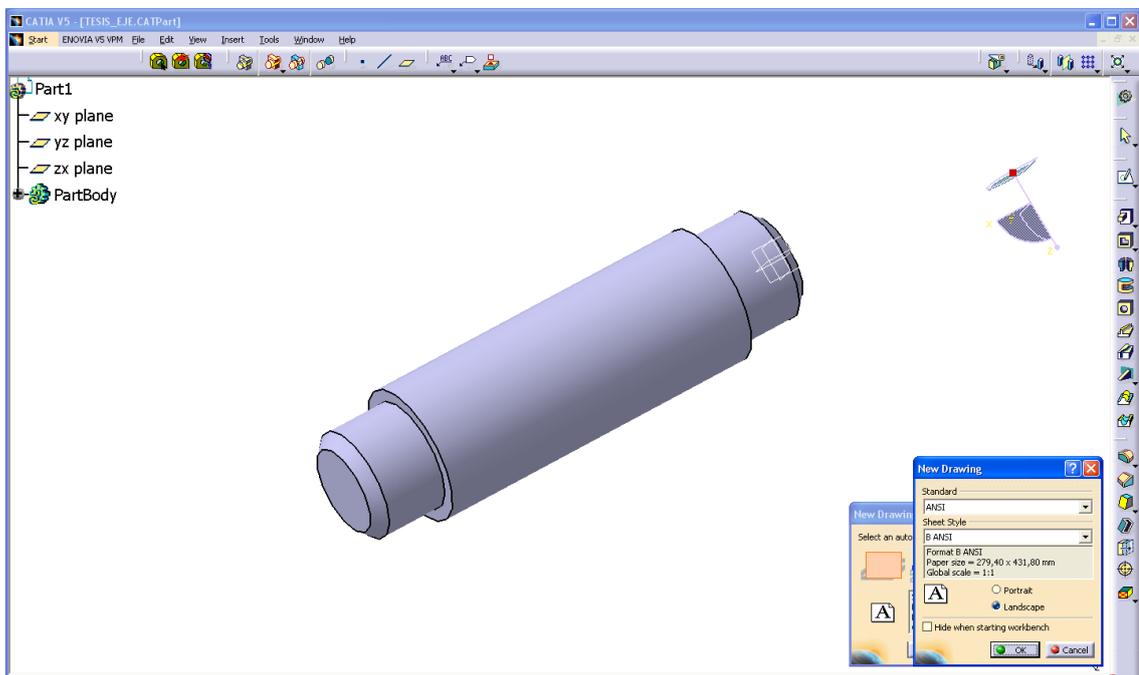


Figura 3.219 Tipo de hoja “B ANSI” y la opción landscape.

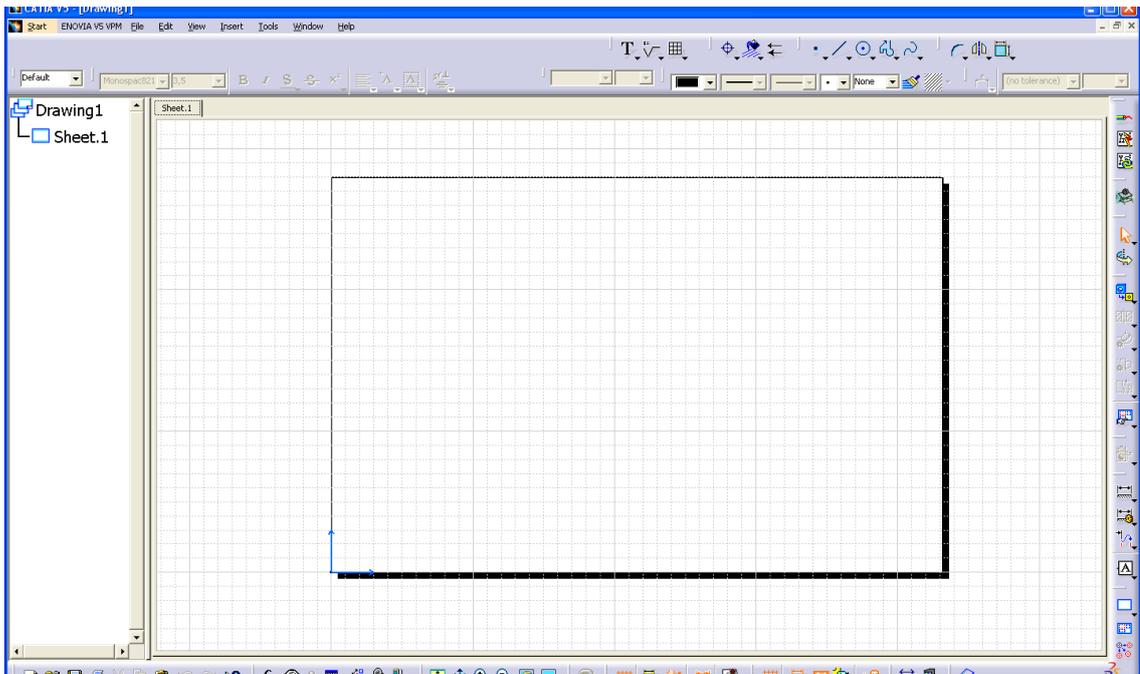


Figura 3.220 Hoja de trabajo B ANSI.

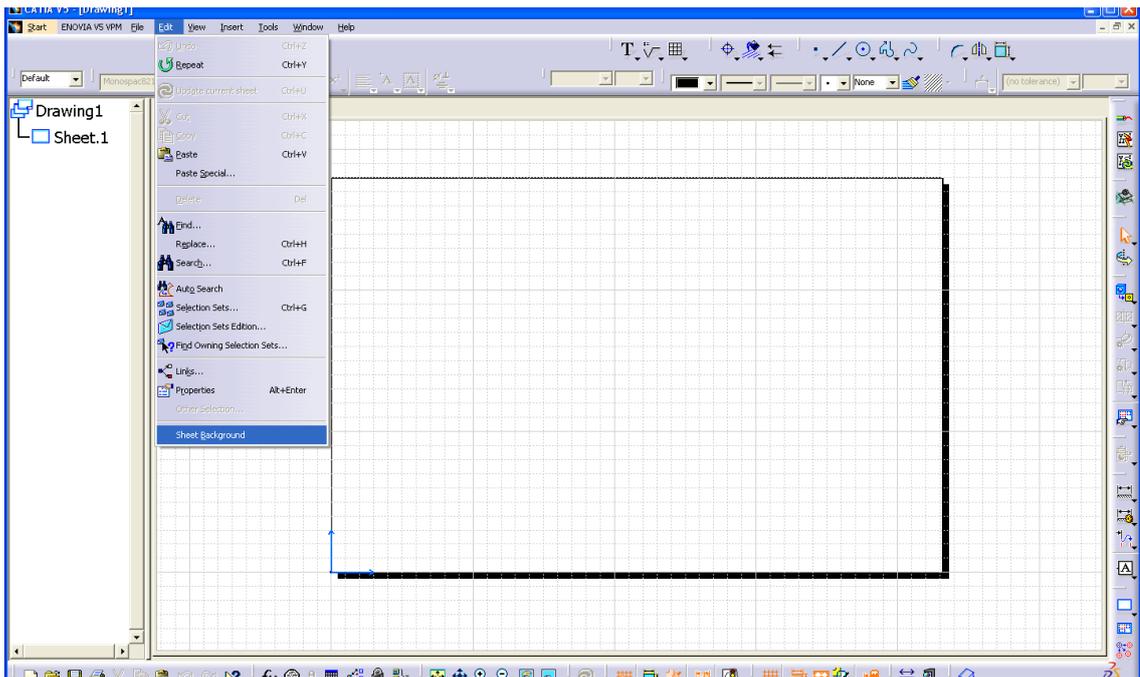


Figura 3.221 Opción edit y la opción sheet background.

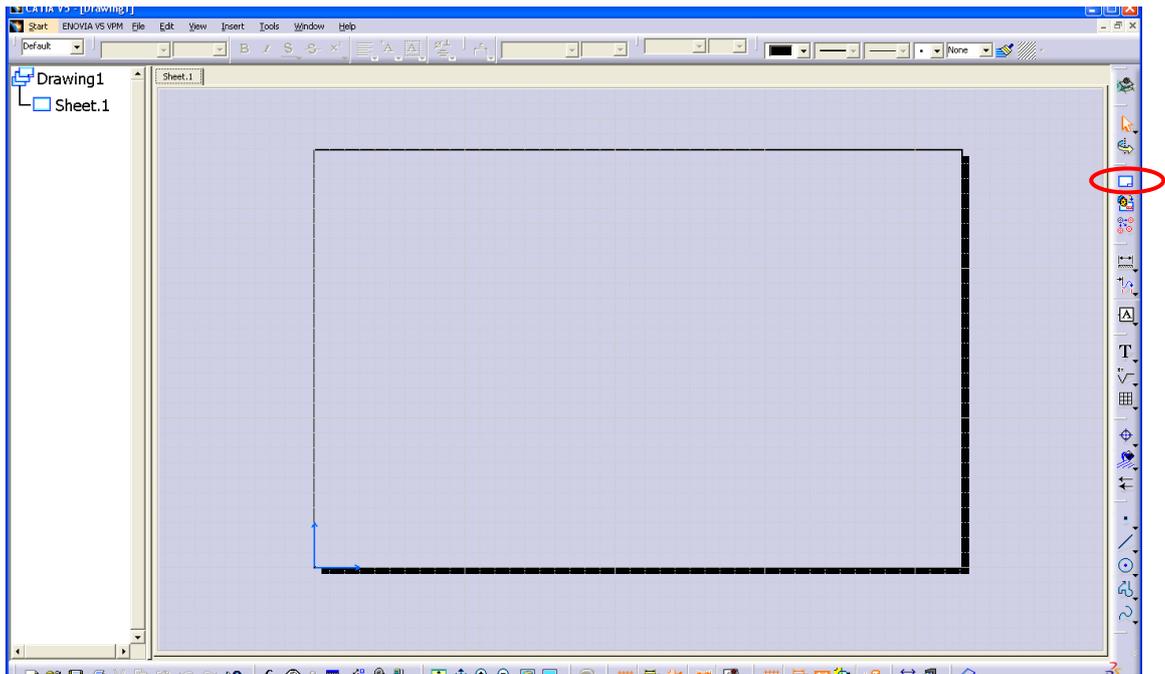


Figura 3.222 Icono frame and title block.

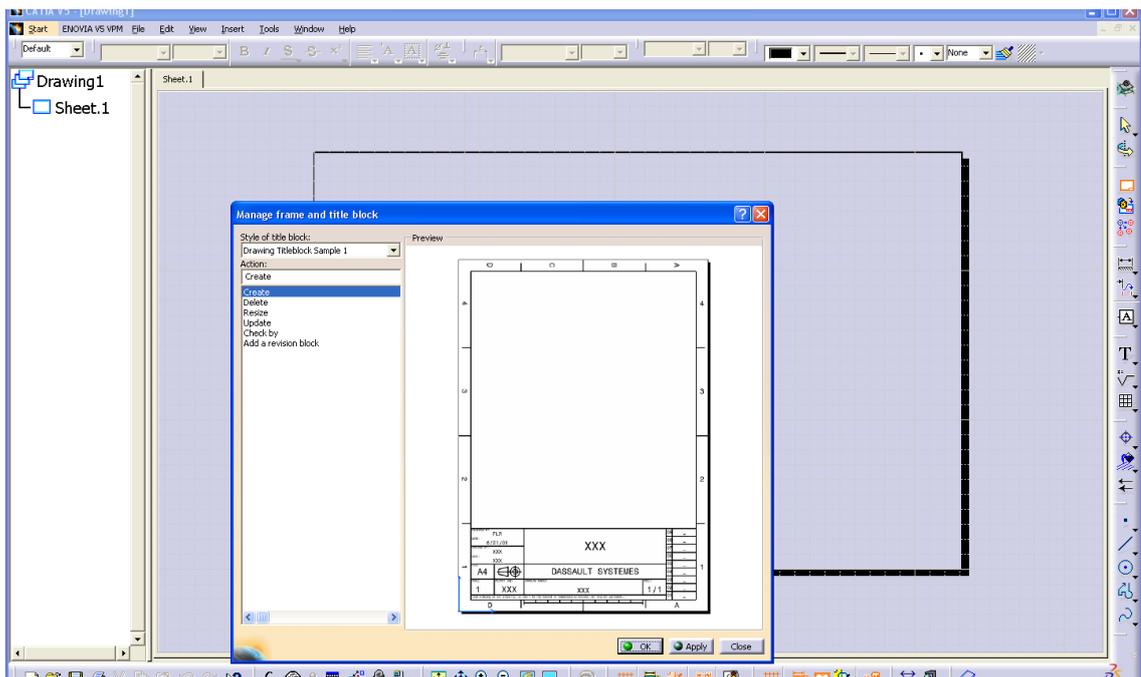


Figura 3.223 Cuadro de diálogo manage frame and title block.

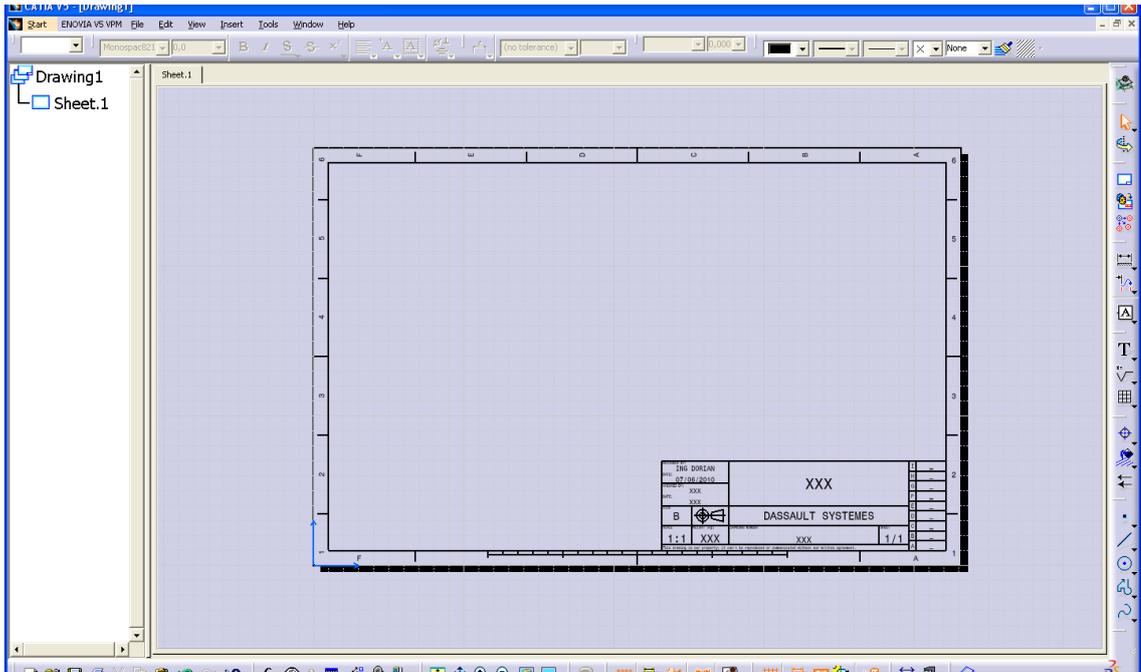


Figura 3.224 Hoja de dibujo.

- Una vez que se tiene el marco se da **CBIM** en la opción **Edit** del menú principal de la barra de herramientas, se da **CBIM** en la opción **Working Views**, en ese momento se esta listo para detallar la pieza (se tiene que estar conciente de que se estará trabajando con dos ventanas casi simultáneamente, una en el **PART DESIGN** con la pieza a detallar y la otra en el **DRAFTING** haciendo las vistas y dimensionando las piezas). En las Figuras 3.225 y 3.226 se muestra la explicación antes mencionada.

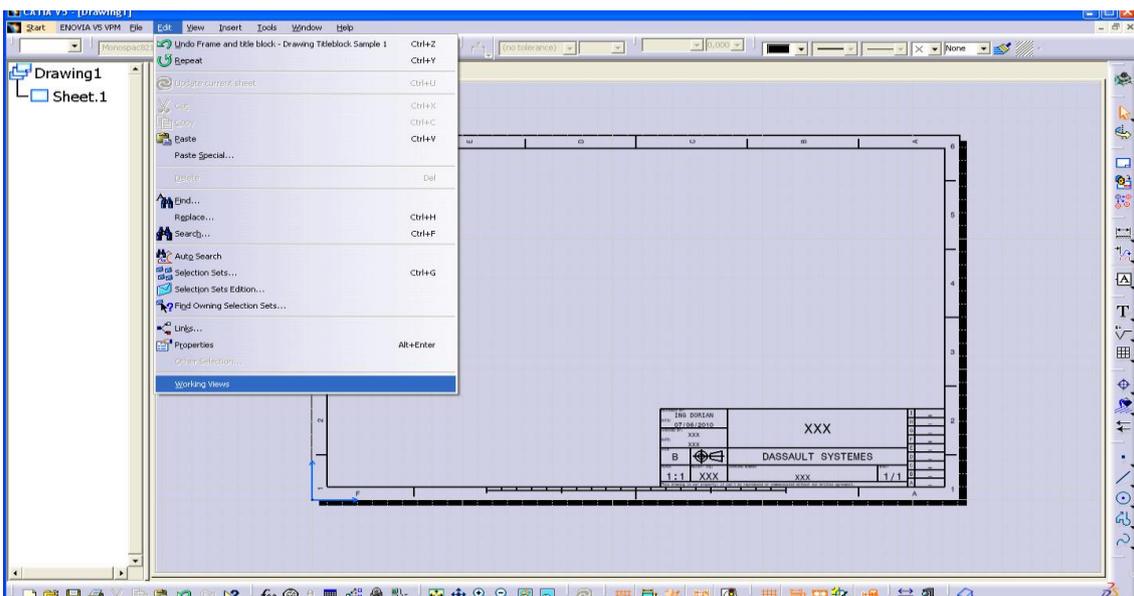


Figura 3.225 Opción edit y working views.

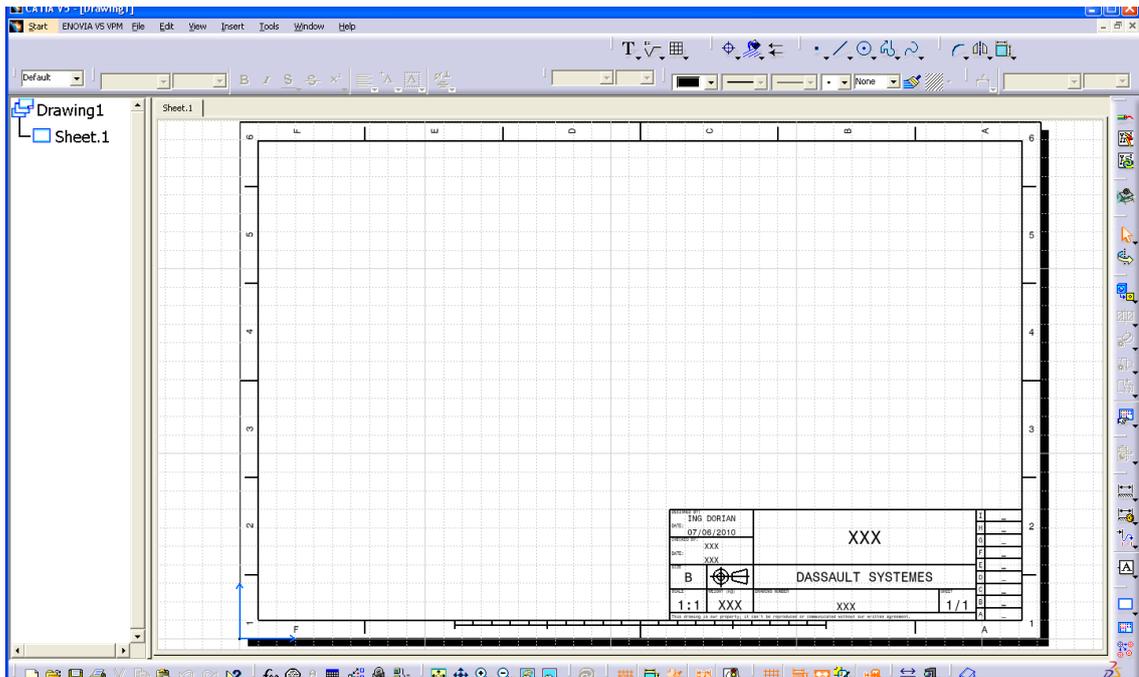


Figura 3.226 Hoja de dibujo lista para trabajar en ella.

3.3.7 DIBUJO DE LAS VISTAS EN CATIA V5

- Para empezar a dibujar las vistas es necesario contar con la pieza a detallar en el módulo **PART DESIGN** y con el marco de la hoja de trabajo en el módulo **DRAFTING** (cuando se esta trabajando en **PART DESIGN** se minimiza la ventana **DRAFTING** y viceversa) para que no pase esto (estando en la ventana del módulo **DRAFTING**) se da **CBIM** en la opción **Window**, se da **CBIM** en la opción **Tile Vertically** (esto hace que las dos ventanas se muestren en una misma pantalla facilitando el dibujo de las vistas). En las Figuras 3.227, 3.228 y 3.229 se muestra la explicación antes mencionada.



Figura 3.227 Opción Windows.

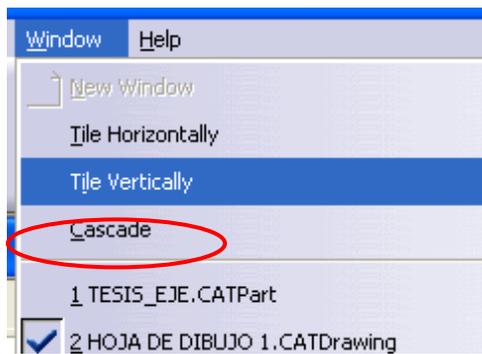


Figura 3.228 Opción tile vertically.

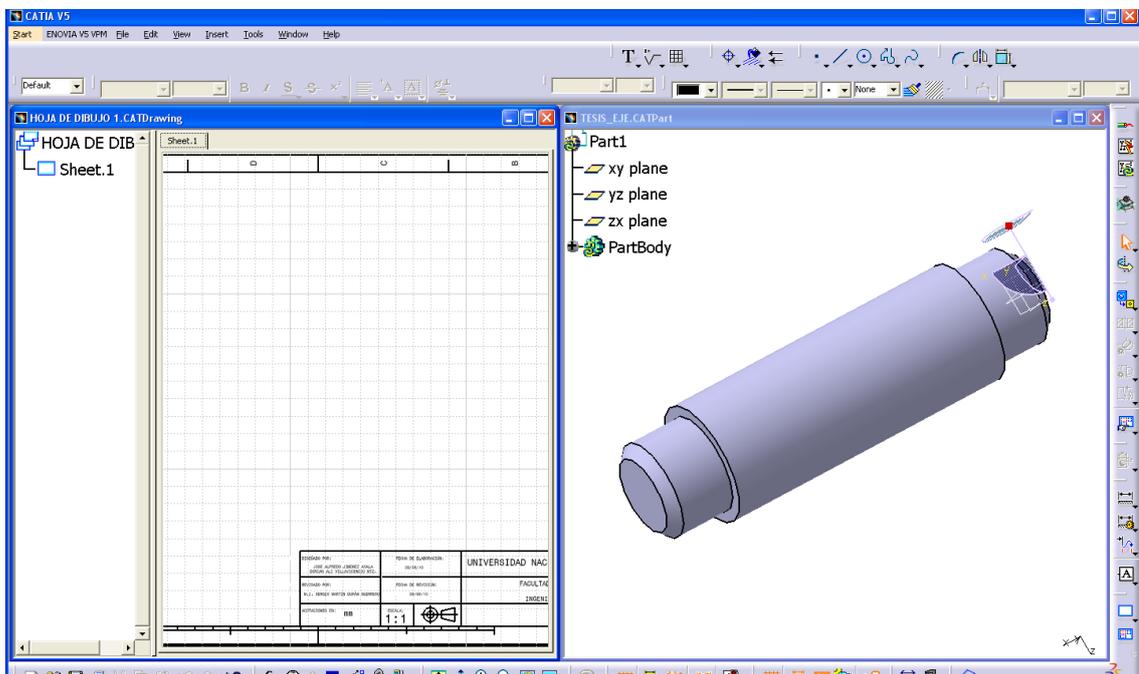


Figura 3.229 Ventanas de drafting y part design de manera simultánea.

- Se da **CBIM** en el icono **Front View**  y se da **CBIM** en el plano **XY** del árbol (en la ventana del **PART DESIGN**) y automáticamente se genera la figura en la ventana de **DRAFTING**. En la Figura 3.230 se muestra el botón front view y la vista frontal.

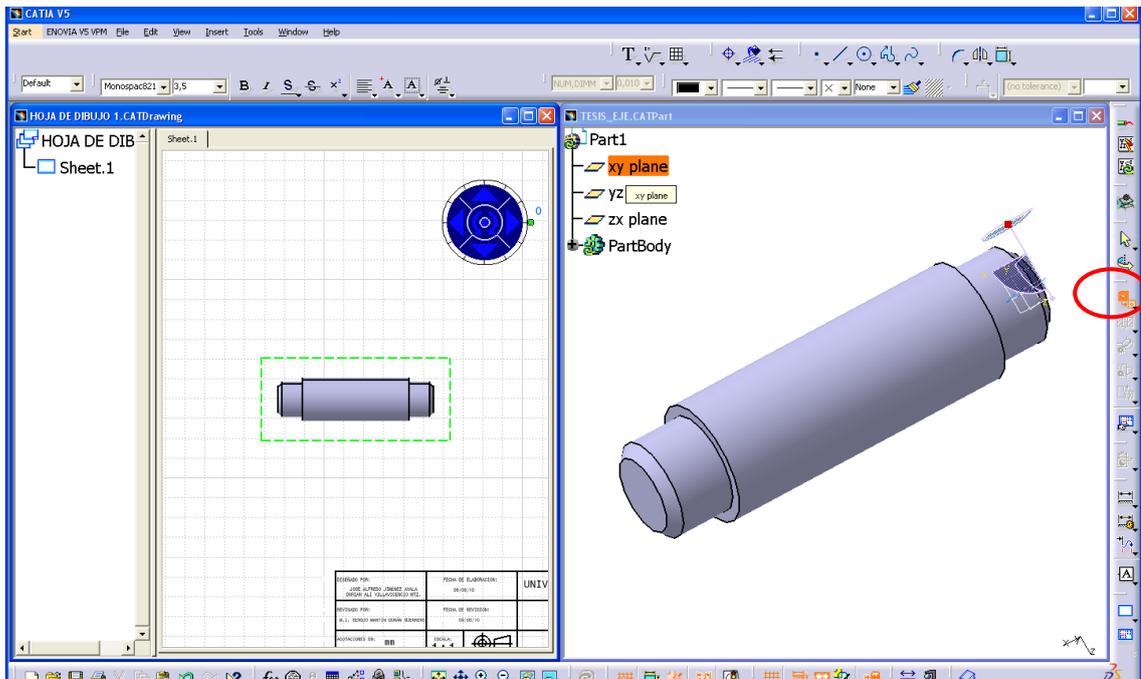


Figura 3.230 Icono front view y la vista frontal del dibujo en la ventana de drafting.

- Si se da **CBIM** (sin dejar de apretar el botón, sobre la línea punteada verde que encierra la vista), para poder mover dicha figura adonde se requiera, en este caso se ubicará hacia la izquierda de la hoja (con el control azul se puede rotar y girar la figura en la dirección que indica las flechas). En la Figura 3.231 se muestra el desplazamiento.

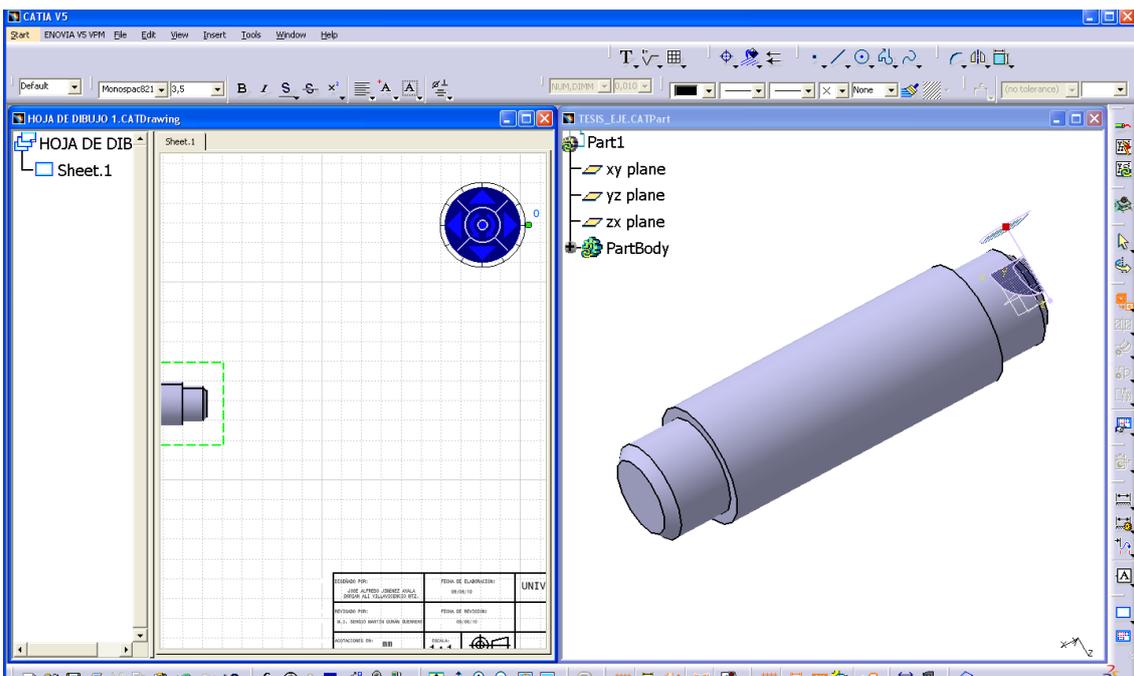


Figura 3.231 Desplazamiento de la vista frontal hacia la izquierda.

- Cuando la figura esta en el lugar requerido se da **CBIM** en un punto afuera del cuadro que encierra la figura. En la Figura 3.232 se muestra la vista frontal fija.

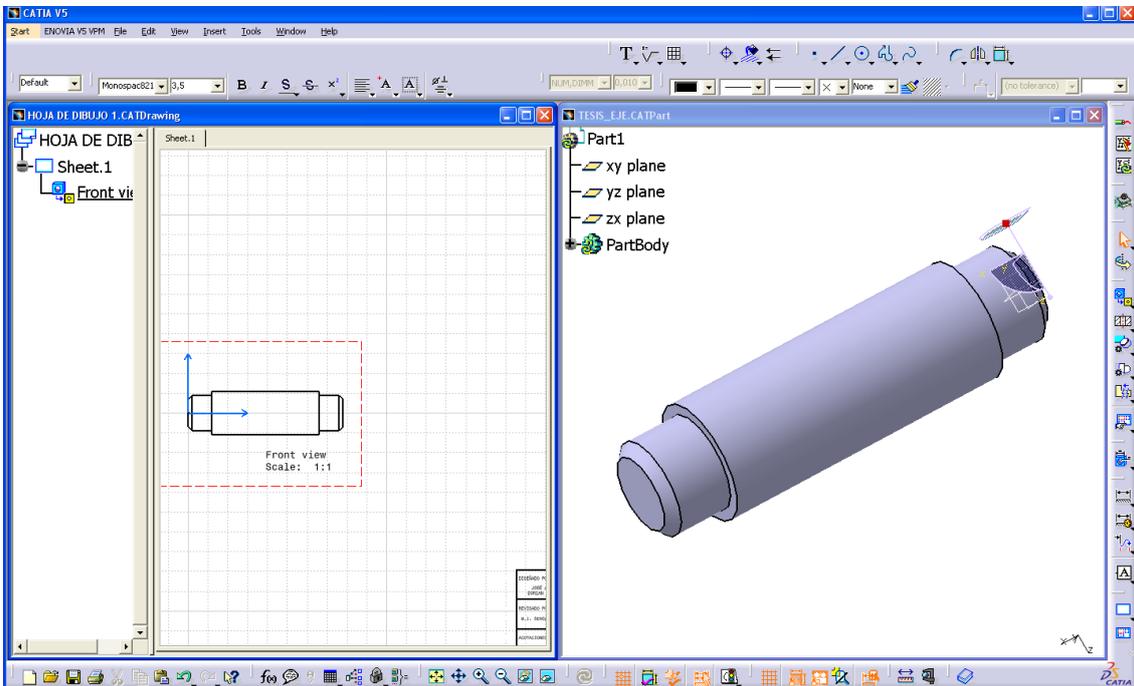


Figura 3.232 Vista frontal fija en la hoja de trabajo.

- Ahora se hace la vista lateral derecha, se da **CBIM** en la flecha del

icono **Front View** , esto hace que se despliegue una serie de iconos, se da **CBIM** en el icono **Projection View**  en la Figura 3.233 se muestra el icono.

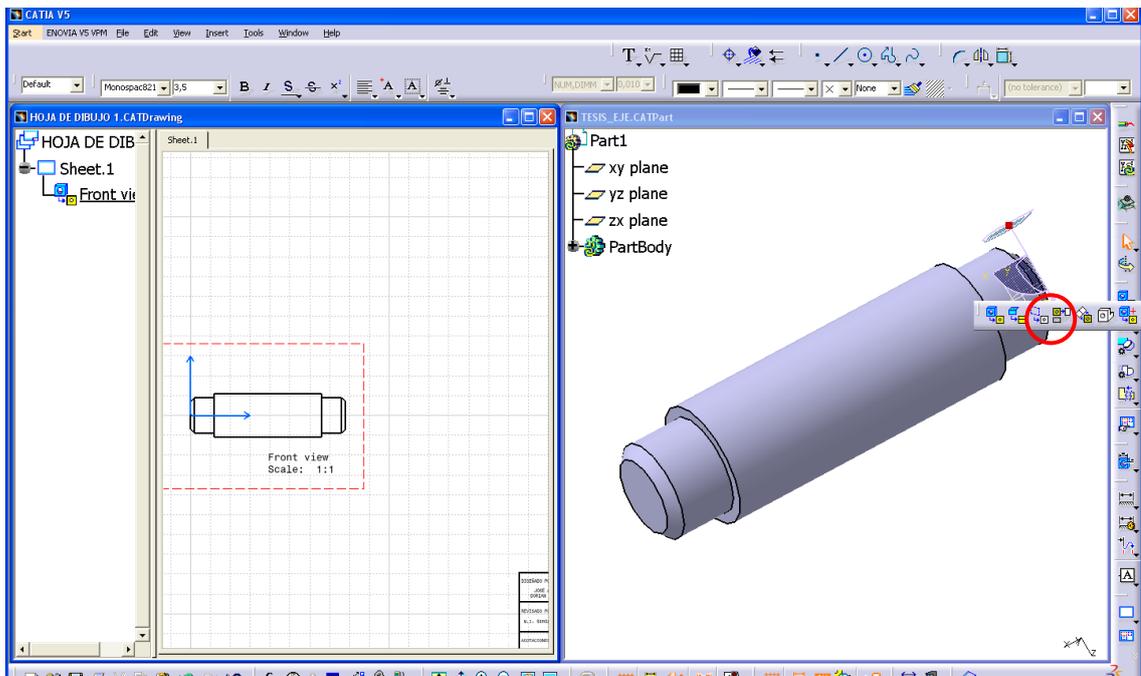


Figura 3.233 Icono projection view.

- Al momento de pasear el mouse por la ventana de **DRAFTING** se genera automáticamente la vista en el punto que se encuentra el Mouse, para fijar la vista se da **CBIM** en el punto donde se quiere (en este caso será una vista lateral derecha). En la Figura 3.234 se muestra la vista lateral de la pieza.

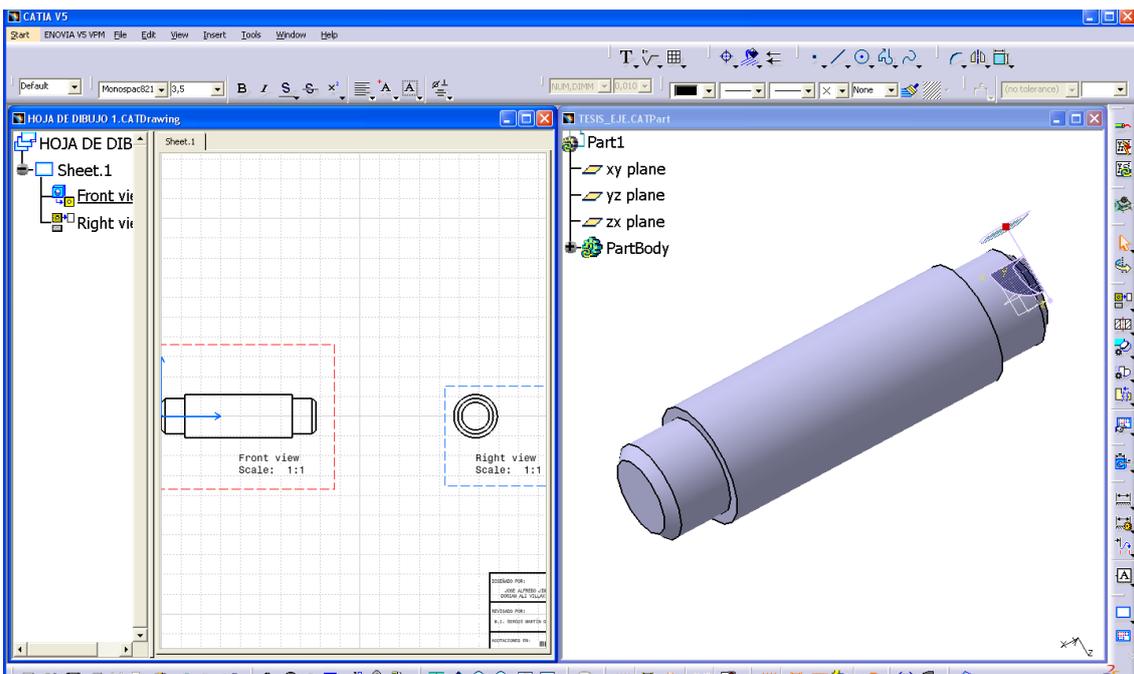


Figura 3.234 Vista lateral derecha de la figura en la ventana drafting.

- Ahora se hace la vista en isométrico, se da **CBIM** en el icono **Isometric View**  , en la Figura 3.235 se muestra el icono.

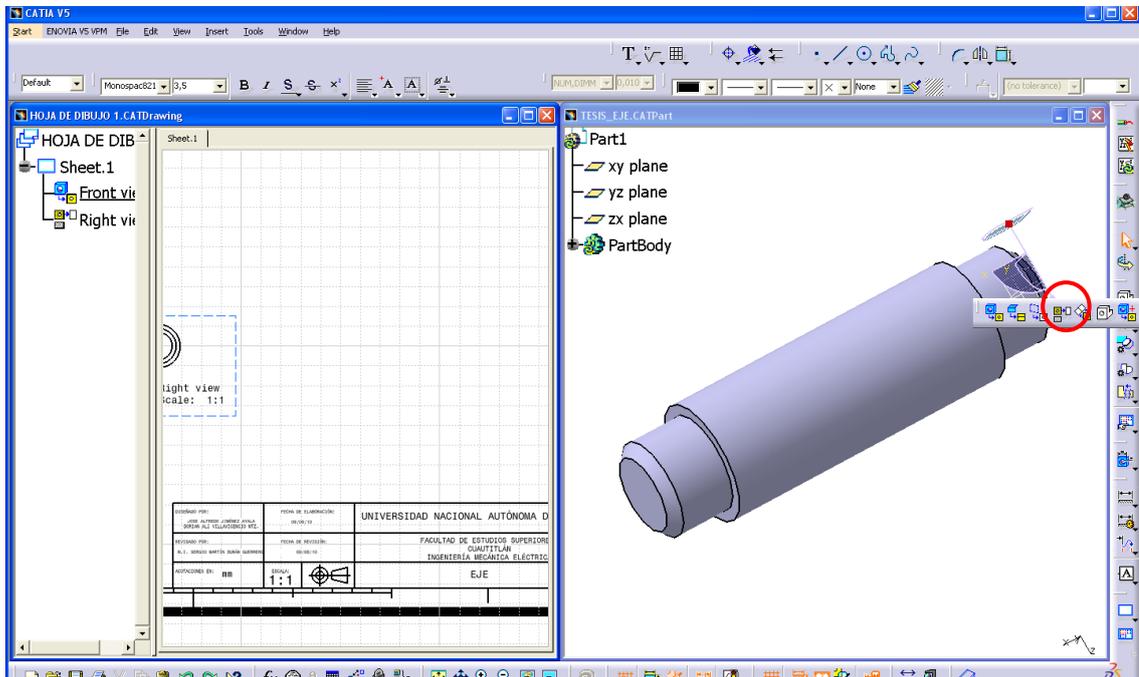


Fig. 3.235 Imagen que muestra el icono isometric view

- Se da **CBIM** sobre la figura del EJE en **PART DESIGN**, automáticamente se genera el isométrico en la ventana **DRAFTING**. En la Figura 3.236 se muestra la vista isométrica.

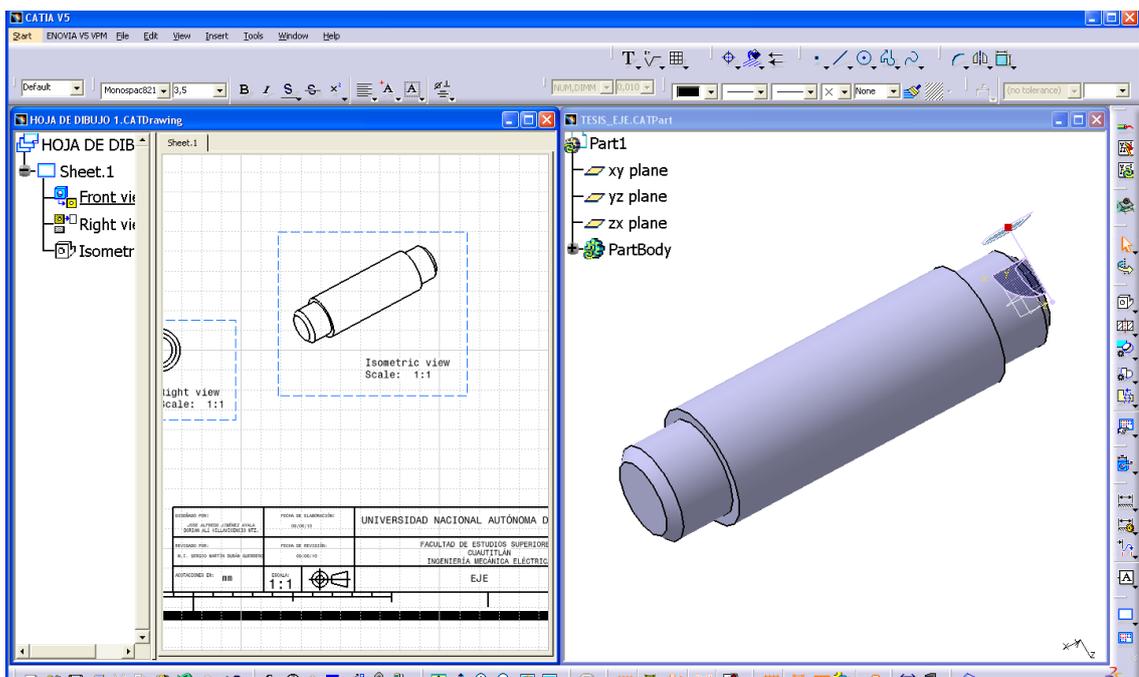


Figura 3.236 Vista isométrica del eje en la ventana drafting.

- Ahora se puede minimizar la ventana del **PART DESIGN** y maximizar la ventana del **DRAFTING**, para facilitar la acotación de las vistas. En las Figuras 3.237 y 3.238 se muestra la explicación antes mencionada.

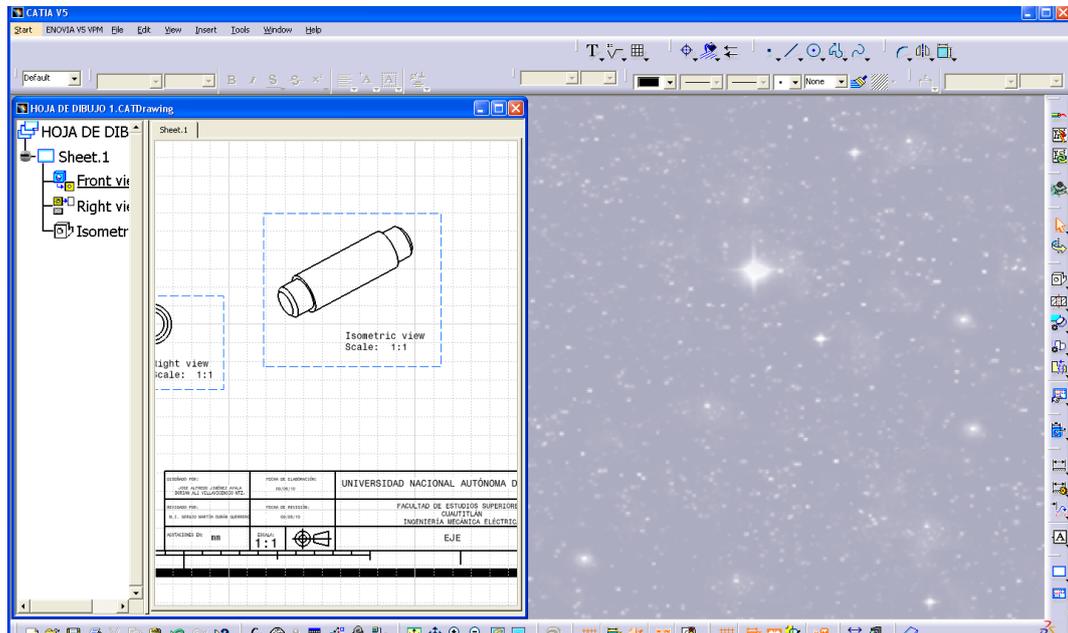


Figura 3.237 Minimizar la ventana part design.

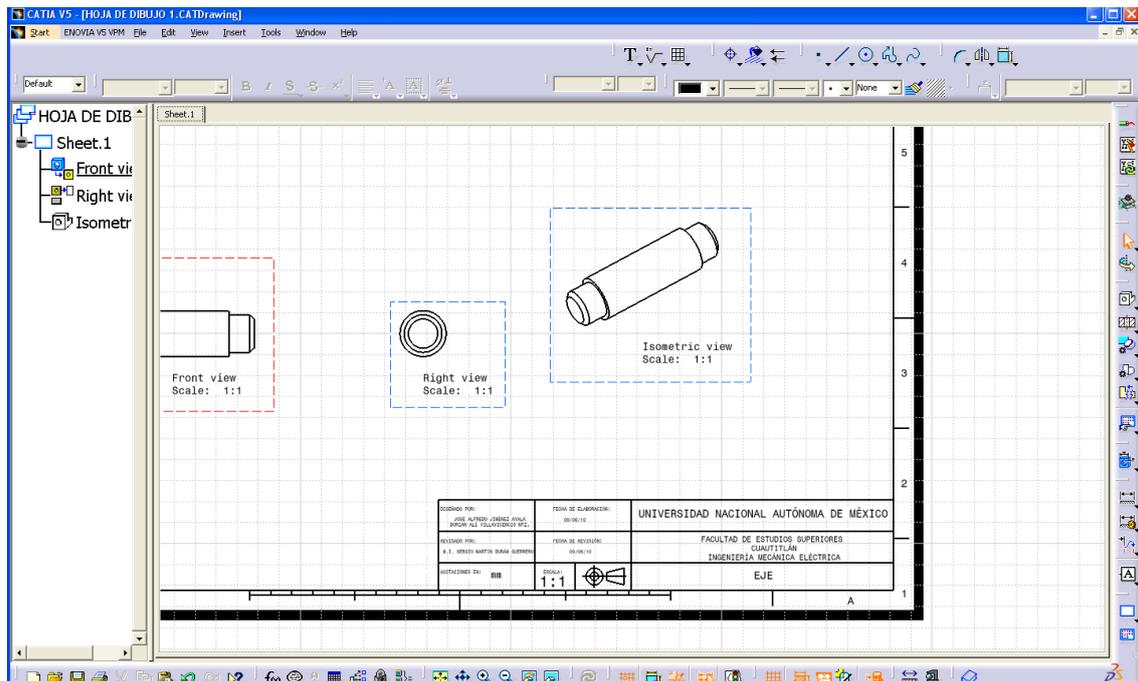


Figura 3.238 Ventana drafting maximizada

- Las vistas se pueden mover si se da **CBIM** sobre el marco punteado en el que se encuentran y se mantiene presionado el botón del mouse, se acomodan de manera que dejen espacio suficiente para acotarse. En la Figura 3.239 se muestran las vistas.

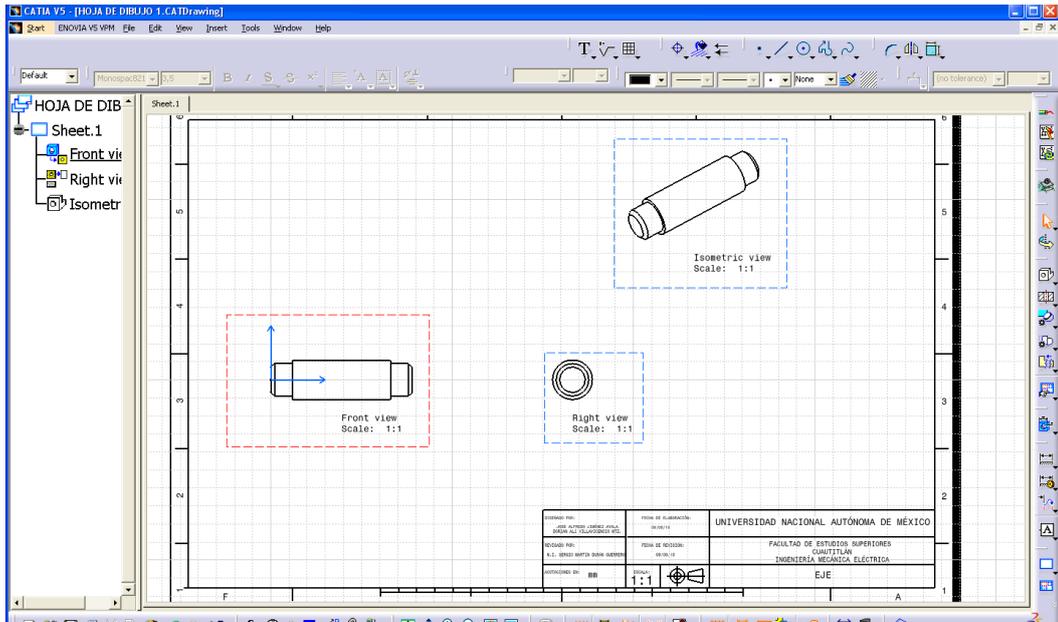


Figura 3.239 Vistas mejor distribuidas

- Se da **CBIM** en el icono **Dimensions**  y se acota la figura como se muestra en la Figura 3.239 (Es necesario dar **CBIM** en el icono **Dimensions**  cada vez que se quiera acotar una línea), la cota del chaflán se genera cuando se da **CBIM** en la flecha del icono **Dimensions**  esto despliega una serie de iconos, se da **CBIM** en el icono **Chamfer Dimensions** , se genera la barra de herramientas **Tools Palette** se da **CBIM** en el botón **LENGTH X ANGLE** y se da **CBIM** en la línea del chaflán. En la Figura 3.240 se muestra las cotas.

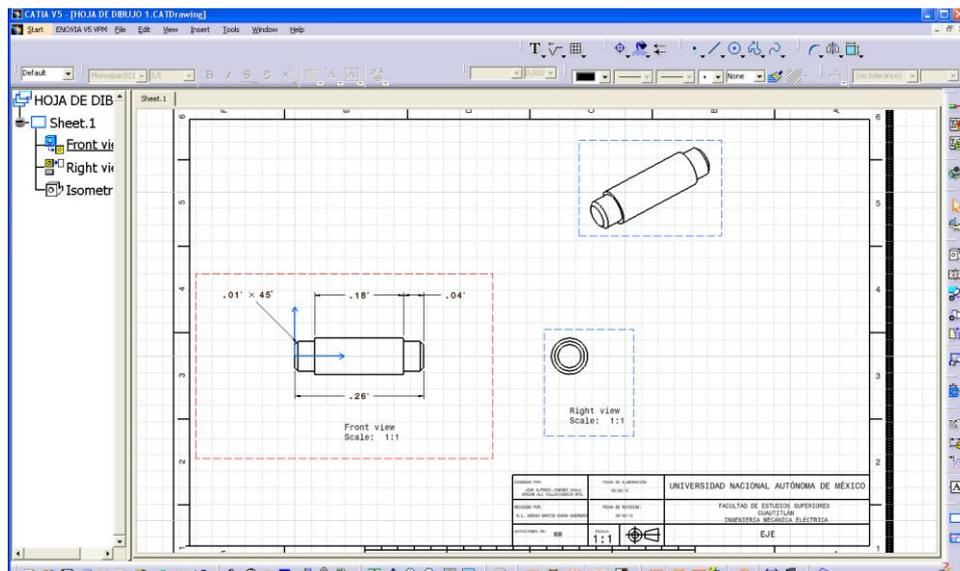


Figura 3.240 Cotas en pies, en la vista frontal.

- Se cambian las dimensiones a mm, se da **CBIM** + tecla CONTROL (sin soltar y seleccionando cada una de las cotas), se da **CBIM** en la flecha de la casilla Numerical Display Description, se da **CBIM** en la opción mm (milímetros). En las Figuras 3.241 y 3.242 se muestran las cotas que habrán de cambiar de pies a mm respectivamente.

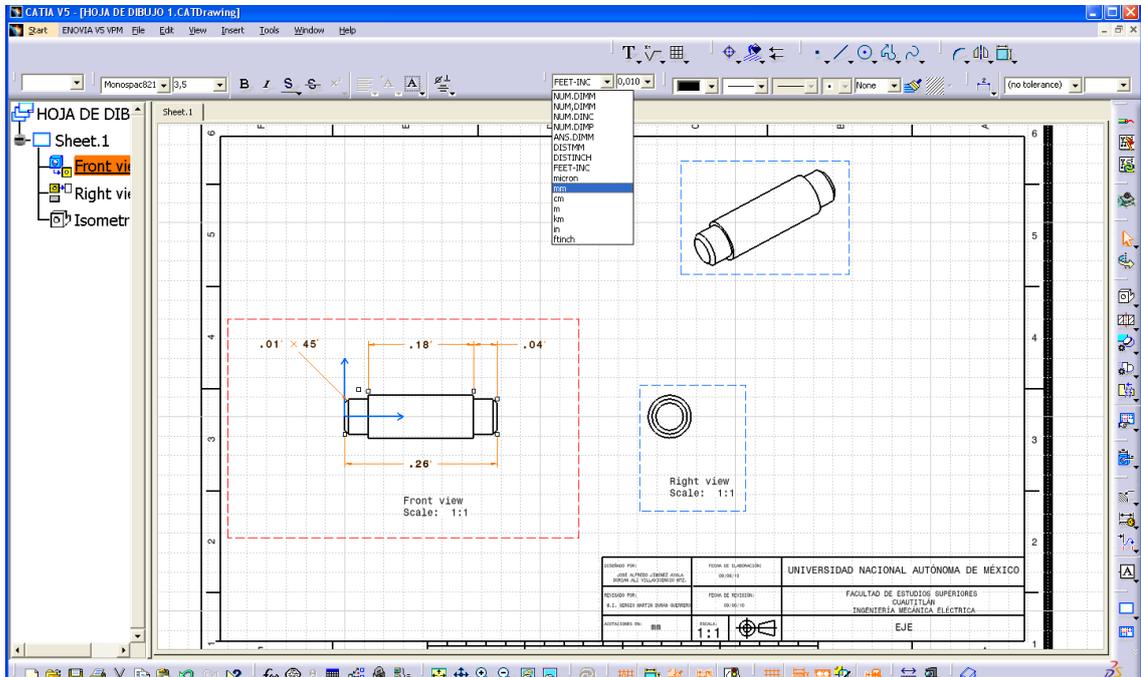


Figura 3.241 Cotas seleccionadas listas para cambiar de pies a mm

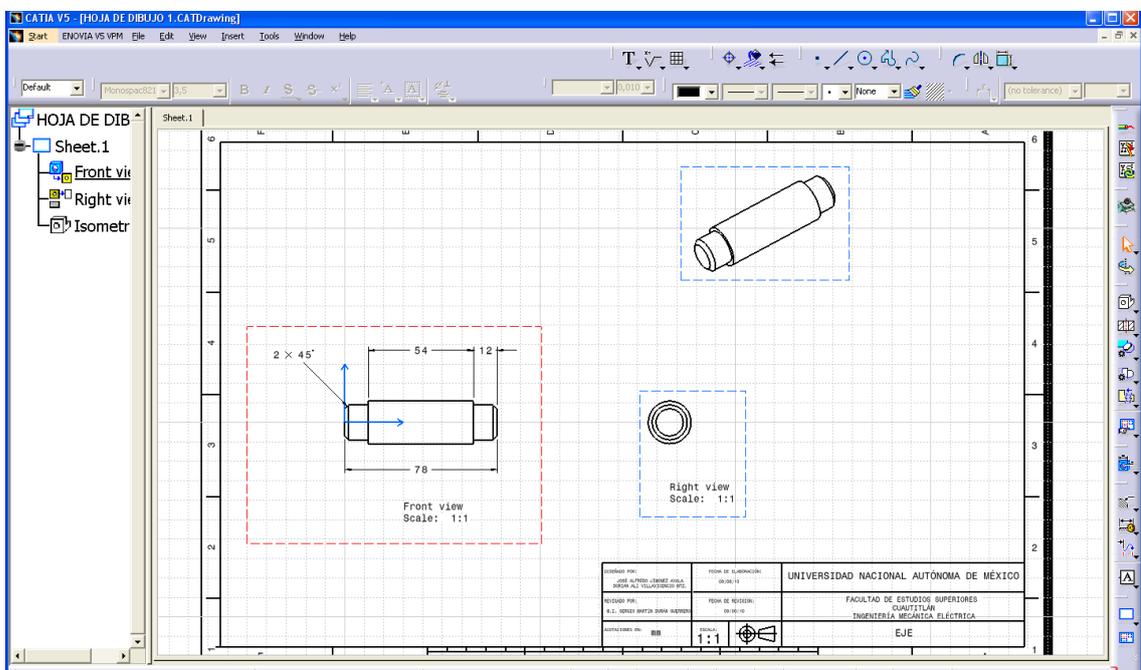


Figura 3.242 Cotas en mm.

- Se acota la vista derecha, se da **CBIM** en el icono **Dimensions**  y se da **CBIM** sobre el círculo a dimensionar, se repite la operación con el segundo círculo. En las Figura 3.243 se muestran las cotas.

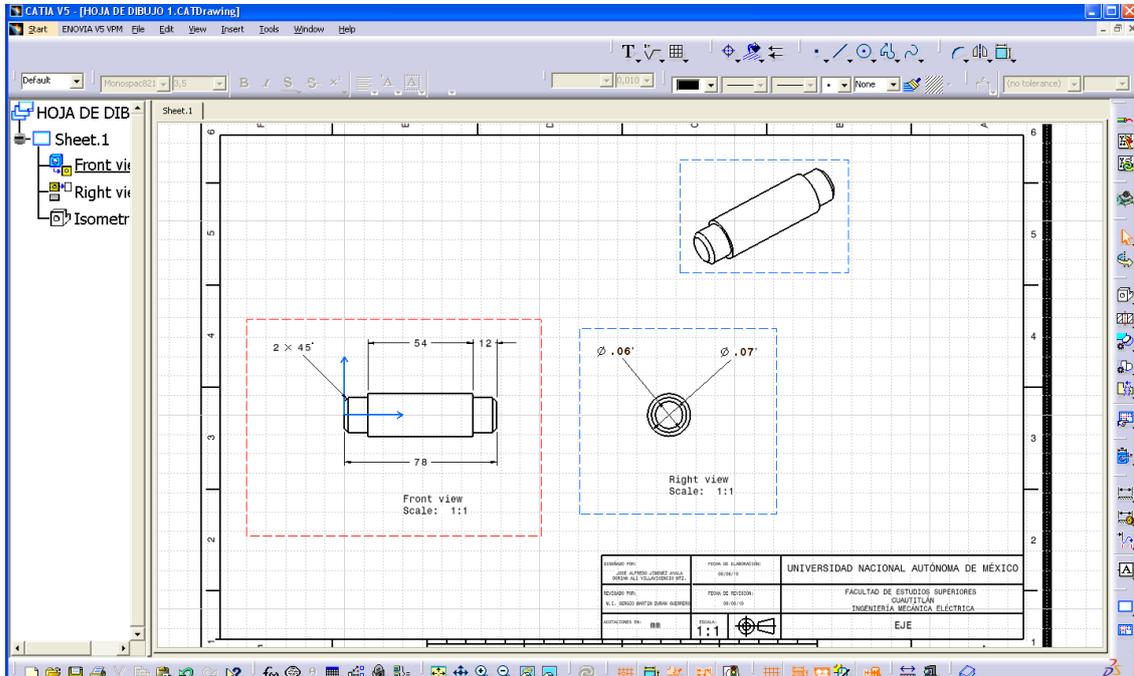


Figura 3.243 Cotas de la vista derecha en pies.

- Se cambian las dimensiones a mm, se da **CBIM** + tecla **CONTROL** (sin soltar y seleccionando cada una de las cotas), se da **CBIM** en la flecha de la casilla Numerical Display Description, se da **CBIM** en la opción mm (milímetros). En la Figura 3.244 se muestran las cotas.

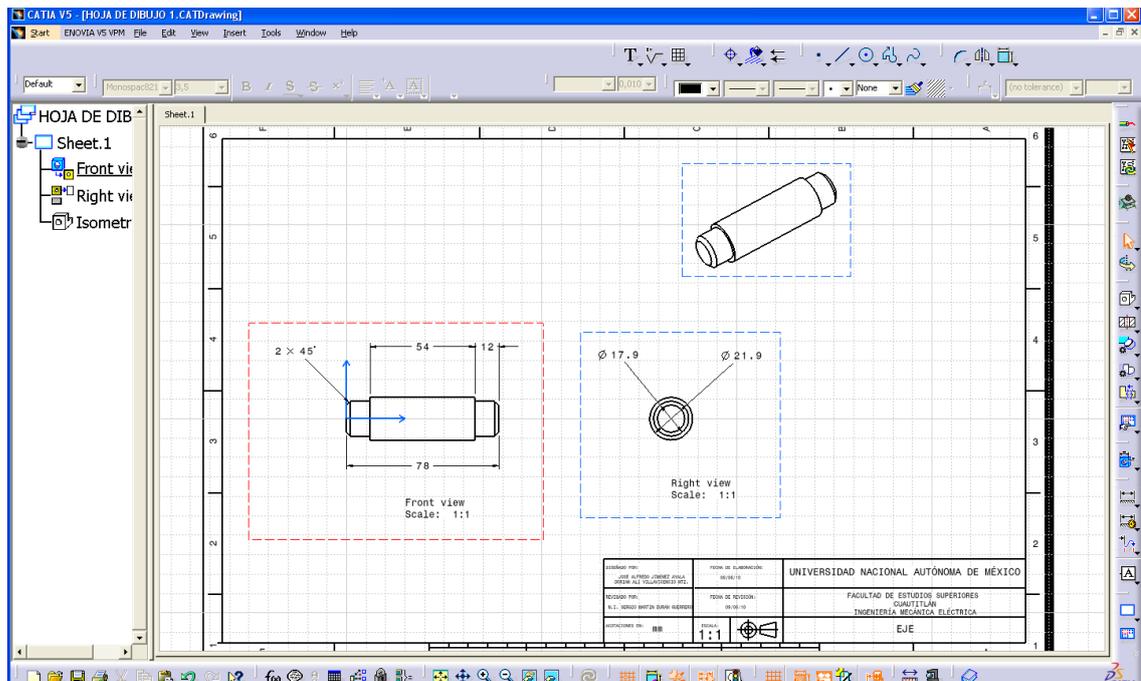


Figura 3.244 Cotas de la vista derecha en mm.

- Así queda el dibujo de detalle terminado. En la figura 3.245 se muestran las vistas acotadas.

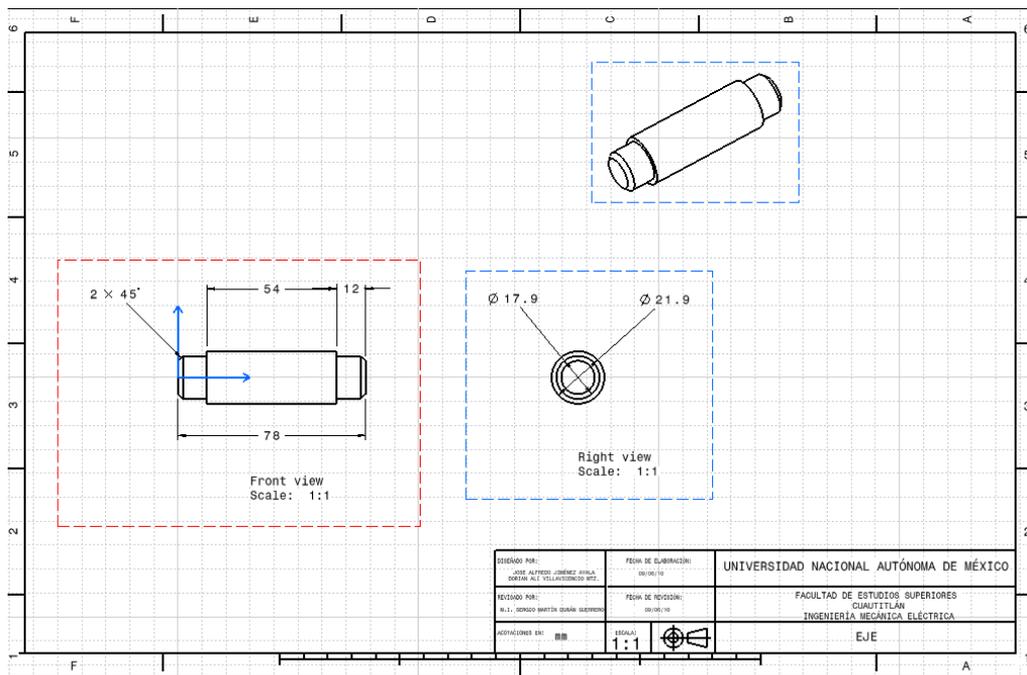


Figura 3.245 Vistas acotadas en mm.

- Una vez que concluye el dibujo se guarda, en el menú principal de la barra de herramientas del **DRAFTING**, se da **CBIM** en la opción **File**, se da **CBIM** en la

opción **Save As...** En las Figuras 3.246 y 3.247 se muestra la opción file y save as respectivamente.



Figura 3.246 Menú principal de la barra de herramientas, donde se muestra la opción file.

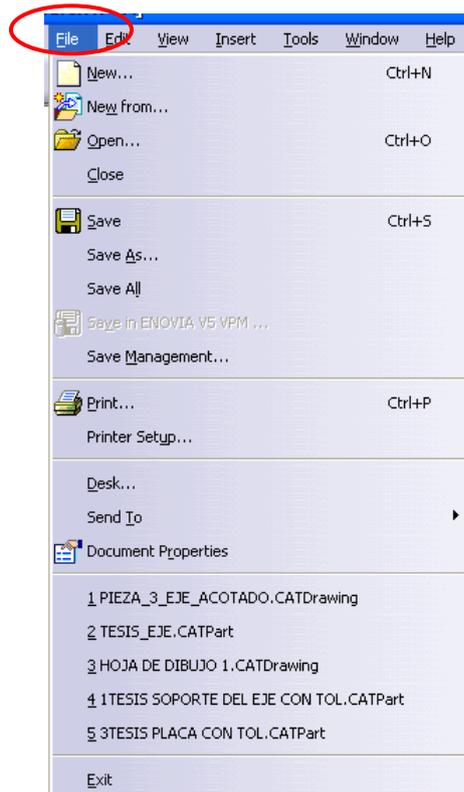


Figura 3.247 Opción save as...

- Esto genera que aparezca el cuadro de diálogo **Save As**, en el cual se elige el sitio donde se quiere guardar dicho archivo dando **CBIM** en la pestaña de la casilla **Guardar En:** (esto desplegará una serie de opciones de sitios para guardar el archivo) y después se da **CBIM** sobre la opción adecuada, en la casilla **Nombre:** se escribe el nombre con que será guardado el archivo. En las Figuras 3.248 y 3.249 se muestra el cuadro de diálogo save as y sitios para guardar el documento.

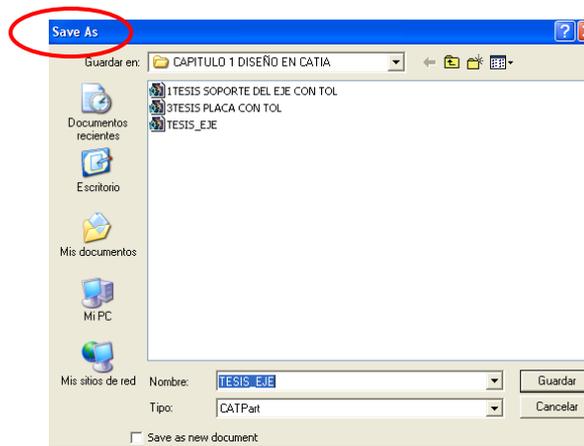


Figura 3.248 Cuadro de diálogo save as.

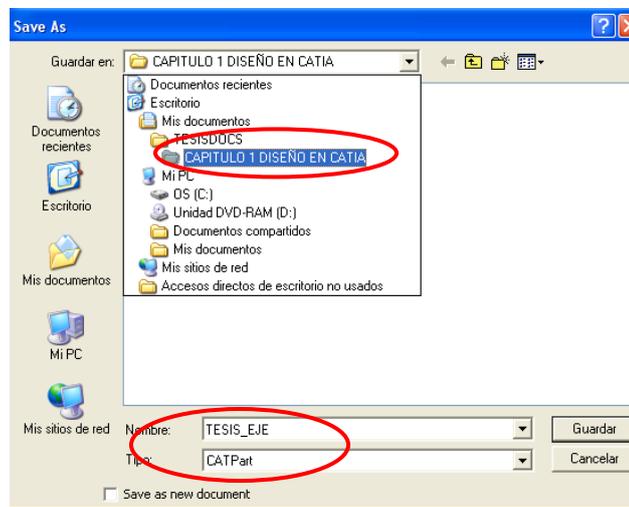


Figura 3.249 Sitios para guardar el documento.

3.3.8 “IMÁGENES DE LAS HOJAS DE DETALLE DE LOS PROTOTIPOS DISEÑADOS”

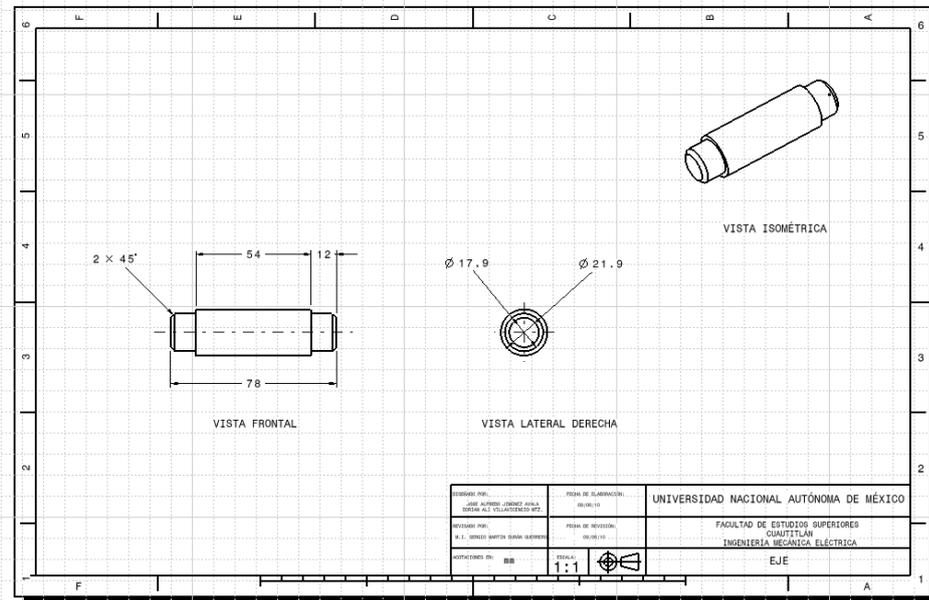


Figura 3.250 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza “EJE”.

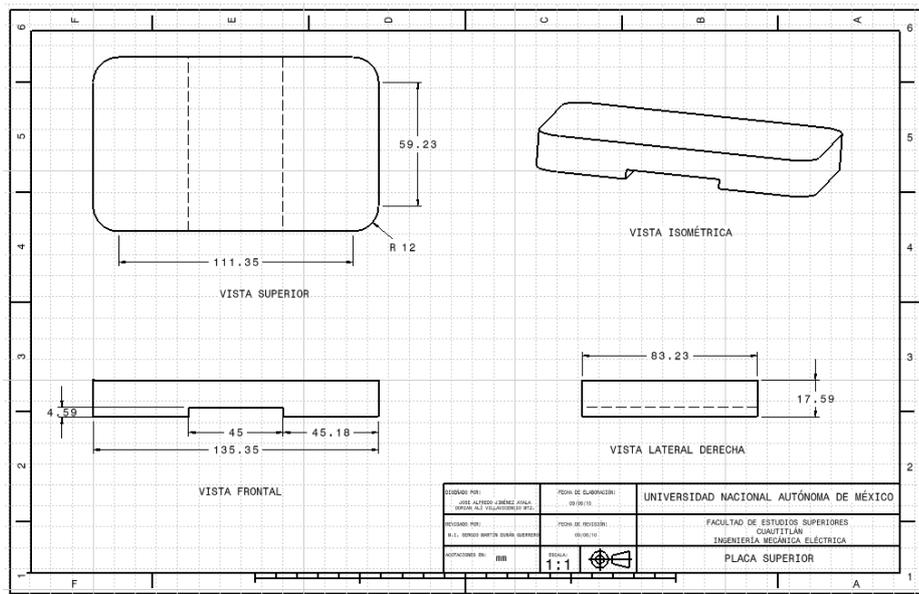


Figura 3.251 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza “PLACA SUPERIOR”.

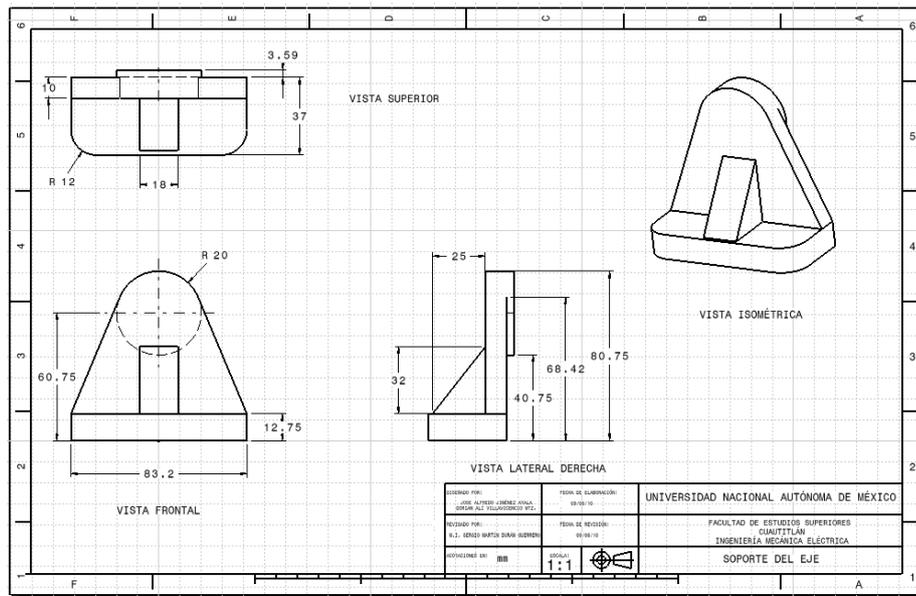


Figura 3.252 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza “SOPORTE DEL EJE”.

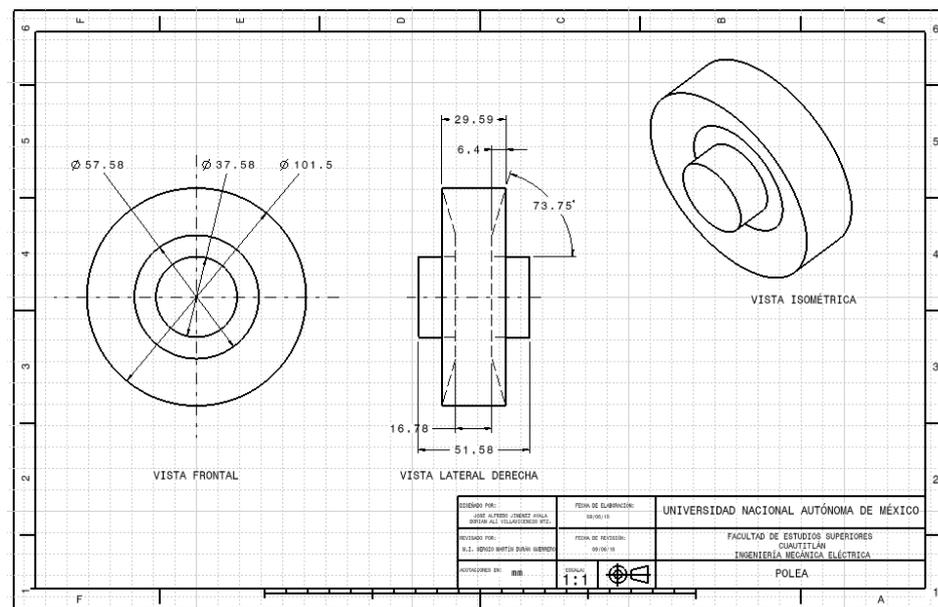


Figura 3.253 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza “POLEA”.

CAPÍTULO 4

MANUFACTURA

DEL

PROTOTIPO

4.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha mencionado anteriormente en el presente trabajo se detalla el proceso de elaboración de un prototipo de modelo para molde de fundición en arena verde. En este capítulo se realiza la etapa de manufactura, en esta se llevó acabo la elaboración del prototipo ya con las modificaciones necesarias en cuanto a rediseño, tolerancias, materiales, etc; y se hizo uso de maquinaria como torno y fresa convencionales y maquinas CNC (que se encuentran en el laboratorio de manufactura de la FES-C), para esto se usó el recurso de la CIM para tener una mayor rapidez y exactitud en el proceso.

Materiales:

- Madera polin

Herramientas:

- Torno horizontal:
 - Llave del mandril
 - Perico
 - Buril y porta buril
 - Contra punto
 - Broca de 55/64 plg
 - Buril de ½ plg y porta buril de ½ plg
- Fresadora vertical:
 - Manivela
 - Perico
 - Cortador de ½ plg
 - Barra
 - Mazo de goma
 - Nivel de aceite
- Accesorios:
 - Lentes de seguridad
 - Calzado industrial
 - Vernier en milésimas

- En la figura 4.1 se muestra el modelo del molde de fundición.

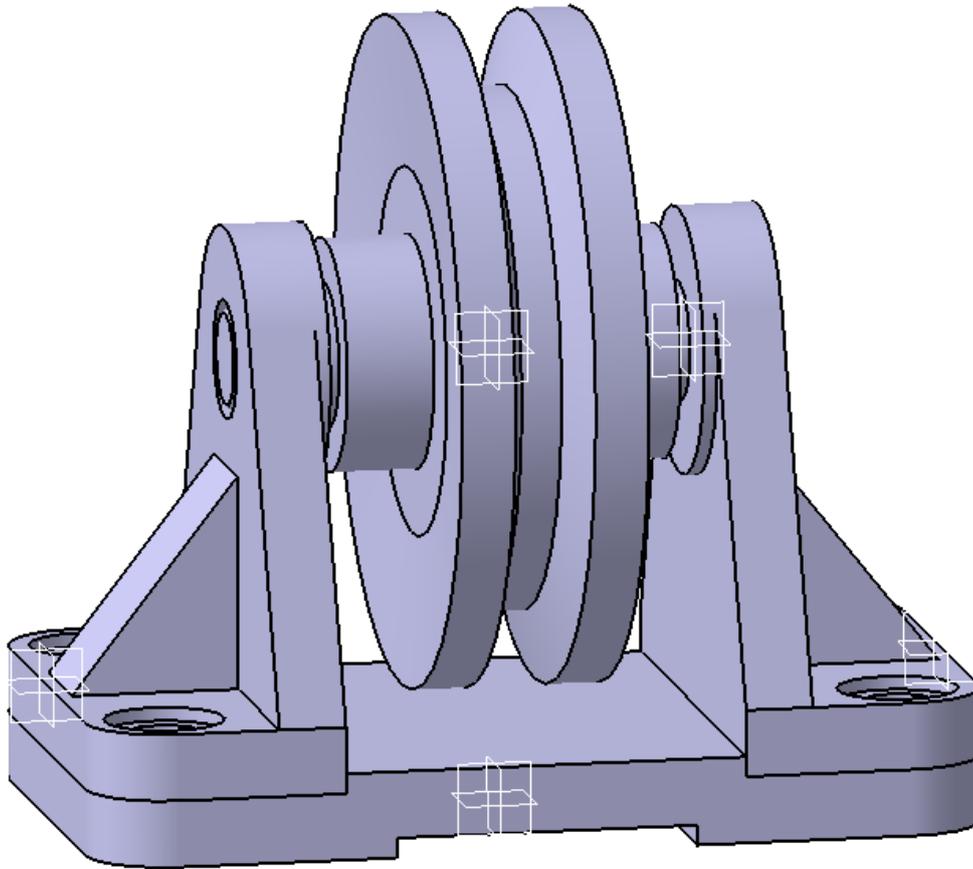


Figura 4.1 Modelo de molde de fundición.

- En las Figuras 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 se muestran las partes del prototipo (con las tolerancias de maquinado y fundición incluidas).

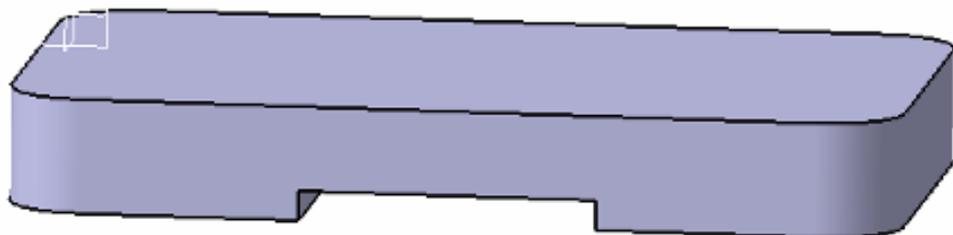


Figura 4.2 Placa superior.

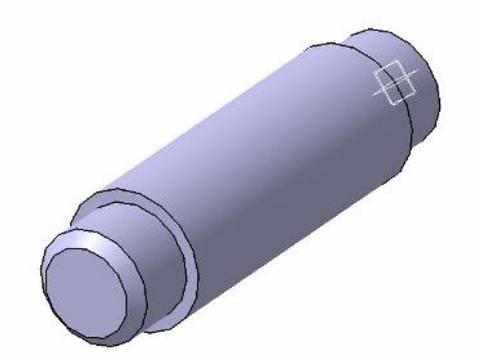


Figura 4.3 Eje.

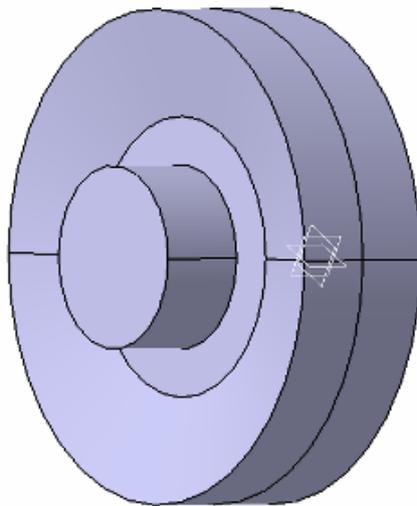


Figura 4.4 Polea.

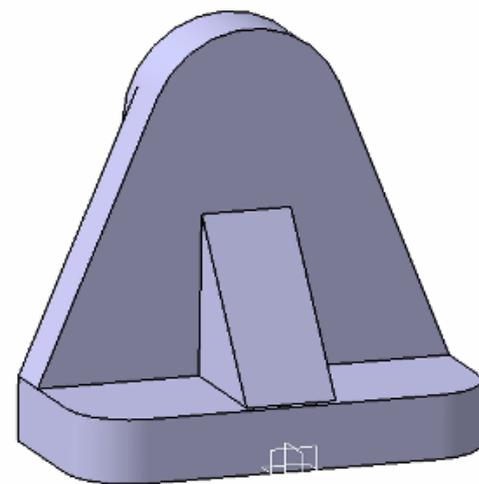
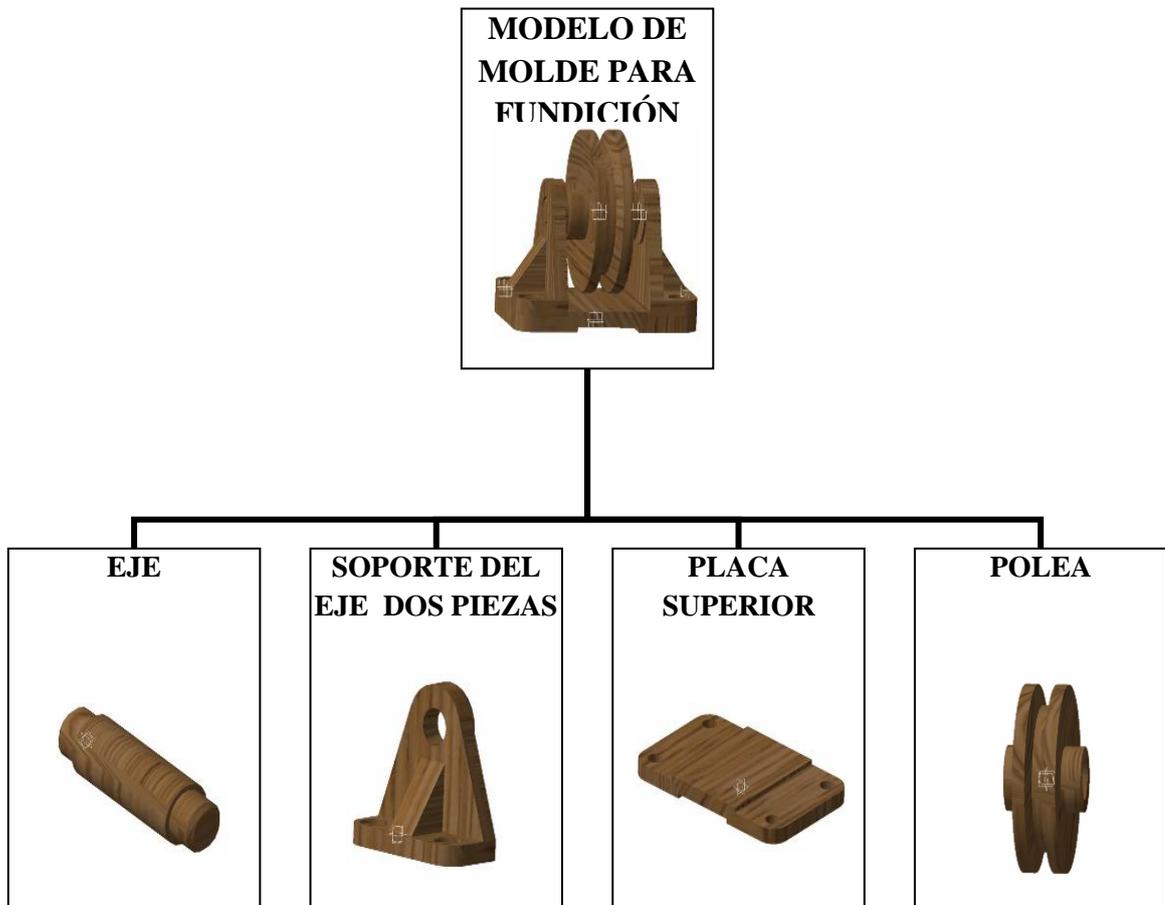
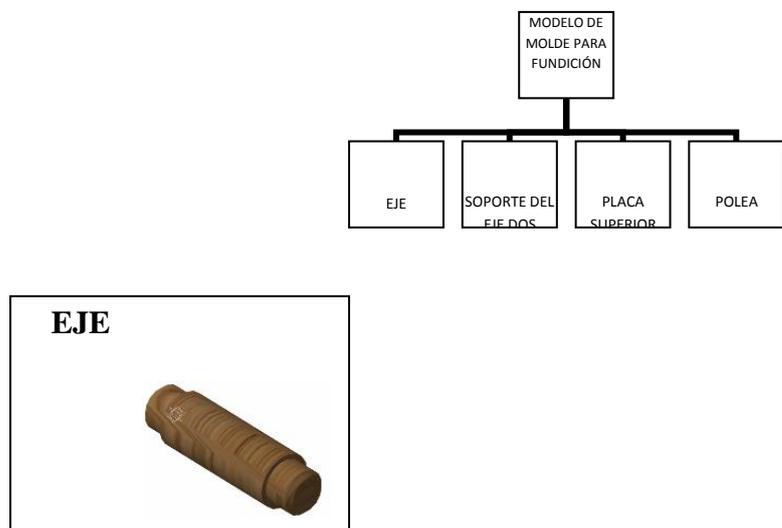


Figura 4.5 Soporte del eje.

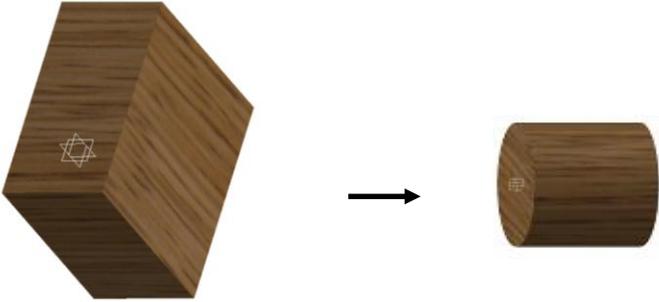
4.2 ESTRUCTURA DEL MODELO



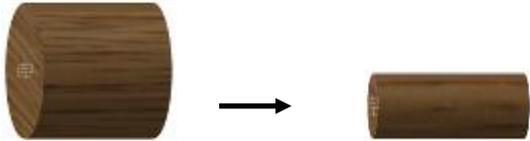
4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL EJE



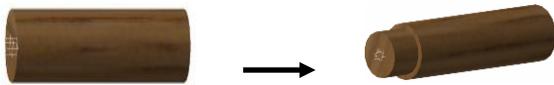
DESBASTE DE LA PIEZA
HASTA LLEGAR A UN
DIAMETRO ADECUADO PARA
TRABAJARLA



DESBASTE DE LA PIEZA
HASTA OBTENER EL
DIAMETRO REQUERIDO



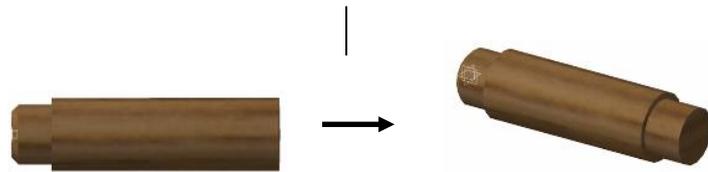
SE DESBASTA UN EXTREMO DE
LA PIEZA HASTA UNA CIERTA
LONGITUD Y PROFUNDIDAD



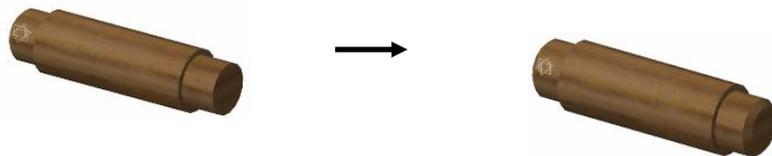
SE DESBASTA EL BORDE DE LA
PIEZA A MANERA DE CHAFLÁN



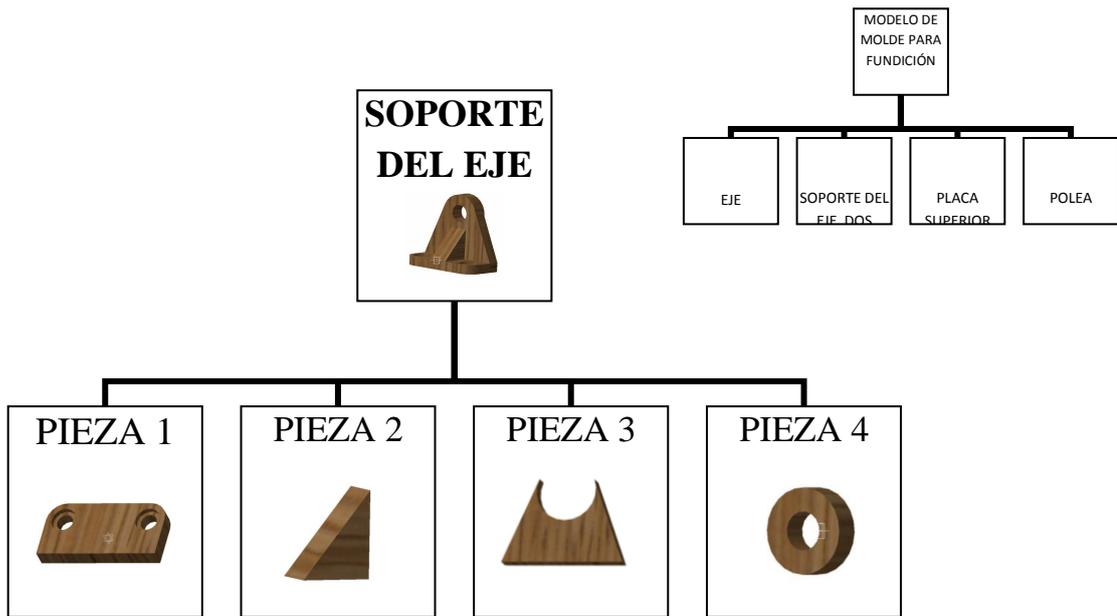
SE DA VUELTA LA PIEZA Y SE
DESBASTA EL OTRO EXTREMO
HASTA UNA CIERTA
LONGITUD Y PROFUNDIDAD



SE DESBASTA EL BORDE DE LA
PIEZA A MANERA DE CHAFLÁN



4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOPORTE DEL EJE

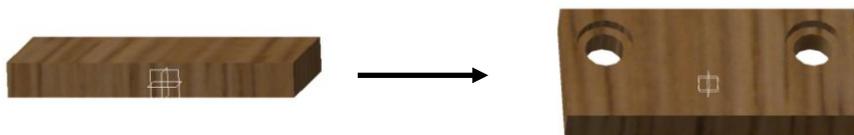


PIEZA 1

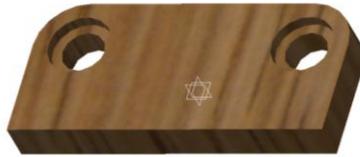
DESBASTAR EL MATERIAL
HASTA LLEGAR A LAS
DIMENSIONES ESPECIFICADAS



HACER LOS BARRENOS CON
CAJA



HACER LOS REDONDEOS (SOLO EN DOS ESQUINAS)



PIEZA 2

DESBASTAR EL MATERIAL HASTA LLEGAR A LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS

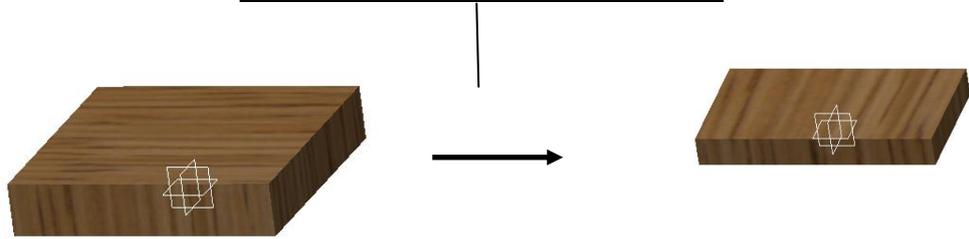


HACER EL NERVIO DE ACUERDO A LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS

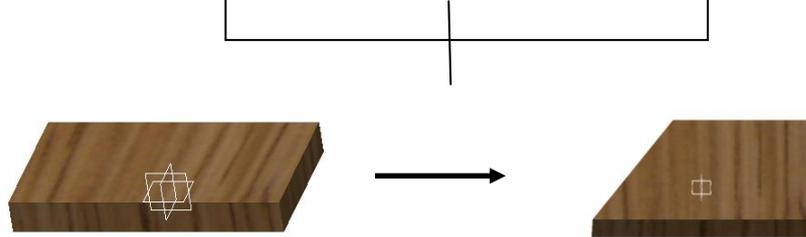


PIEZA 3

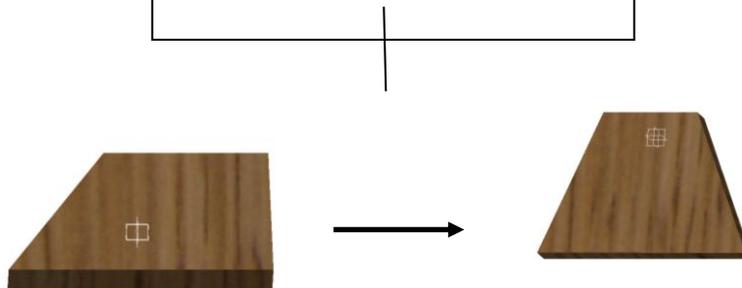
DESBASTAR LA PIEZA HASTA
OBTENER LAS DIMENSIONES
ESPECÍFICAS PARA TRABAJAR



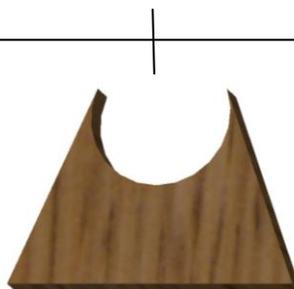
DESBASTAR UN LADO DE LA
PIEZA



DESBASTAR EL OTRO LADO DE
LA PIEZA

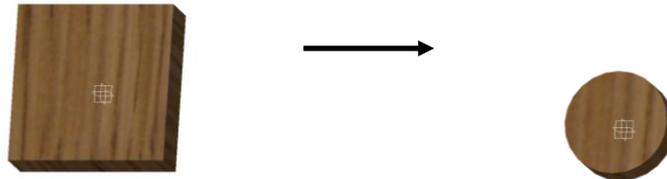


HACER EL BARRENO



PIEZA 4

DESBASTAR LA PIEZA HASTA
LLEGAR EL DIAMETRO
REQUERIDO



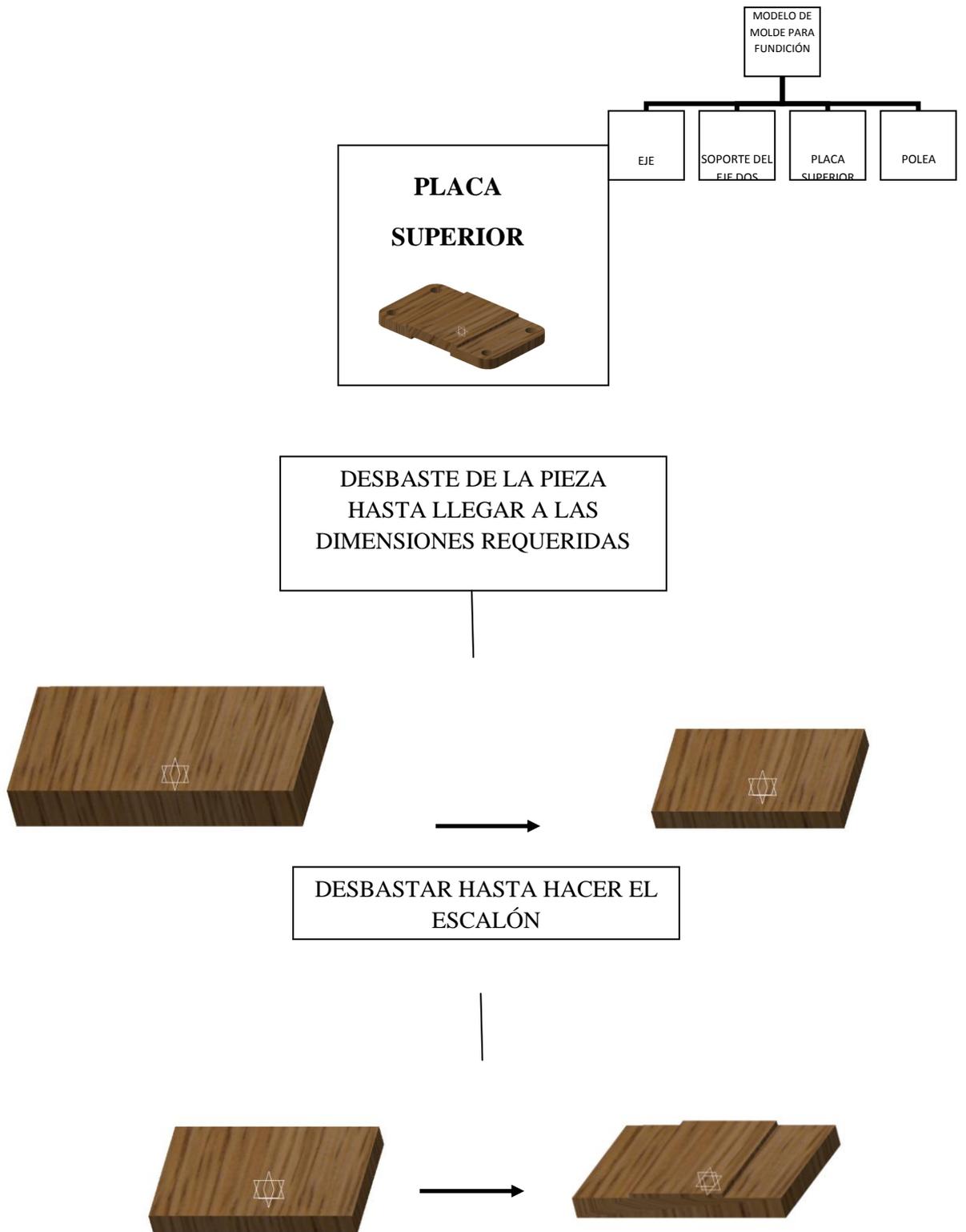
HACER EL BARRENO



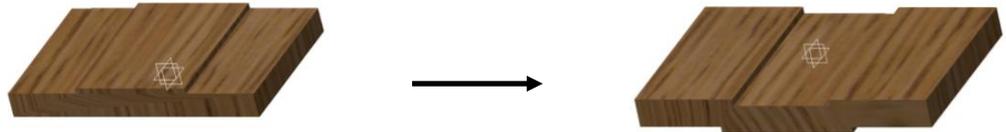
SE UNEN PIEZAS 1,2,3 y 4



4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLACA SUPERIOR



VOLTEAR Y HACER LA
RANURA



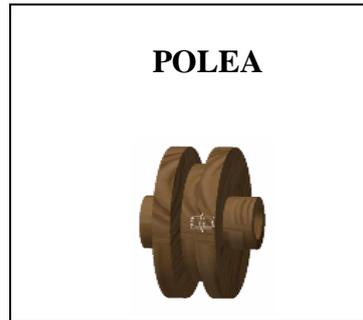
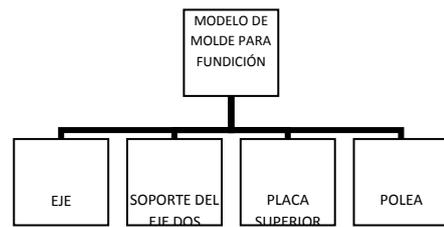
HACER LOS CUATRO
BARRENOS



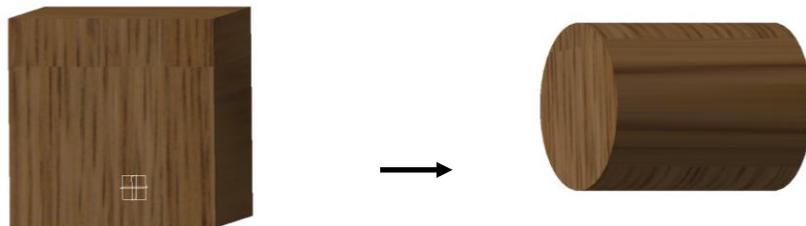
HACER LOS REDONDEOS Y
QUEDA ASI LA PIEZA 4



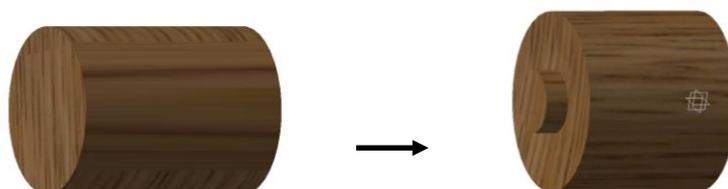
4.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA POLEA



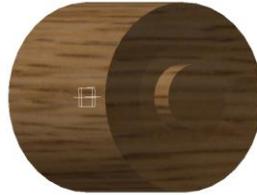
DESBASTE DE LA PIEZA HASTA LLEGAR A EL DIAMETRO REQUERIDO PARA TRABAJARLA



DESBASTE DE LA PIEZA HASTA OBTENER EL CUBO O MAMELÓN



DESBASTE DE UNA DE LAS
CARAS DE LA PIEZA DEL
CUERPO DE LA POLEA



SE RANURA



DESBASTE DE LA OTRA CARA
DE LA PIEZA DEL CUERPO DE
LA POLEA PARA HACER EL



DESBASTE DE LA CARA DE LA
PIEZA



DESBASTE DEL CUBO HASTA
QUE ESTE A LA LONGITUD
REQUERIDA



SE BARRENA EL CENTRO AL
DIAMETRO REQUERIDO



APÉNDICE A

"PLANOS

MECÁNICOS"

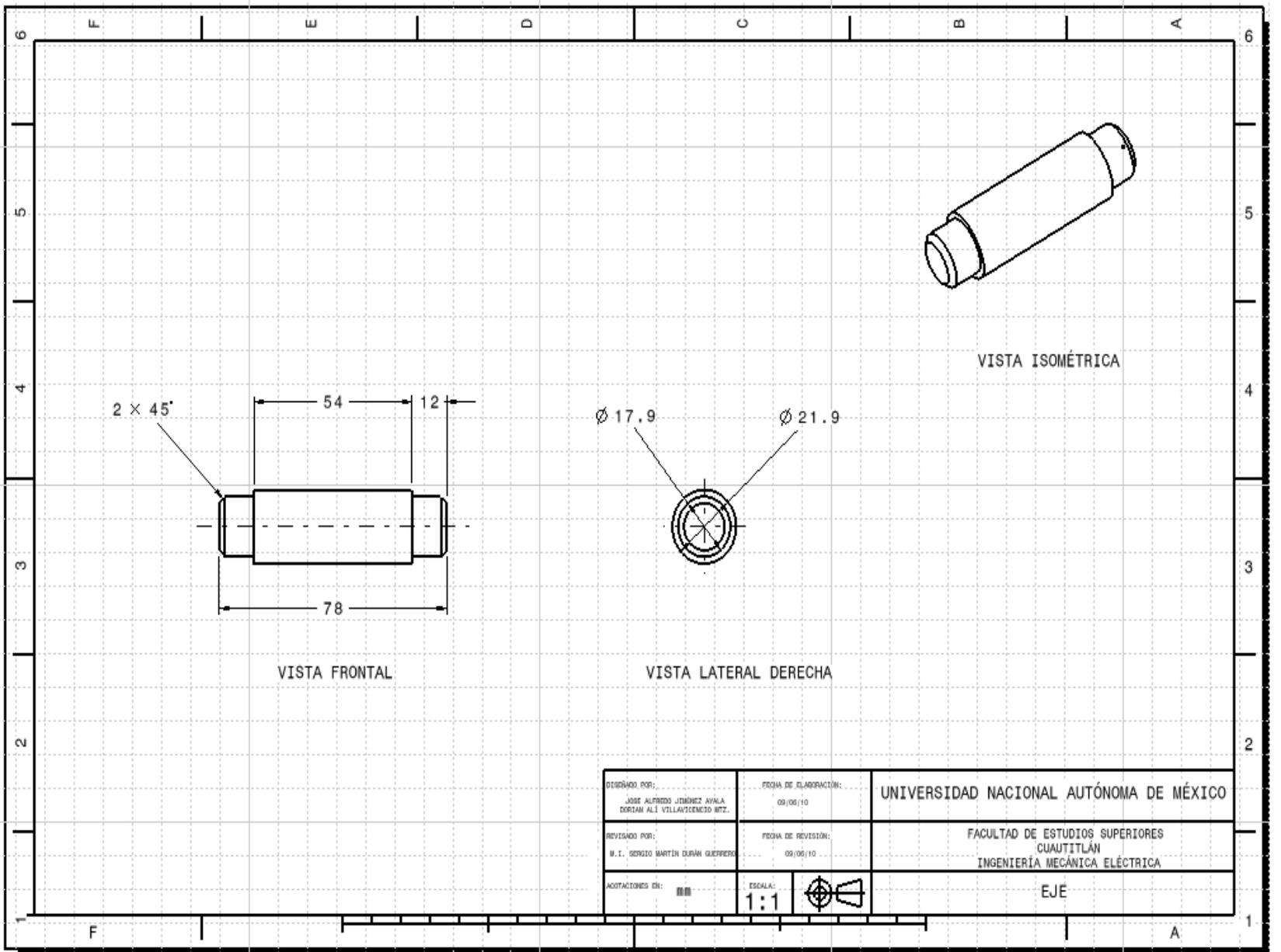


Figura A.1 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza "EJE"

Figura A.2 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza "PLACA SUPERIOR"

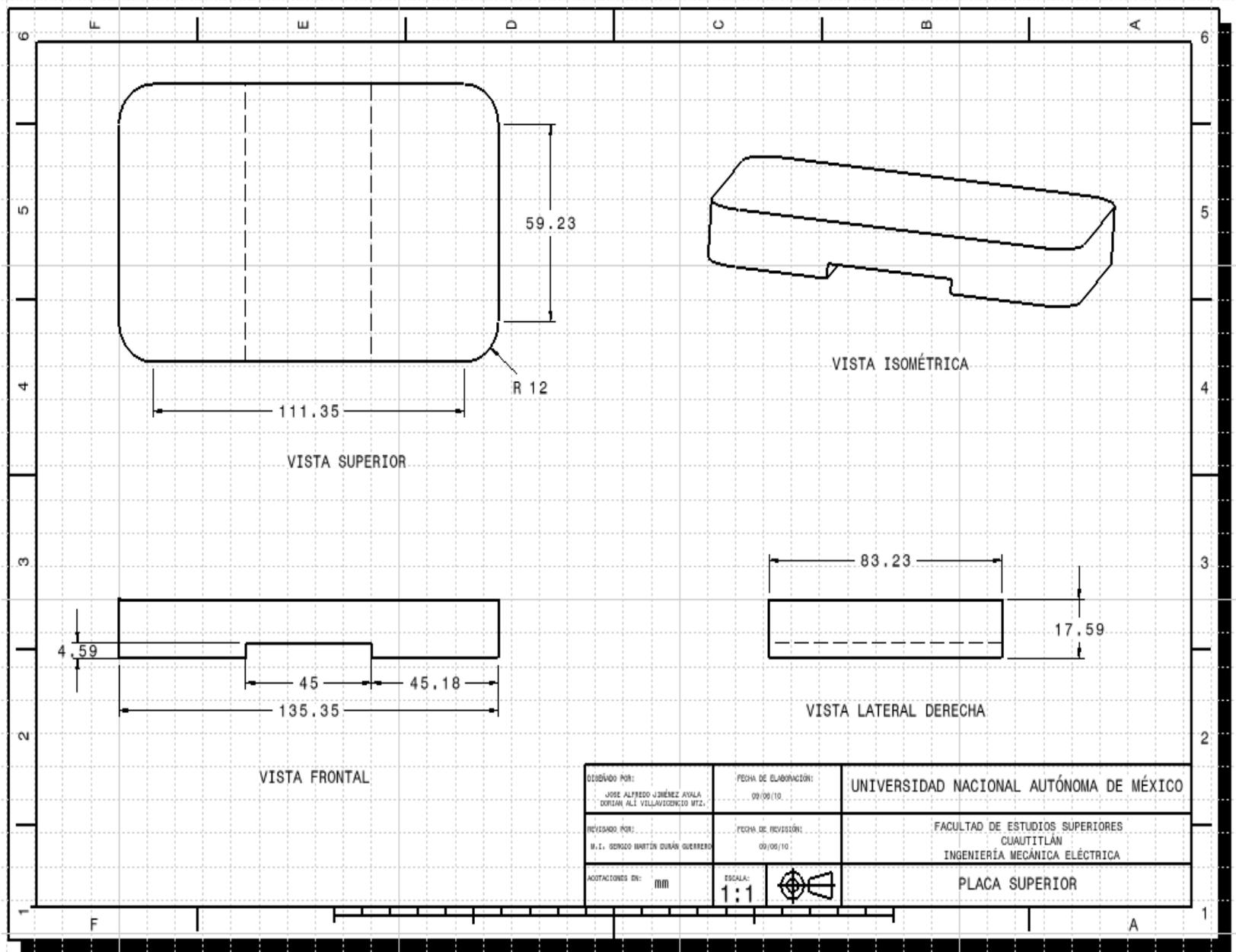
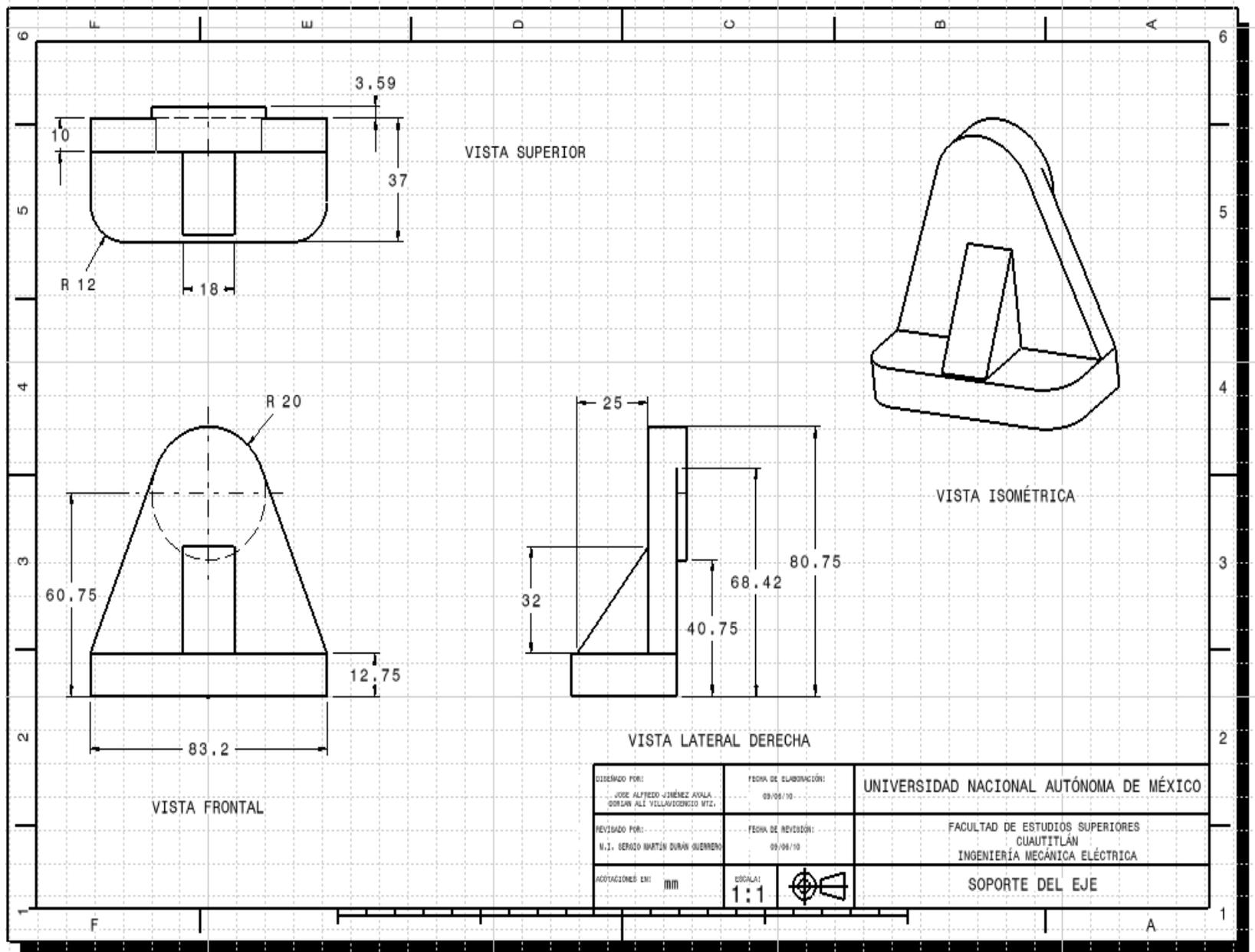


Figura A.3 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza "SOPORTE DEL EJE"



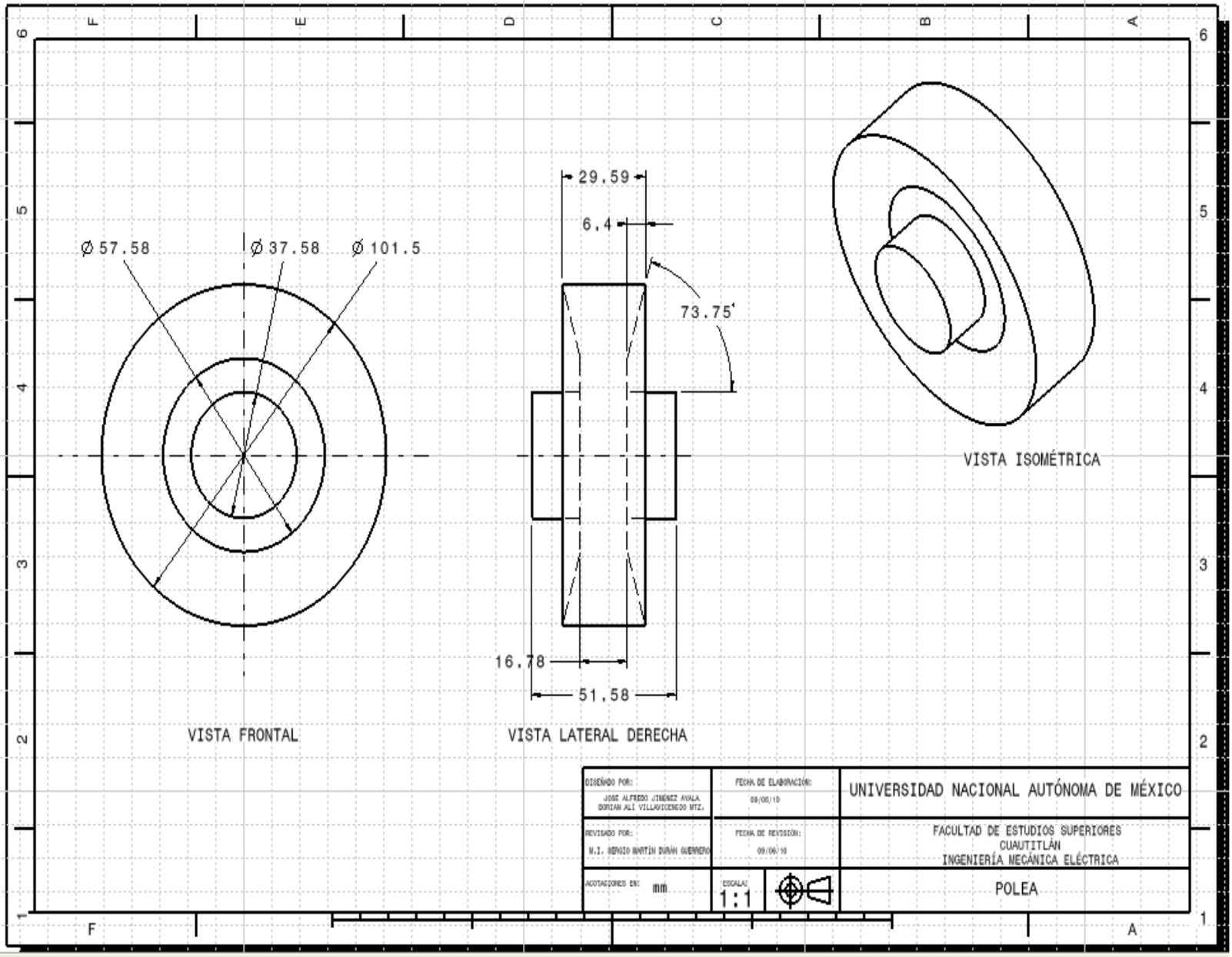


Figura A.4 Vista de la hoja de dibujo del prototipo de la pieza "POLEA"

APÉNDICE B
"IMAGENES
REALES
DEL MODELO"



Figura B.1 Imagen real del eje.



Figura B.2 Imagen real de la placa superior.



Figura B.3 Imagen real de la polea.



Figura B.4 Imagen real del soporte del eje.

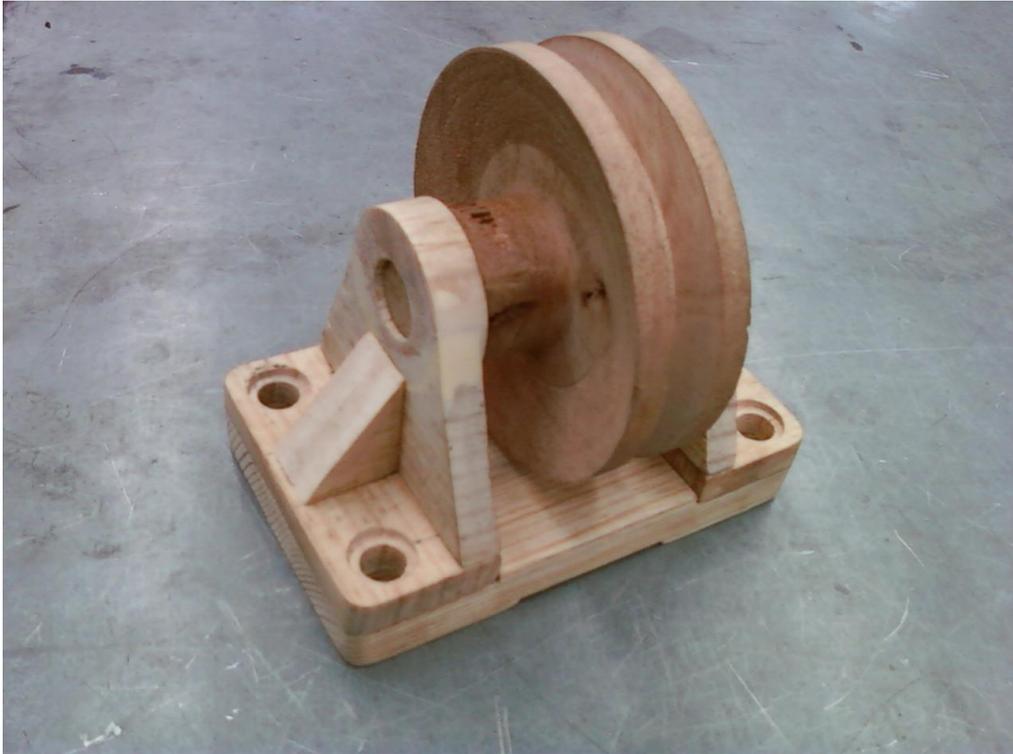


Figura B.5 Imagen real del prototipo (ensamble).

CONCLUSIONES

Este trabajo se hizo con la finalidad proporcionar material de apoyo para prácticas de laboratorio, de calidad, metrología, control estadístico del proceso, procesos de manufactura, mejora de procesos, mapeo de procesos, toma de tiempos y movimientos, reingeniería y diseño y así contribuir a enseñanza de las futuras generaciones de ingenieros en la FES C.

En primera instancia el tema de el trabajo fue “Diseño y Fabricación de un Prototipo para el control de calidad”, pero nos percatamos que debíamos cubrir primero la fase del proceso de manufactura del modelo antes de hacerlo referente al control de calidad, es por eso que optamos por renombrar el trabajo “Diseño de un Prototipo para Molde de Fundición”. Pero finalmente debido a las condiciones en que se encuentra la maquinaria (en el laboratorio de manufactura de LIME II) necesaria para realizar este trabajo (horno de fundición, maquinaria CNC), el trabajo se postergó indefinidamente esperando que dicha maquinaria se adecuara para su uso; ocasionando una vez más el redireccionamiento del trabajo, propiciando un nuevo nombre del trabajo ***“Rediseño de un modelo para uso de molde de fundición empleando CATIA V5 R18”***

Aprendimos que existen diferencias para velocidades de corte y avance dependiendo de los materiales, todo para hacer una pieza de ciertas especificaciones, dándonos cuenta que nosotros como ingenieros industriales, debemos estar siempre informados respecto de las especificaciones y tiempos requeridos para fabricar las piezas, controlando así al personal, materia prima, calidad y por ende los costos.

Después de conocer un proceso de maquinado de una pieza, lo primero que necesitamos establecer cuando trabajemos en la industria o tengamos nuestro propio negocio es un objetivo, ¿qué es lo que quiero lograr? En cuanto a cantidad, calidad, etc. Posteriormente debemos definir, en base a las características deseadas, el proceso de fabricación adecuado, lo que implica la selección de la maquinaria y herramental así como la cantidad de mano de obra empleada. La selección del material es otro punto importante y debe estar de acuerdo con la calidad que se quiere lograr y con el tipo de maquinaria en la cual se invirtió. Es necesario

también hacer planos de la pieza para evitar confusiones y lograr que ésta sea un producto terminado tal y como fue planeada.

Es muy importante tomar en cuenta que para hacer el modelo se deben dejar algunas tolerancias de maquinado y excedentes de contracción para que a la hora de hacer la fundición no haya problemas de contracción volumétrica por enfriamiento de la pieza y así posteriormente dar un buen maquinado a las partes que se necesiten.

El trabajo marchó orientado hacia el diseño y rediseño de un modelo empleando el Diseño Asistido por Computadora, y más concretamente el software de CAD CATIA V5 R18, exhibiendo la viabilidad, rendimiento y practicidad, que genera el uso de un software de Diseño Mecánico, el cual nos permitió realizar los diseños de una manera rápida, fácil y eficiente, en cambio si los diseños hubieran sido hechos a mano alzada o con programas más austeros y de difícil manejo en cuestión del modelado en 3D, este trabajo hubiera demorado aún más, lo cual en el mundo profesional o cotidiano es sinónimo de altos costos.

Es por eso que hoy en día este tipo de software de diseño paramétrico como lo es CATIA V5 R18, es de vital importancia para las empresas, debido a que si hubiera alguna falla en el diseño no se desperdiciaría tiempo en volver a diseñar el producto, basta con redimensionar o editar cualquier operación como barrenado, redondeos, materiales, y actualizar la pieza dando un solo click, ahorrando así recursos valiosísimos como lo son el tiempo, capital, recursos humanos y recursos materiales.

Gracias a este trabajo tanto ingenieros, como estudiantes de la carrera o personas afines al diseño de productos, piezas, moldes, etc.; con CATIA V5 R18 podrán apoyarse para realizar sus trabajos, ya que el presente trabajo sirve de instructivo para la construcción de modelos.

Cabe resaltar que se puede dar un posterior seguimiento al presente trabajo, debido a que solo se abordó el módulo de Mechanical Design, del cual solo se utilizó el Part Design, Drafting y Sketcher, y se hace énfasis en que hay aun módulos completos de los cuales se pueden hacer trabajos que contribuirían a la comunidad estudiantil, independientemente de temas

relacionados como Manufactura Asistida por Computadora (CAM), Manufactura Integrada por Computadora (CIM), Lean Manufacturing, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Groover Mikell P.
“Fundamentos de Manufactura Moderna”,
Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.,
México 1997.
- Ulrich Schärer Säuberli,
“Ingeniería de Manufactura”,
Compañía Editorial Continental,
México 1991.
- Schey John A.
“Procesos de Manufactura”,
Editorial Mc Graw Hill,
México 2002.
- Amstead B. H.
“Procesos de Manufactura Versión SI”,
Compañía Editorial Continental,
México 2005.
- C. H. Jensen y F. H. S. Mason
“Fundamentos de Dibujo Mecánico”,
Editorial Mc Graw Hill,
Canadá 1976
- Chevalier
“Dibujo industrial”,
Editorial Montaner y Simón S. A.,
España 1979

- Jesús Lambás
“Diseño Gráfico con CATIA, Curso Práctico de los Módulos Sketcher y Part Design”,
Editorial Alfaomega Ra-ma,
México 2006
- Mary S. Bernstein y Scott B. Parry
“Mejore Métodos y Controles de Trabajo”,
Grolier International, Inc.,
Nueva York 1967

PÁGINAS WEB

- <http://html.rincondelvago.com/torno.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Torno#Torno_CNC
- <http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml>
- <http://html.rincondelvago.com/disenio-mecanico.html>
- <http://www.3ds.com/products/catia/portfolio/catia-v5/catia-v5r20/>